

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดประเด็นการศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ 1) แนวคิดพื้นฐานของโครงการคณิตศาสตร์ 2) ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ 3) การจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ 4) การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ 5) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ 6) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ 7) กรอบแนวคิดและสมมติฐานการวิจัย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. แนวคิดพื้นฐานของโครงการคณิตศาสตร์

1.1 ความหมายและประเภทของโครงการคณิตศาสตร์

1.1.1 ความหมายของโครงการคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านรวมทั้งสถาบันการศึกษาหลายแห่งได้ให้ความหมายของคำว่าโครงการคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

โครงการคณิตศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สืบเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ตามความถนัด ความสนใจ และตามศักยภาพของนักเรียน นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาความคิดอย่างอิสระ ลุ่มลึก ด้วยการเชื่อมโยงความรู้หรือขยายองค์ความรู้ในประเด็นที่สนใจ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีการวางแผน ดำเนินงานตามแผนจนกระทั่งได้คำตอบที่ต้องการ การทำโครงการคณิตศาสตร์อาจทำเป็นรายบุคคล หรือทำร่วมกันเป็นกลุ่ม ขึ้นอยู่กับลักษณะของโครงการ โครงการคณิตศาสตร์อาจเป็นโครงการขนาดเล็กที่สัมพันธ์กับบทเรียนคณิตศาสตร์อย่างตรงไปตรงมา หรือเป็นการขยายความรู้จากบทเรียน อาจเป็นโครงการขนาดใหญ่ที่มีความลุ่มลึก และซับซ้อนก็ได้ โครงการเป็นงานของนักเรียนที่เกิดจากความต้องการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ในประเด็นที่สนใจ ต้องการหาคำอธิบาย หาคำตอบในปัญหาที่สนใจ คิดริเริ่มด้วยตัวนักเรียนเอง ภายใต้การให้คำแนะนำ ปรึกษา ดูแลและอำนวยความสะดวกของครู หรือผู้รู้อื่น ๆ (สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ 2548: 1 ; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2546: 152 ; กรมวิชาการ

2544: 1; ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล 2542: 5-6 ; ปรีชา เนาว์เย็นผล 2554: 6 ; ชุพิน พิพิธกุล ; 2550: 10 สุวรรณกาญจน์มยุร 2544: 5)

โครงการคณิตศาสตร์ เป็นกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองจากการลงมือปฏิบัติจริงเพื่อหาคำตอบของปัญหาหรือข้อสงสัย ช่วยให้นักเรียนพัฒนาความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์ นำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตจริงอันจะเป็นการเสริมสร้างเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ และฝึกความสามารถในการสื่อสารสิ่งที่ตนคิดหรือทำให้ผู้อื่นเข้าใจ (สมวงษ์ แปลงประสพโชค และคณะ 2547: 4 ; สุชาติ วงศ์สุวรรณ 2542: 6 - 7)

ความหมายของการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ ในการวิจัยครั้งนี้ให้ความหมายว่า เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการทำโครงการคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องไปกับการเรียนการสอนปกติโดยเริ่มฝึกให้นักเรียนทำโครงการอย่างง่ายหรือโครงการขนาดเล็ก (mimi project) ที่มีส่วนประกอบไม่มากนัก แล้วค่อยเพิ่มองค์ประกอบของการนำเสนอให้มากขึ้นแบบค่อยเป็นค่อยไปซึ่งนักเรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วและปฏิบัติได้ เช่น การสรุปสาระสำคัญของบทเรียนตามความเข้าใจ การสร้างข้อคำถามหรือโจทย์ปัญหาที่สอดคล้องกับบทเรียนนั้นขึ้นมาเองพร้อมกับการแสดงการหาคำตอบ การนำความรู้จากบทเรียนไปอธิบายสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องการหาตัวอย่างเพิ่มเติม และการนำความรู้จากบทเรียนไปใช้แก้ปัญหาที่สัมพันธ์กับบทเรียนโดยตรง ซึ่งเป็นปัญหาที่นักเรียนศึกษาค้นคว้าหรือกำหนดขึ้นมาเอง ต้องมีวิธีการนำเสนอที่น่าสนใจกว่าการทำแบบฝึกหัดตามปกติ

1.1.2 ประเภทของโครงการคณิตศาสตร์

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2542: 7-8) และ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 152 - 153) ได้แบ่งประเภทของโครงการคณิตศาสตร์เป็น 4 ประเภท ดังนี้คือ

1. โครงการคณิตศาสตร์ประเภททดลอง โครงการประเภทนี้เป็นการศึกษาคำตอบของปัญหาใดปัญหาหนึ่ง โดยการออกแบบการทดลอง และดำเนินการทดลอง เพื่อหาคำตอบของปัญหาที่ต้องการทราบ หรือเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ขั้นตอนของการทำโครงการประเภทนี้ประกอบด้วย การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง ซึ่งต้องมีการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ที่อาจส่งผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษา แล้วดำเนินการทดลองโดยจัดกระทำกับตัวแปรอิสระ เพื่อดูผลที่เกิดขึ้นกับตัวแปรตาม การแปลผลและสรุปผลการทดลอง

2. โครงการคณิตศาสตร์ประเภทสำรวจ โครงการประเภทนี้เป็นกิจกรรมการศึกษาและรวบรวมข้อมูลจากธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาความรู้

ที่มีอยู่หรือเป็นอยู่ในธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยใช้วิธีการสำรวจและรวบรวมข้อมูลเหล่านั้นมาจัดกระทำ เช่น จำแนกเป็นหมวดหมู่ แล้วนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ ตามความเหมาะสม

3. โครงการงานคณิตศาสตร์ประเภทการพัฒนาหรือการประดิษฐ์ โครงการงานประเภทนี้อาจเป็นการพัฒนาหรือประดิษฐ์เครื่องมือเครื่องใช้หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ โดยการประยุกต์ทฤษฎี หรือหลักการทางคณิตศาสตร์ อาจเป็นการประดิษฐ์สิ่งใหม่ที่ยังไม่เคยมีมาก่อนหรือปรับปรุงอุปกรณ์หรือสิ่งประดิษฐ์ที่มีอยู่แล้วให้ใช้งานได้ดีกว่าเดิม รวมทั้งอาจเป็นการเสนอหรือปรับรูปแบบจำลองทางความคิดเพื่อแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่ง

4. โครงการงานคณิตศาสตร์ประเภทสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย โครงการงานประเภทนี้เป็นโครงการที่ผู้ทำจะต้องเสนอแนวคิดใหม่ ๆ ในการอธิบายเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างมีเหตุผล มีหลักการทางคณิตศาสตร์หรือทฤษฎีสนับสนุน อาจเสนอในรูปคำอธิบาย สูตร หรือสมการ โดยมีข้อมูลหรือทฤษฎีอื่นสนับสนุน การทำโครงการประเภทนี้ผู้จัดทำจะต้องมีพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นอย่างดี และต้องศึกษาค้นคว้าเรื่องราวที่เกี่ยวข้องอย่างมาก จึงสามารถสร้างคำอธิบายหรือทฤษฎีได้

สุวรรณ กาญจนมยุร (2553: 4 - 67) ได้แบ่งโครงการงานคณิตศาสตร์เป็น 2

ประเภท คือ

1. โครงการที่ทำให้เกิดองค์ความรู้ตามเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เป็นงานที่เกิดจากการศึกษา ค้นคว้า วิจัยเกี่ยวกับองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ สิ่งที่ศึกษา ค้นคว้า แล้วค้นพบอาจเป็นข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด สมบัติต่าง ๆ หลักการ กฎ วิธีการพิสูจน์ เทคนิคคิดเลขเร็ว กลวิธีคิด หรือทฤษฎี เป็นต้น หัวเรื่องที่นักเรียนแต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มเลือกทำเป็นโครงการคณิตศาสตร์นั้นได้มาจาก

1.1 เรื่องที่นักเรียนสนใจ หรือเรื่องที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือข้อสงสัย ซึ่งนักเรียนอยากรู้ อยากเข้าใจ และต้องการหาคำตอบที่ถูกต้อง บางครั้งหัวข้อเรื่องที่นักเรียนทำเป็นโครงการคณิตศาสตร์เป็นเรื่องที่แปลกใหม่ของกลวิธีคิด มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

1.2 กิจกรรมการเรียนรู้ที่สาขาวิชาคณิตศาสตร์จัดเตรียมไว้ให้ และนักเรียน แต่ละคน หรือแต่ละกลุ่มต้องการศึกษา ค้นคว้า ให้ลุ่มลึกมากกว่าที่เล่าเรียนอยู่

2. โครงการที่นำความรู้ หลักการทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือการเรียนรู้ของสาขาวิชาการอื่นหรือใช้เป็นเทคนิคในการแก้ปัญหา เป้าหมายหลักของการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ก็เพื่อพัฒนาให้นักเรียนมีความรู้และมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ หรือมีศักยภาพทางคณิตศาสตร์ ซึ่งหมายถึง ความมีพลังหรือมีความสามารถในการใช้คณิตศาสตร์ในกิจกรรมต่างๆ อย่างมีประสิทธิภาพ ศักยภาพทางคณิตศาสตร์จะเกี่ยวข้องกับการคิด การสื่อ

ความหมาย การสรุปแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และการใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือการเรียนรู้ของสาขาวิชาการอื่น หรือใช้เป็นเทคนิคในการแก้ปัญหา ดังนั้น การพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์จึงเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมที่เป็นการฝึกใช้องค์ประกอบสำคัญ 4 ประการต่อไปนี้คือ 1) การคิดทางคณิตศาสตร์ 2) แนวคิดทางคณิตศาสตร์ 3) การสื่อสารแนวคิด 4) การใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือการเรียนรู้ หรือใช้เป็นเทคนิคในการแก้ปัญหา นอกจากนี้ องค์ประกอบสำคัญ 4 ประการ ดังกล่าวข้างต้นแล้ว การพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ยังต้องการฝึกให้มีความสามารถอีก 3 ประการคือ 1) ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่ม 2) มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ 3) ซาบซึ้งในวิชาคณิตศาสตร์ทั้งใน เชิงประวัติศาสตร์และทางสังคม

ยุพิน พิพิธกุล (2547: 19 - 20) กล่าวว่าไว้ว่าการทำโครงการคณิตศาสตร์นั้น อาจจะแบ่งเป็นลักษณะใหญ่ ๆ ได้ดังนี้

1. ลักษณะเชิงประวัติศาสตร์ เป็นโครงการในรูปแบบเอกสาร โครงการนี้จะต้องใช้แหล่งอ้างอิงจำนวนมาก เช่น ห้องสมุด ศูนย์วิทยบริการ เครือข่ายอินเทอร์เน็ต ฯลฯ ซึ่งอาจจะเป็นเรื่องที่เกี่ยวกับประวัติของนักคณิตศาสตร์ ประวัติของจำนวนและตัวเลข ประวัติการพัฒนาของคณิตศาสตร์ ประวัติการค้นพบสิ่งต่าง ๆ ซึ่งเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ เป็นต้น

2. ลักษณะตามสาระการเรียนรู้ (ด้านความรู้) เช่น จำนวน พีชคณิต เรขาคณิต การวัด สถิติและความน่าจะเป็น แคลคูลัส คณิตศาสตร์เต็มหน่วย โครงการลักษณะนี้จะใช้ความรู้ด้านเนื้อหามาพิจารณาโดยตรง ตัวอย่างเช่น ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนนับสองจำนวน กับตัวหารร่วมมาก และ ตัวคูณร่วมน้อย ของจำนวนนับสองจำนวนนั้น การตรวจสอบอนุกรมคอนเวอร์เจนต์และไดเวอร์เจนต์ หรืออาจจะทำในลักษณะต่าง ๆ แล้วใช้เนื้อหาคณิตศาสตร์มาเกี่ยวข้องโดยตรง เช่น รูปสี่เหลี่ยมที่มีพื้นที่มากที่สุด เป็นต้น

3. ลักษณะประยุกต์ใช้ ผู้ทำโครงการจะต้องสามารถเชื่อมโยงความรู้แนวคิดทฤษฎีต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ เช่น การออกแบบลายกระเบื้องปูพื้นโดยใช้รูปเรขาคณิต โมบายรูปเรขาคณิต การบรรจุกล่อง ค่าใช้จ่ายในชีวิตประจำวัน ค่าใช้จ่ายในการเล่นกีฬา การจัดผังบ้าน การจัดจราจรในโรงเรียน ค่าเลี้ยงดูสัตว์ การซื้อหรือการเช่า มหัตถรรพ์ของคณิตศาสตร์ การสมมาตรตามธรรมชาติ ดนตรีกับคณิตศาสตร์ การใช้คณิตศาสตร์ในชีวิตวิทยาเกมโอและเอกซ์ เกมก้านไม้ขีดไฟ การเล่นเกมกรูก กลคณิตศาสตร์ กลไฟ ฯลฯ

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2554: 8 - 9) แบ่งโครงการคณิตศาสตร์เป็น 7 ประเภท ดังนี้

1. โครงการงานที่สัมพันธ์กับบทเรียน เป็นโครงการที่มีความเชื่อมโยงกับบทเรียนโดยตรง เช่น การสรุปสาระสำคัญของบทเรียนตามความเข้าใจ การสร้างข้อคำถามหรือโจทย์ปัญหาที่สอดคล้องกับบทเรียนนั้นขึ้นมาเองพร้อมกับแสดงการหาคำตอบ การนำความรู้จากบทเรียนไปอธิบายสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง การหาตัวอย่างเพิ่มเติม ถือเป็นการจัดการความรู้ของผู้จัดทำโครงการ โครงการประเภทนี้รวมทั้งการนำความรู้จากบทเรียนไปใช้แก้ปัญหาที่สัมพันธ์กับบทเรียนโดยตรง ซึ่งเป็นปัญหาที่นักเรียนศึกษาค้นคว้าหรือกำหนดขึ้นมาเอง ทั้งนี้ต้องมีวิธีการนำเสนอโครงการที่น่าสนใจกว่าการทำแบบฝึกหัดตามปกติ โครงการประเภทนี้เหมาะกับนักเรียนที่เพิ่งเริ่มต้นเรียนรู้การทำโครงการ โดยทำเป็นโครงการเล็กๆ อย่างง่ายที่มีลักษณะใกล้เคียงกับการทำแบบฝึกหัดที่นักเรียนคุ้นเคย เป็นการนำโครงการมาใช้เป็นกิจกรรมที่ดำเนินการควบคู่ไปกับกิจกรรมการเรียนการสอน

2. โครงการงานประยุกต์ใช้ความรู้ เป็นโครงการที่นำความรู้ สมบัติทางคณิตศาสตร์ หรือทฤษฎีบทไปอธิบายปรากฏการณ์ สถานการณ์ต่างๆ ในสิ่งแวดล้อมรอบตัว รวมถึงการนำไปใช้ปัญหาในชีวิตจริง และการนำไปใช้ในศาสตร์อื่นๆ ซึ่งผู้จัดทำโครงการต้องมีความลุ่มลึกในเนื้อหาคณิตศาสตร์นั้นๆ ตามความเหมาะสมกับระดับชั้นเรียนของนักเรียน เช่น การนำความรู้เรื่องเลขยกกำลังไปอธิบายการแพร่กระจายของเชื้อโรค การลดลงของพื้นที่ป่าไม้ การอธิบายการเกิดเสียงดนตรีโดยใช้ลำดับเรขาคณิต

3. โครงการงานเชิงทฤษฎี เป็นโครงการที่สร้างข้อความคาดการณ์จากการสังเกต ค้นหาความสัมพันธ์จากตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง โดยการใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัย การสร้างสูตรหรือทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ดังกล่าวนี้ อาจสร้างใหม่ขึ้นมาเอง (ซึ่งมีโอกาสเป็นไปได้ค่อนข้างน้อยสำหรับนักเรียนทั่วไป) หรืออาจเป็นสิ่งที่มียู่แล้ว แต่นำมาอธิบายให้เกิดความชัดเจนตามความเข้าใจของผู้จัดทำโครงการ นอกจากนี้ยังรวมถึงโครงการที่เกิดจากความสนใจศึกษาเนื้อหาคณิตศาสตร์ในเชิงลึก หรือในบางแง่มุมที่น่าสนใจ การเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์เนื้อหาต่าง ๆ เช่น การอธิบายความเกี่ยวข้องกันของเศษส่วน ทศนิยม อัตราร้อย และร้อยละ

4. โครงการงานเชิงสำรวจ เป็นโครงการที่มุ่งศึกษาเหตุการณ์ กิจกรรม สิ่งต่างๆ ที่มีอยู่ในชีวิตจริง มีอยู่ในสิ่งแวดล้อมรอบตัว หรือมีอยู่ในธรรมชาติ โดยใช้การสำรวจ เก็บรวบรวมข้อมูลมาศึกษา วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ แปลความหมายและอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจ โครงการงานเชิงสำรวจรวมถึงการสำรวจความคิดเห็นที่มีต่อกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ เป็นฐานความรู้ไปสู่การวิจัยเชิงสำรวจ

5. โครงการงานประดิษฐ์คิดค้น เป็นโครงการที่มีผลของการดำเนินงานหรือผลลัพธ์ที่อยู่ในรูปสิ่งประดิษฐ์ หรือแนวคิดที่เป็นของตนเอง สร้างสรรค์คิดค้นขึ้นจากความรู้

สมบัติทางคณิตศาสตร์ หรือทฤษฎี รวมถึงการใช้เครื่องมือ นวัตกรรม และเทคโนโลยีทางคณิตศาสตร์ในการสร้างสรรค์ เช่น โครงการประดิษฐ์การออกแบบการปูแผ่นกระเบื้องที่มีลวดลายโดยใช้การแปลงทางเรขาคณิต การออกแบบลายผ้าจากฟังก์ชันโดยใช้โปรแกรม จีเอสพี การสร้างสิ่งประดิษฐ์โดยใช้สื่อคอมพิวเตอร์ต่างๆ

6. โครงการงานเชิงทดลอง เป็นโครงการที่มีลักษณะใกล้เคียงกับโครงการงานเชิงทดลองทางวิทยาศาสตร์ มีการกำหนดปัญหาที่ต้องการหาคำตอบ ตั้งสมมติฐานอย่างมีเหตุผลเพื่อคาดเดาคำตอบ ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลและแปลความหมายเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน และสรุปผลการทดลอง ตัวอย่างโครงการงานคณิตศาสตร์เชิงทดลอง เช่น โครงการสร้างนาฬิกาโดยใช้การไหลออกของน้ำ โครงการงานเชิงทดลองบางโครงการอาจเป็นการแสดงการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล

7. โครงการงานเชิงประวัติศาสตร์ เป็นโครงการที่ศึกษาเกี่ยวกับประวัติความเป็นมาของเรื่องราวต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ เช่น ประวัติของสัญลักษณ์ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ ประวัติของจำนวนและตัวเลข ประวัตินักคณิตศาสตร์และผลงานทางคณิตศาสตร์ การคิดค้นและการหาข้อค้นพบต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์

ประเภทของโครงการงานต่างๆ ไม่ได้แบ่งแยกออกจากกันโดยสิ้นเชิง โครงการงานบางโครงการอาจมีลักษณะเป็นโครงการมากกว่าหนึ่งประเภทก็ได้ เช่น โครงการออกแบบชิ้นขนมเป็นรูปเรขาคณิตชนิดต่าง ๆ มีลักษณะเป็นโครงการสิ่งประดิษฐ์ แต่ผู้จัดทำโครงการมีการสำรวจจากกลุ่มตัวอย่างด้วยว่า ชอบชิ้นขนมรูปเรขาคณิตแต่ละชนิดมากน้อยเพียงใด โครงการนี้ จึงมีลักษณะเป็นโครงการเชิงสำรวจด้วย

การแบ่งประเภทโครงการงานทางคณิตศาสตร์มีการแบ่งประเภทไว้อย่างหลากหลายขึ้นอยู่กับเกณฑ์และจุดมุ่งหมายที่ใช้ในการแบ่ง ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้แบ่งประเภทของโครงการงานคณิตศาสตร์ที่นักเรียนจัดทำตามรูปแบบของ ปรีชา เนาว์เย็นผล ซึ่งแบ่งโครงการคณิตศาสตร์ออกเป็น 7 ประเภทดังกล่าวข้างต้น

1.2 ความสำคัญของโครงการงานคณิตศาสตร์

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2554: 11 - 14) เสนอว่าโครงการงานคณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในประเด็นต่างๆ พอสรุปได้ดังนี้

1. โครงการงานคณิตศาสตร์ในฐานะที่เป็นวิธีการหรือกิจกรรมการเรียนรู้
2. โครงการงานคณิตศาสตร์เป็นช่องทางให้นักเรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้
3. การจัดทำโครงการทำให้เกิดการทบทวนเนื้อหาสาระของคณิตศาสตร์

4. โครงการงานคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้ใหม่อย่างต่อเนื่อง และเป็นระบบ

5. โครงการงานคณิตศาสตร์ทำให้เกิดผลผลิตของการศึกษาค้นคว้า

6. โครงการงานคณิตศาสตร์เป็นกิจกรรมเตรียมการและฝึกฝนนักวิจัยขั้นต้น

7. โครงการงานคณิตศาสตร์เป็นกิจกรรมที่เอื้ออำนวยต่อการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทางด้านต่าง ๆ ดังนี้

7.1 ฝึกการแก้ปัญหา

7.2 ฝึกการให้เหตุผล

7.2 ฝึกการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

7.3 ฝึกการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การนำเสนอและการใช้

ตัวแทน

7.4 การคิดหาหัวข้อโครงการต้องมีความแปลกใหม่

จากความสำคัญของโครงการงานคณิตศาสตร์ดังกล่าวข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะนำกิจกรรมโครงการงานคณิตศาสตร์ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อพัฒนานักเรียนให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างเต็มศักยภาพมากที่สุด

1.3 จุดมุ่งหมายของโครงการงานคณิตศาสตร์

ชัยศักดิ์ สีสานจรสกุล (2542: 6) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของโครงการงานคณิตศาสตร์ไว้ว่า

1. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรัก ความสนใจ และมีเจตคติที่ดีต่อวิชา

คณิตศาสตร์

2. เพื่อพัฒนาความสามารถของนักเรียนในการใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา

3. เพื่อให้นักเรียนนำความรู้คณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน หรือออกแบบสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ได้ โดยตระหนักถึงคุณค่าและประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์

4. เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

5. เพื่อให้นักเรียนรู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์

6. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงออก พร้อมทั้งได้มีโอกาสเผยแพร่ผลงานของตนเอง

7. เพื่อพัฒนาความรับผิดชอบและสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

8. เพื่อส่งเสริมการศึกษาค้นคว้า หรือวิจัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสนใจและมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2554: 14 - 15) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมให้นักเรียนทำโครงการคณิตศาสตร์มีจุดมุ่งหมายดังนี้

1. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียน ได้นำความรู้ ทางคณิตศาสตร์ไป อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตจริง และสามารถนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างกว้างขวาง เป็นการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย รวมทั้งการนำไปบูรณาการกับสาระการเรียนรู้อื่น ๆ
2. เพื่อส่งเสริมและกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจ มีความตระหนักในประโยชน์ และคุณค่าของคณิตศาสตร์ และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์
3. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้ศึกษา ค้นคว้า หรือวิจัยทางคณิตศาสตร์ และเพิ่มพูนความรู้ตามความถนัดและความสนใจตามศักยภาพของตน
4. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียน ได้มีทักษะในการอ่าน คิดวิเคราะห์และการเขียน มีความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ สามารถนำมาใช้ในการเผยแพร่ผลงานของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้
5. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความรับผิดชอบในงานที่ตนเองได้รับมอบหมาย มีทักษะในการแสวงหาความรู้ ได้พัฒนาทักษะทางสังคม ทักษะการดำรงชีวิต และสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้
6. เพื่อพัฒนาความสามารถของนักเรียนในการใช้ทักษะและกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นำไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงอย่างมีระบบเป็นขั้นตอน
7. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงออกในความสามารถทางคณิตศาสตร์ สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ รวมทั้งการสังเคราะห์ การนำเสนอแนวคิดใหม่ ๆ ที่ไม่เคยมีมาก่อน
8. เพื่อให้นักเรียนมีวิสัยทัศน์ทางคณิตศาสตร์ พัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และรู้จักใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 152) กล่าวว่า วัตถุประสงค์ในการทำโครงการคณิตศาสตร์มีจุดมุ่งหมายดังนี้

1. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้นำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างกว้างขวาง
2. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการ และความสามารถทางคณิตศาสตร์

3. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้ศึกษา ค้นคว้า หรือทำวิจัยทางคณิตศาสตร์ และเพิ่มพูนความรู้ตามความถนัดและความสนใจ
4. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้มีทักษะการสื่อสาร ที่นำมาใช้ในการเผยแพร่ผลงานของตนเอง
5. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนตระหนักถึงคุณค่าและประโยชน์ของคณิตศาสตร์ และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

จากการศึกษาจุดมุ่งหมายของการทำโครงการคณิตศาสตร์ทำให้ผู้วิจัยได้แนวคิดในการกำหนดจุดมุ่งหมายในการทำโครงการคณิตศาสตร์ว่า เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากการลงมือปฏิบัติกิจกรรมวิชาคณิตศาสตร์ในเชิงบูรณาการ มีการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ผสมผสานกับทักษะการแก้ปัญหา การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ในศาสตร์ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน การสื่อความหมาย และการนำเสนอผลงานที่เกิดจากความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ประกอบกับการฝึกการทำงานร่วมกันของนักเรียน เช่น ความร่วมมือ ความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย สามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้ ส่งผลให้นักเรียนเห็นคุณค่าและประโยชน์ของคณิตศาสตร์ และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

1.4 หลักการของโครงการคณิตศาสตร์

การจัดกิจกรรมให้นักเรียนทำโครงการคณิตศาสตร์ควรคำนึงถึงหลักการที่สำคัญ ดังนี้ (ปรีชา เนาว์เย็นผล 2554: 13 – 15; ชัยศักดิ์ ถิลาจารีสกุล 2542: 6 ; สุวร กาญจนมยุร 2544: 6)

1. เรื่องที่นำมาจัดทำโครงการเป็นเรื่องเกี่ยวกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ หรือมีความเชื่อมโยงกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้
2. หัวข้อหรือเรื่องที่นำมาจัดทำโครงการต้องเป็นเรื่องที่นักเรียนสนใจ ต้องการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ หากคำตอบ นักเรียนเป็นผู้ริเริ่มวางแผนและดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตัวเอง โดยมีครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะและให้คำปรึกษา เพื่อเป็นการฝึกให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น
3. เรื่องที่นำมาจัดทำโครงการต้องเป็นเรื่องใหม่ ไม่เป็นการลอกเลียนหรือคัดแปลงจากโครงการที่มีอยู่ก่อนแล้ว แต่สามารถต่อขยายหรือพัฒนาโครงการที่มีอยู่แล้วในแง่มุมใหม่ที่เป็นตัวของตัวเอง ต้องแสดงถึงการมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
4. การทำโครงการคณิตศาสตร์ต้องคำนึงถึงเสรีภาพและเศรษฐกิจ หมายถึงการให้เสรีภาพแก่ผู้ทำโครงการในเรื่องที่จะทำโดยคำนึงถึงวัสดุอุปกรณ์และเงินทุนที่มีอยู่เป็นองค์ประกอบ

5. การทำโครงการคณิตศาสตร์เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยเริ่มจากการเลือกหัวข้อที่ตนเองสนใจศึกษา กำหนดจุดประสงค์ วางแผน การศึกษาค้นคว้า ดำเนินการรวบรวมข้อมูล และสรุปผลการศึกษาค้นคว้า

6. เรื่องที่นำมาจัดทำโครงการแสดงถึงการศึกษาอย่างลุ่มลึก รู้จริง รู้แจ้ง และรอบรู้ด้วยวิธีการและแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ เป็นการเรียนรู้ที่มีระบบ มีกระบวนการที่ถูกต้อง และสามารถตรวจสอบความถูกต้องได้ทุกขั้นตอนและใช้อ้างอิงได้

กล่าวโดยสรุปหลักการสำคัญของกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์มีดังนี้

1. เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ด้วยการเชื่อมโยงทฤษฎีทางคณิตศาสตร์กับประเด็นปัญหาที่นักเรียนสนใจ สงสัย ต้องการหาคำตอบ เป็นการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่เป็นสภาพจริง
2. มีวิธีการศึกษาอย่างเป็นระบบ มีขั้นตอนต่อเนื่อง มีการวางแผนการทำงานและลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้
3. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ และสร้างงานด้วยตนเองที่เกิดจากการศึกษาค้นคว้า โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์

แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในปัจจุบันนี้ได้รับแนวคิดจากทฤษฎีจิตวิทยาการเรียนรู้ของกลุ่มปัญญานิยม ซึ่งนักจิตวิทยากลุ่มนี้ให้ความสนใจในการศึกษาปัจจัยภายในตัวบุคคลที่เรียกว่าโครงสร้างทางปัญญา (cognitive structure) ที่มีผลต่อการจำ การรับรู้และการแก้ปัญหาของบุคคล นักจิตวิทยากลุ่มนี้มีความเชื่อว่าการกระทำต่าง ๆ ของบุคคลนั้นเกิดขึ้นจากตัวบุคคลเองไม่ใช่เกิดจากเงื่อนไข บุคคลเป็นผู้กระทำ สภาพแวดล้อมที่จะทำให้บุคคลเรียนรู้ได้ดีนั้นจะต้องเป็นสภาพแวดล้อมที่บุคคลรับรู้และมีความหมายต่อบุคคลนั้นเท่านั้น อีกทั้งสิ่งใดที่บุคคลได้เรียนรู้มาก่อนจะมีผลต่อการเรียนรู้ในปัจจุบัน ดังนั้น นักจิตวิทยากลุ่มนี้ให้ความสนใจต่อสิ่งที่บุคคลได้เรียนรู้มาแล้ว เพื่อจะไปจัดประสบการณ์ที่มีความหมายเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ประภาพรณ เอี่ยมสุภามิต 2553: 2 - 23)

ทฤษฎีของ จอห์น ดิวอี้ (John Dewey, 1963 อ้างถึงใน ประทุม อังกูโรหิต, 2543) ให้แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดการเรียนรู้โดยการกระทำ (learning by doing) ที่สรุปได้ว่า 1) การเรียนรู้เกิดจากการที่นักเรียนลงมือทำงานต่าง ๆ ด้วยตนเองเพื่อสร้างผลผลิตและผลงานขึ้นมา 2) นักเรียนจะต้องเรียนรู้วิธีคิด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง วิธีการคิดแก้ปัญหา 3) นักเรียนจะต้องเรียนรู้เพื่อเตรียมตัว

สำหรับการดำรงชีวิต ในสังคมให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเรียนรู้ในการให้ความร่วมมือกับผู้อื่น ซึ่งแนวคิดดังกล่าวนี้สอดคล้องกับแนวคิด ของ คิลแพททริก (Kilpatrick, 1996) ที่ได้นำแนวคิดของดิวอี้มาประยุกต์ใช้โดยการทำการทดลองวิธีการสอนแบบโครงงาน คิลแพททริกได้ศึกษาพบว่า นักเรียนเรียนรู้ได้ดีเมื่อมีการวางแผนร่วมกัน มีอิสระในการตัดสินใจและได้ทำในสิ่งที่ต้องการ ซึ่งมีผลให้นักเรียนมีระดับความพึงพอใจมากขึ้น และนักเรียนได้พัฒนาศักยภาพของตนเองในด้านต่าง ๆ ให้สูงขึ้น อันเป็นผลมาจากความสัมพันธ์ของระดับความสนใจ และเป้าหมายที่นักเรียนต้องการเรียนรู้ ซึ่งต่างจากการที่ครูเป็นผู้กำหนด หรือจากบทเรียนสำเร็จรูป จึงเป็นที่ยิ่ดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง การสอนแบบโครงงานเป็นหัวใจสำคัญของทุกกิจกรรมในการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีของ จอห์ ดิวอี้ ดังนี้

1. นักเรียนมีความสุขกับการเรียนรู้ได้เรียนรู้อย่างสนุกสนาน โดยผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย
2. นักเรียนได้เรียนรู้ตามความสนใจ ตามความถนัดและศักยภาพด้วยการศึกษาค้นคว้า ฝึกปฏิบัติฝึกทักษะ จนถึงเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองทำให้เกิดความเชื่อมั่น เกิดการใฝ่รู้ ใฝ่เรียน
3. กิจกรรมกลุ่มช่วยเสริมสร้างลักษณะนิสัยอันพึงประสงค์ เกิดกระบวนการทำงาน
4. นักเรียนเกิดกระบวนการคิดจากการทำกิจกรรมร่วมกัน และค้นหาคำตอบจากประเด็นคำถามจากผู้สอนและเพื่อน ๆ สามารถค้นหาคำตอบและวิธีการ ได้ด้วยตนเอง
5. ทุกขั้นตอนการจัดกิจกรรม จะสอดแทรกคุณธรรมและจริยธรรม เพื่อให้ให้นักเรียนได้ซึมซับสิ่งที่ดีงามไว้ในตนเองตลอดเวลา
6. คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลในการเรียนรู้และการปฏิบัติงาน โดยให้แต่ละคนเรียนรู้เต็มตามศักยภาพของตน ไม่นำผลงานของนักเรียนมาเปรียบเทียบกัน มุ่งให้นักเรียนแข่งขันกับตนเองและไม่ถึงผลเลิศจนเกินไป
7. ผลที่เกิดขึ้นกับนักเรียน คือ นักเรียน เรียนอย่างมีความสุข เกิดการพัฒนารอบด้าน มีอิสระที่จะเลือกวิธีการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับตนเอง และนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

จากการศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่กล่าวถึงผู้วิจัยนำความรู้ที่ได้มาเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร เพื่อให้เป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง และเรียนรู้อย่างมีความหมาย

3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์

3.1 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับโครงงานคณิตศาสตร์

การจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงงานจัดว่าเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้วิธีหนึ่ง ปรีชา เนาว์เย็นผล (2554: 9 - 12) และ นภัสสร สุทธิกุล (2546: 33) ได้เสนอแนวทางในการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับโครงงานคณิตศาสตร์ไว้ 3 แนวทาง คือ

1) การจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงงาน (project activities) เป็นการจัดการเรียนรู้โดยสอดแทรกการนำโครงงานเข้าไปในกิจกรรมการเรียนรู้หลังจากเรียนรู้เนื้อหาสาระจากบทเรียนแล้ว เป็นการนำโครงงานเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมการเรียนรู้ ในลักษณะกิจกรรมฝึกทักษะเสริมความรู้ความเข้าใจ และประยุกต์ใช้ความรู้รวมทั้งขยายฐานความรู้ที่สัมพันธ์ และสอดคล้องกับบทเรียน การจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงงานจัดว่าเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้วิธีหนึ่ง

2) การสอนการทำโครงงาน (teaching for projects) มีจุดประสงค์หลักเพื่อสอนให้นักเรียนทำโครงงานคณิตศาสตร์ได้ อาจเริ่มจากการเลือกหัวข้อของโครงงาน การกำหนดจุดประสงค์ของโครงงาน การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง การวางแผนการทำโครงงาน การปฏิบัติงานตามโครงงาน การเขียนรายงานโครงงาน และการนำเสนอโครงงาน เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับโครงงานเปิดกว้างตามความสนใจของนักเรียน

3) การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน (project approach) หรือการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (project based learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ตอบสนองความสนใจนักเรียนรายบุคคลหรือรายกลุ่ม นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาคณิตศาสตร์จากการทำโครงงานที่ริเริ่มโดยนักเรียนเองโดยครูผู้สอนหรือผู้รู้เป็นผู้ให้คำแนะนำ และให้คำปรึกษา

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์แนวทางที่ 1 จัดสอดแทรกในรายวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ที่ผู้วิจัยทำการสอนอยู่

3.2 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2554: 32 - 42) ได้ให้แนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงงานว่าสามารถแบ่งเป็นขั้นตอนใหญ่ ๆ ได้ 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เริ่มเรียนรู้สู่โครงงานเบื้องต้น ฝึกทำแบบฝึกหัดหรือกิจกรรมทางคณิตศาสตร์โดยให้นำเสนอในรูปโครงงานอย่างง่าย ฝึกการตั้งชื่อโครงงาน กำหนดจุดประสงค์

ของโครงการ ระบุหัวข้อของเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง และเขียนรายงาน การดำเนินงาน ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์

ขั้นตอนที่ 2 ฝึกฝนเดิมสาระและระบุวิธีดำเนินงาน เพิ่มเติมหัวข้อจากขั้นตอนที่ 1 โดยเพิ่มรายละเอียดของเนื้อหาสาระที่เกี่ยวข้องกับโครงการคณิตศาสตร์อย่างง่ายที่ทำ และเพิ่ม การเขียนวิธีดำเนินงานสั้นๆ ในการจัดทำโครงการ

ขั้นตอนที่ 3 สอดประสานทำโครงการที่สมบูรณ์ ฝึกทำโครงการที่สัมพันธ์กับ บทเรียนให้มีความลุ่มลึกมากยิ่งขึ้น เขียนรายงานการทำโครงการทำนองเดียวกันกับขั้นตอนที่ 1 และ 2 โดยให้มีความละเอียดชัดเจนขึ้น และเพิ่มเติมหัวข้อที่สำคัญในการเขียนรายงานให้สมบูรณ์ ได้แก่ ความเป็นมา ระยะเวลาดำเนินงาน สรุปและข้อเสนอแนะ และหัวข้ออื่นๆ ที่เห็นว่าเหมาะสม

ขั้นตอนที่ 1-3 เป็นการฝึกให้นักเรียนทำโครงการที่สอดคล้องกับกิจกรรมหรือ แบบฝึกหัดของบทเรียนในกรอบของจุดประสงค์การเรียนรู้ รวมถึงการขยายขอบข่ายขององค์ ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน เป็นการสอดแทรกโครงการเข้าไปในกิจกรรมการเรียนรู้ของ บทเรียน เมื่อนักเรียนประสบความสำเร็จแล้วจึงดำเนินการในขั้นตอนที่ 4 ต่อไป

ขั้นตอนที่ 4 เพิ่มพูนประสบการณ์ทำโครงการที่สนใจ เพิ่มเติมความรู้เกี่ยวกับ การจัดทำโครงการประเภทต่างๆ นอกเหนือไปจากการจัดทำโครงการที่สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้ เปิดโอกาสนักเรียนมีอิสระในการทำโครงการอย่างเต็มที่ อาจเป็นโครงการที่นักเรียน สนใจศึกษาเพิ่มเติมเชิงลึกเป็นการเฉพาะ ซึ่งมีความเชื่อมโยงหรือบูรณาการกับเนื้อหาสาระ หลายสาระก็ได้

แนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงการทั้ง 4 ขั้นตอน สามารถ อธิบายได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เริ่มเรียนรู้โครงการเบื้องต้น

ขั้นตอนทั่วไปของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่นิยมใช้กันสรุปย่อๆ ได้ดังนี้

1. นำเข้าสู่บทเรียน โดยการทบทวนความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องเพื่อเตรียมความ พร้อมในการเรียนเนื้อหาใหม่ หรือสร้างความตระหนักให้เห็นความสำคัญของบทเรียน
2. นำเสนอเนื้อหาใหม่ ด้วยการเสนอตัวอย่าง บทนิยาม หรือใช้การแก้ปัญหา ที่มีความเกี่ยวข้องเพื่อเชื่อมโยงสู่เนื้อหาใหม่
3. เสริมสร้างความเข้าใจ นำเสนอตัวอย่างเพิ่มเติม ครูและนักเรียนสรุปข้อความรู ้ร่วมกัน
4. นำไปใช้ แสดงการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ อาจอยู่ในรูปการแก้โจทย์ปัญหา

5. ฝึกทักษะและทบทวนรวมทั้งการขยายฐานความรู้ ด้วยการให้นักเรียน
ทำแบบฝึกหัด หรือกิจกรรมที่สอดคล้องกับบทเรียน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามขั้นตอนข้างต้นสามารถสอดแทรก
กิจกรรมโครงงาน โดยปรับเปลี่ยนและเพิ่มเติมส่วนท้ายของกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นฝึกทักษะ
และทบทวน ด้วยการให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด หรือกิจกรรมที่สอดคล้องแนวคิดของการจัดทำ
โครงงานโดยแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 – 4 คน ให้นำเสนอกิจกรรมในรูปโครงงานอย่างง่าย
ขนาดเล็ก อาจเรียกว่า “โครงงานน้อย (mini project)” ซึ่งสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
ให้มียุทธศาสตร์ที่สำคัญของการเขียนรายงานการทำโครงการเพียง 3-4 ส่วนก็พอ

องค์ประกอบที่สำคัญของการเขียนรายงานการทำโครงงานขั้นตอนที่ 1 เริ่มเรียนรู้
คู่โครงงานเบื้องต้น

1. ชื่อโครงงาน สามารถกำหนดให้สอดคล้องกับเนื้อหาสาระที่นักเรียนกำลัง
เรียน หรือเป็นชื่อในลักษณะที่ดึงดูดความสนใจซึ่งมีความสอดคล้องกับเนื้อหาสาระที่จะนำเสนอ
ในรูปโครงงาน

2. ผู้จัดทำโครงงาน ระบุชื่อนักเรียนที่ทำ หรือชื่อกลุ่มที่จัดทำโครงงานร่วมกัน
กลุ่มละ 3 – 4 คน

3. จุดประสงค์ ในส่วนนี้ถือว่าเป็นเรื่องใหม่สำหรับนักเรียน การเริ่มต้นฝึกให้
นักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับการเขียนจุดประสงค์ไม่ยากและสามารถทำได้ด้วยตนเองก็คือ การ
ปรับเปลี่ยนที่ให้ทำแบบฝึกหัด พัฒนามาเป็นจุดประสงค์ของโครงงาน

ครูผู้สอนจะต้องทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษาโครงงานไปด้วยในตัว ช่วยดูแล และ
แนะนำ การเขียนจุดประสงค์ของโครงงานให้อยู่ในกรอบของจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื่องจากเป็น
โครงงานในระยะเริ่มต้นที่มีความเชื่อมโยงกับบทเรียนโดยตรงไปตรงมา

4. สาระคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ให้ระบุเพียงชื่อหัวข้อ หรือชื่อเรื่องของบทเรียนที่
นักเรียนกำลังเรียนอยู่ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับโครงงานที่นักเรียนทำ ในการทำโครงงานขั้นตอน
แรกนี้ให้นักเรียนระบุเพียงชื่อของหัวข้อ หรือชื่อเรื่อง ก็เป็นการเพียงพอ รายละเอียดต่างๆ ให้อธิบาย
ก่อนก็ได้

5. ผลการดำเนินงาน ส่วนประกอบของโครงงานในส่วนนี้ต้องมีความสอดคล้อง
กับจุดประสงค์ของโครงงาน เนื่องจากจุดประสงค์ของโครงงานสามารถพัฒนามาจากคำสั่งของ
แบบฝึกหัดหรือคำสั่งของกิจกรรม ผลการดำเนินงานก็สามารถพัฒนามาจากวิธีทำและคำตอบ
ที่ทำตามคำสั่ง รวมถึงการแสดงผลตามที่ระบุในจุดประสงค์นั่นเอง ทั้งนี้ผู้จัดทำต้องมีวิธีการ
นำเสนอเป็นของตนเอง นำเสนอให้น่าสนใจว่าการทำแบบฝึกหัดตามปกติ

หลังจากนักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์แล้ว ในขั้นฝึกทักษะ และ ทบทวนรวมทั้งการขยายฐานความรู้ ครูกำหนดให้นักเรียนทำโครงการเพิ่มเติมจากการทำ แบบฝึกหัด หรือทดแทนการทำแบบฝึกหัด ซึ่งครูควรมีตัวอย่างโครงการในเนื้อหาสาระนั้นให้นักเรียนศึกษาด้วย

แนวคิดง่ายๆ ในขั้นตอนเริ่มต้นทำโครงการก็คือให้นักเรียนจัดทำโครงการ จากกิจกรรมที่นักเรียนคุ้นเคยอยู่แล้ว โดยการพัฒนาจากกิจกรรมการเรียนรู้หรือจากการทำ แบบฝึกหัดของนักเรียนที่มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด ในระยะแรกนี้ครูจะมีบทบาทในการ แนะนำนักเรียนค่อนข้างมาก เพื่อให้การจัดทำโครงการอยู่ในกรอบจุดประสงค์ของบทเรียน แต่ นักเรียนก็ยังมีอิสระในการคิด ค้นหา ในส่วนที่เป็นรายละเอียดด้วยตนเอง และการคิดหาวิธีนำเสนอ ให้น่าสนใจ ครูอาจต้องใช้เวลาในการจัดกิจกรรมสัก 3 - 4 ครั้ง ครั้งละ 1 - 2 ชั่วโมง เพื่อให้ นักเรียนมีความคุ้นเคยกับการทำโครงการอย่างง่าย ๆ สามารถกำหนดชื่อโครงการได้ เขียน จุดประสงค์ ระบุเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง และผลการดำเนินงานที่สอดคล้องกันได้นอกจากนี้ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำเสนอโครงการที่กลุ่มของนักเรียนจัดทำขึ้น ด้วยวิธี นำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยใช้สื่อช่วยการนำเสนอ เช่น แผ่นโปสเตอร์ เครื่องฉายภาพทึบแสง การ นำเสนอด้วยโปสเตอร์ และที่สำคัญคือการให้นักเรียนได้มีโอกาสจัดแสดงโครงการบนป้ายนิเทศ ของห้องเรียน ติดแสดงไว้ ครั้งละประมาณ 1 สัปดาห์ ให้นักเรียนกลุ่มอื่นได้มาศึกษา ช่วย ตรวจสอบความถูกต้องและให้ข้อเสนอแนะ ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจในผลงานของ ตนเองอีกด้วย

ขั้นตอนที่ 2 ฝึกฝนเติมสาระและระบุวิธีดำเนินงาน

หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการเปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการ คิดในขั้นการให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด หรือกิจกรรมหลังเรียน ครูสามารถฝึกให้นักเรียนนำเสนอ ในรูปโครงการอย่างต่อเนื่องต่อไป ส่วนประกอบของรายงานการทำโครงการที่ควรให้นักเรียน เพิ่มเติมในการจัดทำโครงการขั้นตอนที่ 2 นี้ คือ การเพิ่มเติมรายละเอียดของเนื้อหาสาระ คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง และการเขียนวิธีการดำเนินงาน โดยให้เขียนต่อจากจุดประสงค์ก่อนที่จะ แสดงผลของการดำเนินงาน

1. สาระคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ให้นักเรียนพิจารณาว่าโครงการคณิตศาสตร์ที่ จัดทำมีความเกี่ยวข้องหรือได้นำเนื้อหาใดของคณิตศาสตร์มาใช้บ้าง ซึ่งในขั้นตอนที่ 1 นั้นให้ นักเรียนเขียนเฉพาะชื่อหัวข้อ หรือชื่อเรื่อง ต่อมาในขั้นตอนที่ 2 นี้ อาจให้เพิ่มเติมสาระสำคัญของ เนื้อหาคณิตศาสตร์ลงไปด้วย นักเรียนสามารถเขียนสาระคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องโดยนำมาจาก เนื้อหาในหนังสือเรียน หรือจากบทสรุปข้อความรู้ของบทเรียน

2. วิธีดำเนินงาน ส่วนประกอบของโครงการในส่วนนี้ให้กล่าวถึงวิธีการที่นำไปสู่การได้คำตอบสิ่งที่ต้องการ หรือผลตามที่กำหนดในจุดประสงค์ ให้กล่าวถึงวิธีการ ขั้นตอน ที่นำไปสู่การได้ผลการดำเนินงานตามโครงการ นักเรียนสามารถเรียบเรียงขึ้นจากวิธีการ ขั้นตอน ที่นักเรียนปฏิบัติโดยตรง การเขียนเล่าสิ่งที่ได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองเป็นสิ่งที่ไม่ยากสำหรับนักเรียน วิธีดำเนินงานที่ใช้ในโครงการ เช่น การศึกษาเอกสาร ตำรา การสัมภาษณ์ผู้รู้ การสำรวจ การสังเกต การทดลอง การสร้างสิ่งประดิษฐ์ รวมถึงการสร้างแบบจำลองเพื่อหาคำตอบ

ในขั้นตอนนี้ นักเรียนมีอิสระในการทำกิจกรรมในรูปแบบโครงการมากขึ้น แต่ยังคงอยู่ในกรอบจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน ครูยังต้องช่วยเสนอแนะอยู่พอสมควร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เป็นสาระคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง จำเป็นที่ครูจะต้องช่วยตรวจสอบความถูกต้อง ไม่ให้เกิดความคลาดเคลื่อนของมโนคติทางคณิตศาสตร์ ครูสามารถนำสาระสำคัญจากแผนการจัดการเรียนรู้ของครูมาใช้แนะนำการเขียนสาระคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องในโครงการของนักเรียนได้

ในตอนท้ายของกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละครั้ง ครูสามารถกำหนดงานให้นักเรียนจัดทำโครงการที่มีความสัมพันธ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ได้ สาระสำคัญของเรื่องที่เรียนก็จะไปปรากฏอยู่ในส่วนสาระคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับโครงการ

ขั้นตอนที่ 3 สอดประสานทำโครงการที่สมบูรณ์

เมื่อถึงระยะนี้ถือว่านักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในการจัดทำโครงการได้พอสมควรแล้ว สามารถฝึกทำโครงการที่มีความลุ่มลึกและมีขนาดใหญ่ขึ้นได้ การเขียนรายงานการทำโครงการในขั้นตอนที่ 3 เป็นการเขียนหัวข้อต่าง ๆ ที่มีความละเอียดชัดเจนขึ้น มีการเพิ่มเติมนองค์ประกอบของโครงการให้สมบูรณ์ตามรูปแบบของการเขียนรายงานโครงการ สำหรับกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดแทรกโครงการอย่างง่ายมาตั้งแต่ต้น เมื่อถึงขั้นตอนนี้ สาระในบทเรียนคณิตศาสตร์ทั่ว ๆ ไป มักเป็นเรื่องการประยุกต์ใช้ความรู้ในลักษณะการแก้โจทย์ปัญหา หรือเป็นการขยายฐานความคิดของเรื่องที่เรียนออกไป ซึ่งครูสามารถสนับสนุนให้นักเรียนแสดงการประยุกต์ใช้ความรู้ในแนวทางที่นักเรียนสนใจในรูปแบบของการจัดทำโครงการ โดยกำหนดกรอบความคิดด้วยจุดประสงค์การเรียนรู้ ในขั้นตอนที่ 3 นี้ ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้จัดทำโครงการที่มีองค์ประกอบครบถ้วน เป็นโครงการที่สมบูรณ์ชัดเจน จัดว่าเป็นโครงการใหญ่ ที่ต้องใช้ความคิดและเวลาพอสมควร

หัวข้อหรือองค์ประกอบของรายงานการทำโครงการในขั้นตอนที่ 3 ที่ควรเพิ่มเติมจากขั้นตอนที่ 1 และ 2 ให้สมบูรณ์ มีดังนี้

1. ครูที่ปรึกษา โครงการที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้นี้ครูที่ปรึกษา หรืออาจารย์ที่ปรึกษาก็คือครูผู้สอน และอาจมีครูท่านอื่นซึ่งมีความถนัดและความสนใจในเรื่อง

ที่นักเรียนจัดทำโครงงานมาช่วยเป็นที่ปรึกษา เป็นการเตรียมนักเรียนสำหรับทำโครงงานที่นักเรียนคิดได้เองอย่างอิสระต่อไป หัวข้อครูที่ปรึกษานี้อาจมีปรากฏในโครงงานตั้งแต่ขั้นตอนต้น ๆ ก่อนหน้านี้ก็ได้

2. ความเป็นมา ให้กล่าวถึงเหตุผล แรงจูงใจที่ทำให้เกิดความสนใจทำโครงงานนี้ขึ้นมา

3. ระยะเวลาในการดำเนินงาน บอกช่วงเวลา หรือระยะเวลารวมในการจัดทำโครงงาน อาจนำไปไว้เป็นส่วนขยายของวิธีการดำเนินงานก็ได้

4. สรุป และข้อเสนอแนะ เป็นการสรุปสาระสำคัญของผลการดำเนินงานที่สอดคล้องกับจุดประสงค์ ควรสรุปแยกเป็นข้อ ๆ นอกจากนี้สามารถเพิ่มเติมสิ่งที่นักเรียนผู้จัดทำได้รับการจัดโครงงานในลักษณะที่เป็นข้อค้นพบ ความรู้ รวมถึงแนวทางที่จะเสนอแนะให้ผู้อื่นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

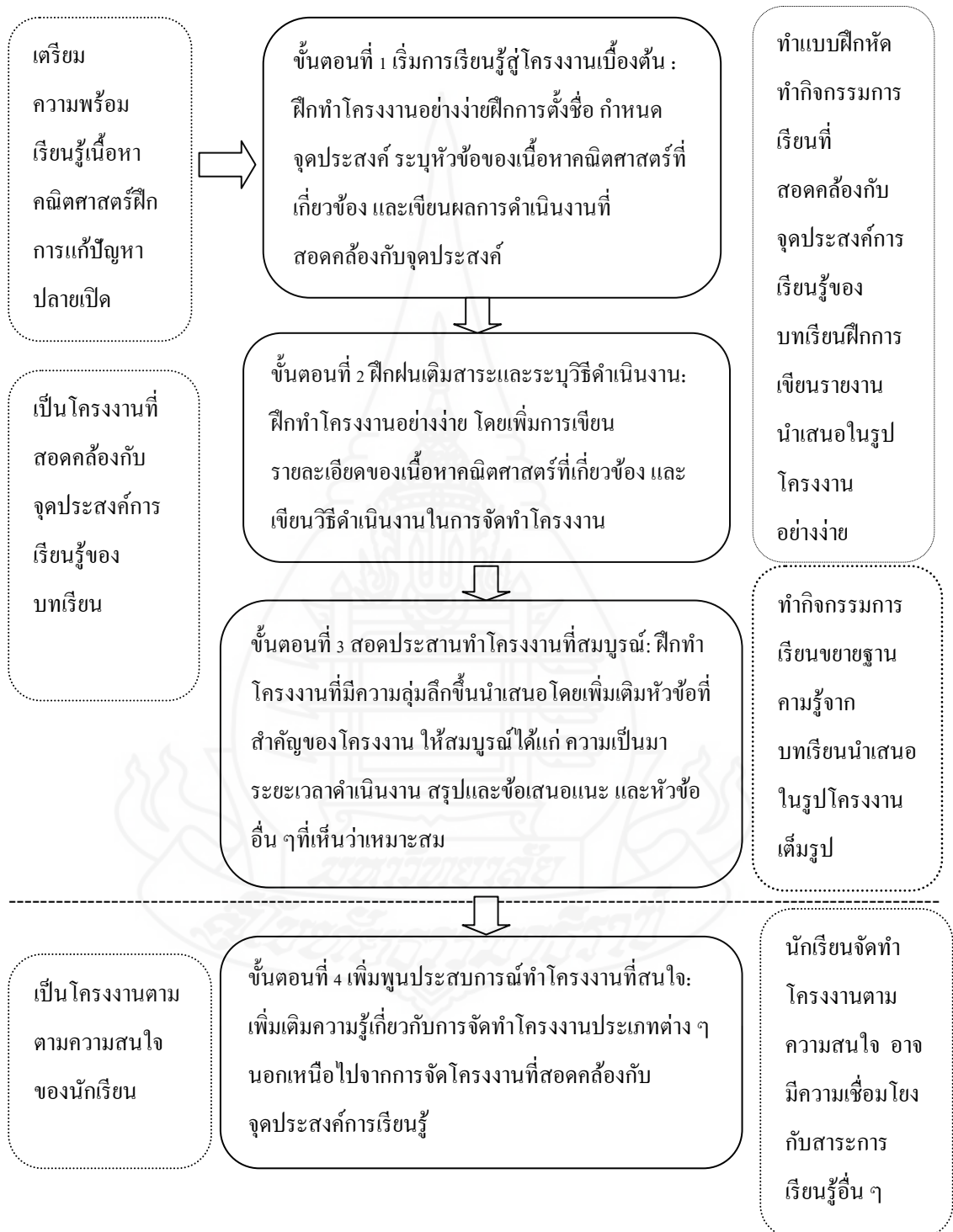
หลังจากที่นักเรียนได้ฝึกการทำโครงงานในกรอบของจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียนที่กำหนดตามแผนการจัดการเรียนรู้ นับได้ว่านักเรียนมีประสบการณ์ในการทำโครงงานพอสมควรแล้ว แต่ยังเป็นโครงงานที่อยู่ภายใต้การมีส่วนร่วมในการกำหนดเรื่องของครูผู้สอน แม้จะมีความเป็นอิสระในการคิดค่อนข้างสูง แต่ก็ยังไม่มีความเป็นอิสระอย่างเต็มที่เมื่อดำเนินงานมาถึงขั้นตอนที่ 3 อาจถือได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยการสอดแทรกกิจกรรมโครงงานสิ้นสุดลงแล้ว ในขั้นตอนต่อไปเป็นระยะที่นักเรียนจะเพิ่มพูนประสบการณ์ในการทำโครงงานที่อาจอยู่นอกกรอบของจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการคิด วางแผน และจัดทำโครงงานเอง โดยครูผู้สอนจะลดบทบาทลงเป็นเพียงผู้ให้คำปรึกษา

ขั้นตอนที่ 4 เพิ่มพูนประสบการณ์ทำโครงงานที่สนใจ

ในขั้นตอนที่ 4 นี้ จัดได้ว่าเป็นกิจกรรมที่มุ่งให้นักเรียนจัดทำโครงงานโดยตรง เป็นการเปิดโอกาสให้กลุ่มของนักเรียนคิดหัวข้อโครงงานเองตามความสนใจ ในลักษณะที่เปิดมากขึ้น มีความเป็นอิสระมากขึ้น ซึ่งไม่จำเป็นต้องอยู่ภายใต้กรอบของจุดประสงค์การเรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่ง โครงงานอาจมีความเชื่อมโยงสาระคณิตศาสตร์หลายเรื่อง หรือมีความเชื่อมโยงกับสาระอื่นในลักษณะบูรณาการก็ได้ การจัดกิจกรรมในขั้นตอนที่ 4 เพิ่มพูนประสบการณ์ ทำโครงงานที่สนใจ ในการทำโครงงานนี้สามารถดำเนินการในลักษณะเป็นกิจกรรมเสริม นอกเหนือไปจากการเรียนการสอนตามปกติ ในขั้นตอนนี้ครูสามารถให้ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอน ในการทำโครงงานกับนักเรียน และครูควรให้ความรู้เกี่ยวกับโครงงานที่มีลักษณะแตกต่างไปจากเดิม

กล่าวโดยสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยสอดแทรกความรู้และวิธีการในการทำโครงงานคณิตศาสตร์ ใน

ลักษณะค่อยเป็นค่อยไป จากโครงการที่มีองค์ประกอบง่าย ๆ แล้วค่อยเพิ่มองค์ประกอบ ให้มากขึ้นจนกระทั่งสมบูรณ์ตามรูปแบบของการจัดทำโครงการ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงการ เป็นดังนี้



ภาพที่ 2.1 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงงาน

3.3 แหล่งที่มาของโครงการคณิตศาสตร์

โครงการเป็นกิจกรรมที่นักเรียนสนใจศึกษาค้นคว้าขึ้นเองเป็นพิเศษภายใต้การให้คำแนะนำ เสนอแนะแนวทางของครู โครงการอาจมีความต่อเนื่องเชื่อมโยงกับสาระการเรียนรู้ในบทเรียนโดยตรง เป็นการประยุกต์ใช้ความรู้ หรือเป็นการขยายฐานความรู้จากบทเรียนให้กว้างขวางยิ่งขึ้น ดังนั้นการมีความรู้เกี่ยวกับแหล่งที่มาของโครงการจึงเป็นสิ่งจำเป็นทั้งต่อครูและนักเรียน ผู้วิจัยสรุปแหล่งที่มาของโครงการคณิตศาสตร์จาก ปรีชา เนาว์เย็นผล (2554: 42 -60) ได้พอสังเขป ดังนี้

- 1) กิจกรรมฝึกทักษะ ซึ่งอาจอยู่ในรูปเกมการเล่น แบบฝึกหัดหรือแบบฝึกทักษะ รวมทั้งการให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการสร้างโจทย์ในแบบฝึกทักษะที่นักเรียนสนใจ
- 2) ใบงานหรือใบกิจกรรม มุ่งให้นักเรียนได้สังเกต สำรวจศึกษา ค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ แล้วสร้างข้อสรุปโดยอาศัยการให้เหตุผลแบบอุปนัย สามารถสร้างกิจกรรมในรูปใบงาน การปรับใบงานหรือใบกิจกรรมให้เป็นโครงการได้
- 3) แบบฝึกหัดแบบเปิด เป็นแบบฝึกหัดที่ใช้คำถามปลายเปิดให้นักเรียนมีอิสระในการหาคำตอบตามมุมมองของนักเรียน รวมทั้งการใช้คำถามที่มีคำตอบได้หลาย ๆ คำตอบ
- 4) การสรุปสาระสำคัญของบทเรียน หลังจากเรียนจบบทเรียนแล้ว นักเรียนสามารถสรุปบทเรียนนั้นด้วยตนเอง แล้วนำเสนอในรูปโครงการอย่างง่ายได้
- 5) โจทย์ปัญหา โดยอาจนำแนวคิดจากโจทย์ปัญหาไปใช้แก้ปัญหาที่คล้ายคลึง ในสถานการณ์อื่นที่นักเรียนกำหนดขึ้น หรือขยายแนวคิดจากโจทย์ปัญหาที่มีอยู่มองให้กว้างไกลไปจากบทเรียน หรือนำความรู้จากตัวอย่างและแบบฝึกหัดการแก้โจทย์ปัญหาไปใช้อธิบาย ข้อสงสัย ใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงที่มีความซับซ้อนยิ่งขึ้น นอกจากนั้นยังสามารถประมวลความรู้ จากตัวอย่างและแบบฝึกหัดนำไปใช้สร้างสิ่งประดิษฐ์ที่มีฐานการคิดจากบทเรียนและโจทย์ปัญหา
- 6) สิ่งรอบตัว การที่นักเรียนสามารถนำคณิตศาสตร์มาอธิบายเหตุการณ์ หรือนำมาใช้แก้ปัญหาช่วยทำให้เห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์ เห็นประโยชน์และคุณค่าของคณิตศาสตร์ และช่วยให้บทเรียนคณิตศาสตร์มีความหมายยิ่งขึ้น
- 7) ความสนใจพิเศษ ความสนใจในเรื่องใดเรื่องหนึ่งเป็นการเฉพาะ ต้องศึกษาทำความเข้าใจในเรื่องนั้นอย่างชัดเจนลุ่มลึก นำไปสู่การจัดทำโครงการได้
- 8) การทดลอง เป็นการศึกษาผลที่เกิดขึ้นจากการจัดกระทำ

3.4 หลักการออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์

3.4.1 ขั้นแก้ปัญหาร่วมกันในกลุ่มใหญ่

1) นำเข้าสู่บทเรียน ทบทวนความรู้เดิมโดยยกสถานการณ์ปัญหาในเรื่องที่เรียนมาแล้วสนทนาซักถามให้ร่วมกันตอบคำถาม เพื่อเตรียมความพร้อมในการเรียนเนื้อหาใหม่ สร้างความตระหนักให้เห็นความสำคัญของบทเรียน

2) นำเสนอเนื้อหาใหม่ ครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนทำความเข้าใจ ทบทวนความรู้ที่เกี่ยวข้องเพื่อเชื่อมโยงสู่เนื้อหาใหม่ และกำหนดแนวทางแก้ปัญหาร่วมกัน

3) เสริมสร้างความเข้าใจ นักเรียนนำเสนอแนวคิด วิธีการหาคำตอบต่อกลุ่มใหญ่เพื่อให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนแนวคิดซึ่งกันและกัน ครูสรุปประเด็นที่นักเรียนนำเสนอ และเพิ่มเติมให้ชัดเจนขึ้น

3.4.2 ขั้นเสริมสร้างความเข้าใจด้วยการแก้ปัญหาร่วมกันในกลุ่มย่อย

1) นำไปใช้ แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 4 คน ครูชี้แจงวิธีทำงาน ร่วมกันในกลุ่มย่อย แสดงการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ อาจอยู่ในรูปการแก้โจทย์ปัญหาร่วมกัน

2) ครูนำโจทย์ปัญหาให้กับนักเรียนในกลุ่มต่าง ๆ โดยใช้ใบกิจกรรม หรือ ใบงาน นักเรียนอภิปรายร่วมกันในกลุ่มย่อยเพื่อหาคำตอบของปัญหา

3) ขณะที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในกลุ่มย่อย ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก หมุนเวียนให้ความช่วยเหลือ พร้อมทั้งกระตุ้นตามกลุ่มต่าง ๆ เพื่อให้เกิดการอภิปรายในการ ประกอบกิจกรรมระยะแรก ๆ อาจระบุประเด็นที่ควรอภิปรายตามขั้นตอนของการแก้ปัญหาวีใน ใบกิจกรรม

4) ให้นักเรียนในกลุ่มย่อยแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนนำเสนอผลการจัดกิจกรรม ของกลุ่ม ครึ่งละกลุ่ม โดยให้กลุ่มที่นำเสนอครั้งหลัง ๆ นำเสนอเฉพาะคำตอบที่แตกต่างจากกลุ่ม ก่อน

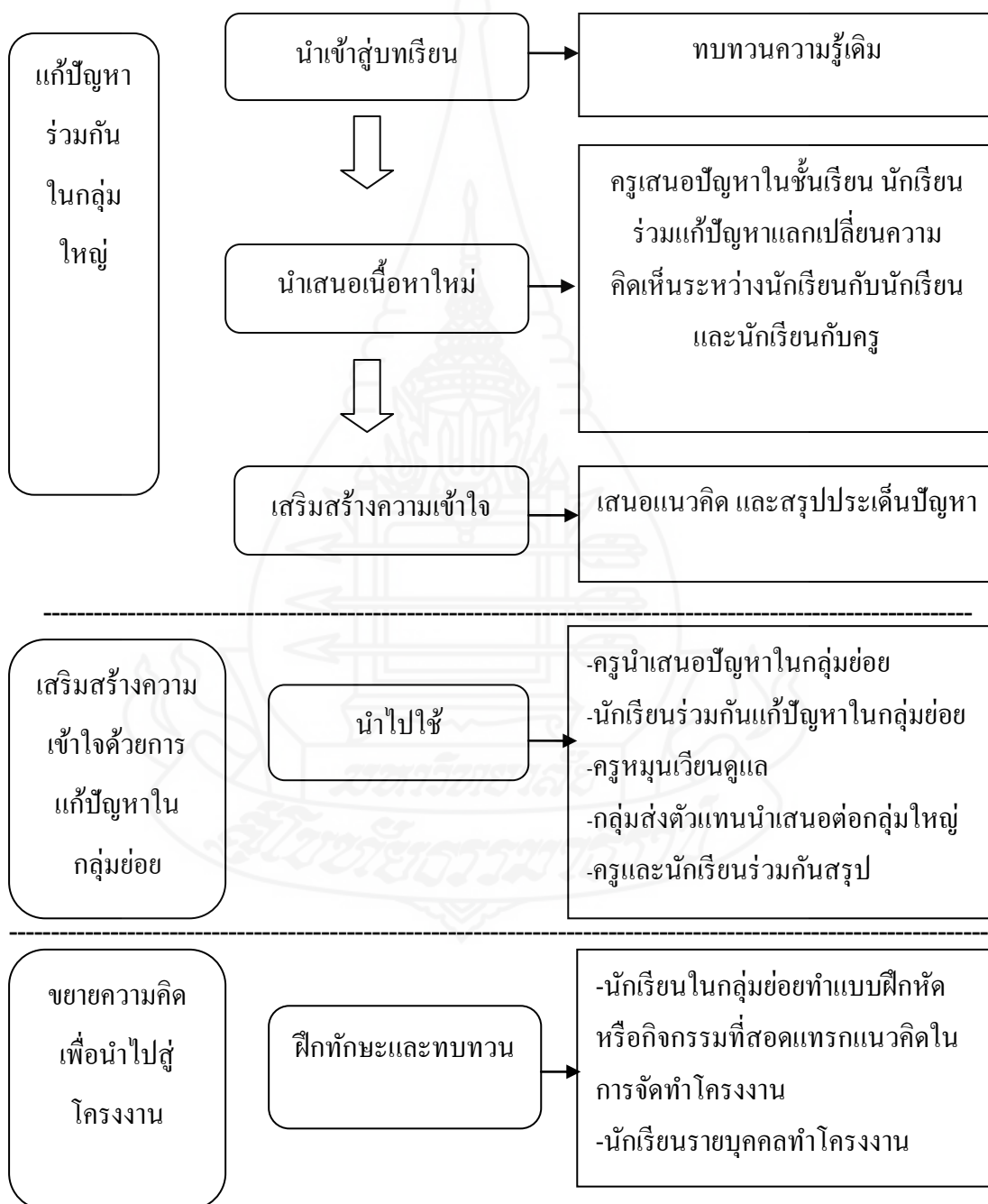
5) ครูบูรณาการแนวคิดจากการนำเสนอของนักเรียน สรุปเป็นประเด็นให้ ชัดเจนยิ่งขึ้น

3.4.3 ขั้นขยายความคิดเพื่อนำไปสู่โครงงาน

1) ฝึกทักษะและทบทวน รวมทั้งขยายฐานความรู้ ด้วยการให้นักเรียนใน กลุ่มย่อยทำใบกิจกรรมหรือใบงานที่สอดคล้องกับบทเรียนโดยสอดแทรกกิจกรรมโครงงาน ปรับเปลี่ยนและเพิ่มเติมส่วนท้ายของกิจกรรมการเรียนรู้ให้นำเสนอในรูปโครงงานอย่างง่าย ขนาด

เล็ก “ ใครงานน้อย (mini project) ” ซึ่งสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ใหมีองค์ประกอบที่สำคัญของการเขียนรายงานการทำโครงการเพียง 3- 4 ส่วน

2) การปฏิบัติกิจกรรมเป็นรายบุคคล ใให้นักเรียนฝึกการทำโครงการเป็นรายบุคคลโดยเรียนแบบกิจกรรมโครงการเป็นกลุ่ม ในเวลาที่เหลืออยู่ทำเป็นการบ้าน หรือนอกเวลาเรียนตามความเหมาะสม หลักการออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ เป็นดังนี้



ภาพที่ 2.2 การออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงการ

3.5 การประเมินโครงการคณิตศาสตร์

การประเมินผลเป็นหัวใจสำคัญที่จะสะท้อนสภาพความสำเร็จของการจัดกิจกรรม ผู้ประเมินจะร่วมกันประเมินผลว่ากิจกรรมที่ทำไปนั้น บรรลุจุดประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ ปัญหาและอุปสรรคที่พบคืออะไร ได้ใช้วิธีแก้ไขอย่างไร นักเรียนได้เรียนรู้อะไรจากการทำโครงการนี้ ดังนั้นในการประเมินผลโครงการจึงจำเป็นต้องประเมินให้ครอบคลุมในทุกด้าน

3.5.1 ผู้ประเมินโครงการ

กรมวิชาการ (2545: 8 - 14) ได้กล่าวถึง การประเมินโครงการไว้ว่าผู้ประเมินโครงการอาจดำเนินการด้วยบุคคลต่อไปนี้

1) นักเรียนประเมินตนเอง จะแสดงออกให้เห็นว่า นักเรียนเจ้าของโครงการ ซึ่งอาจเป็นรายบุคคล หรือกลุ่มทำงาน มีความพึงพอใจต่อขั้นตอนของกิจกรรมแต่ละขั้นที่ได้กำหนดหรือร่วมกันกำหนดขึ้นเองเพียงใด มีหัวข้อกิจกรรมใดที่ยังขาดตกบกพร่อง จะต้องเพิ่มเติมในส่วนใดบ้าง ความละเอียด รัดกุมในแต่ละขั้นเป็นอย่างไร

2) เพื่อนประเมิน อาจให้ข้อคิดเห็นสะท้อนภาพเพิ่มเติม เช่น ในระดับชั้นประถมศึกษา เพื่อนอาจให้ความเห็นไปในเรื่องของการเขียน การใช้ตัวสะกด การันต์ วรรคตอน ซึ่งเน้นไปในด้านภาษา ระดับมัธยมศึกษาการประเมินโครงการอาจเริ่มขยายขอบเขตจากด้านการใช้ภาษาออกไปถึงการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการตั้งชื่อโครงการกับจุดประสงค์ของโครงการ และตามความเข้าใจของผู้ประเมิน เสนอแนะวิธีการศึกษาของผู้ประเมิน เพื่อการพิจารณา การจัดรูปเล่มเพื่อนำเสนอโครงการ ฯลฯ

3) ผู้สอนหรือครูที่ปรึกษาประเมิน อาจให้คำแนะนำเพิ่มเติมได้ในเรื่องวิธีการอื่นที่ใช้ในการศึกษาหาคำตอบ ความสัมพันธ์ของวิชาตามหัวเรื่องที่ศึกษากับวิชาอื่น ข้อค้นพบที่นักเรียนได้จากโครงการ การนำคำตอบของการศึกษาที่ได้ไปใช้ประโยชน์ การนำข้อค้นพบที่ต่างไปจากเป้าหมายของการศึกษาไปใช้ประโยชน์หรือขยายผลการศึกษาเป็นโครงการใหม่ๆ

4) ผู้ปกครองประเมิน จะได้ทราบถึงความสามารถ ความถนัดทางการเรียนของลูกหรือเด็กในความปกครอง ความรู้สึก ความต้องการของเด็กผู้ทำโครงการ ทำให้สามารถปรับตัวปรับใจเพื่อการสนับสนุน ทั้งด้านการเงิน กำลังใจ ให้โอกาส ให้เวลาร่วมกิจกรรมตามความสนใจของเด็ก ชี้แนะอุปสรรคปัญหาเบื้องต้นที่อาจเกิดขึ้นระหว่างปฏิบัติกิจกรรมขั้นต่างๆ ของโครงการ ข้อเสนอแนะสำหรับการทำโครงการครั้งต่อไป

3.5.2 แนวทางการประเมินโครงการ

การประเมินโครงการควรใช้การประเมินผลตามสภาพที่แท้จริง (Authentic Assessment) ดังนี้

- 1) ทำไปพร้อม ๆ กับการเรียนรู้ของนักเรียน
- 2) ยึดพฤติกรรมที่แสดงออกของนักเรียนเป็นสำคัญ
- 3) เป็นการพัฒนาตนและการประเมินตนเอง
- 4) ให้ความสำคัญในการพัฒนาจุดเด่นของนักเรียน
- 5) มีการเก็บข้อมูลระหว่างปฏิบัติได้ทุกบริบท ทั้งที่บ้าน โรงเรียน และชุมชน
- 6) อยู่บนพื้นฐานของเหตุการณ์ในชีวิตจริง เชื่อมต่อการเชื่อมโยงการเรียนรู้สู่ชีวิตจริง
- 7) เน้นคุณภาพของผลงาน ซึ่งเป็นผลจากการบูรณาการความรู้สู่ความสามารถของนักเรียน
- 8) เน้นการวัดความสามารถในการคิดระดับสูง เช่น ใช้ข้อมูลในการสังเคราะห์ อธิบาย สรุปเป็นกฎทั่วไป ตั้งสมมติฐาน สรุปและแปลผล เป็นต้น
- 9) วัดปฏิสัมพันธ์ทางบวก มีการชื่นชม ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสุขสนุกสนาน ไม่เครียด
- 10) สนับสนุนการมีส่วนร่วมและรับผิดชอบร่วมกัน

3.5.3 วิธีการประเมินโครงการคณิตศาสตร์

การประเมินโครงการคณิตศาสตร์ ต้องกำหนดขอบข่ายหรือประเด็นที่ต้องการประเมินเพื่อนำมากำหนดตัวบ่งชี้ กำหนดวิธีการและเครื่องมือประเมิน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 156 - 167) ให้วิธีการประเมินผลโครงการคณิตศาสตร์โดยกำหนดสาระสำคัญที่จำเป็นต้องประเมิน ไว้ดังนี้

- 1) ความรู้
- 2) ทักษะกระบวนการ ประกอบด้วย
 - ก. การแก้ปัญหา
 - ข. การให้เหตุผล
 - ค. การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ
 - ง. การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ

- จ. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
- 3) คุณลักษณะที่พึงประสงค์ ประกอบด้วย
 - ก. ทำงานอย่างเป็นระบบ
 - ข. มีระเบียบวินัย
 - ค. มีความรอบคอบ
 - ง. มีความรับผิดชอบ
 - จ. มีวิจารณญาณ
 - ฉ. มีความเชื่อมั่นในตนเอง
 - ช. ตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์
- 4) แหล่งการเรียนรู้ พิจารณาจาก
 - ก. ความเหมาะสม
 - ข. ความพอเพียง
 - ค. ความน่าเชื่อถือ

เกณฑ์การประเมินผลการทำงานโครงงานคณิตศาสตร์ใช้วิธีประเมินแบบอิงมาตรฐาน ที่ต้องสร้างเกณฑ์ให้สัมพันธ์กับพฤติกรรมหรือการแสดงออกในแต่ละรายการประเมิน และกำหนดความสามารถของนักเรียนด้วยคำอธิบายที่บอกคุณภาพของงาน เพื่อแสดงความก้าวหน้าของผลการเรียนรู้ของนักเรียน ได้กำหนดเป็น 4 ระดับคุณภาพ คือ 1 หมายถึง ปรับปรุง ระดับ 2 หมายถึง พอใช้ ระดับ 3 หมายถึง ดี และระดับ 4 หมายถึง ดีมาก ซึ่งมีแนวทางดังนี้

1. การประเมินผลแบบรวมของการทำโครงงานคณิตศาสตร์ เป็นการประเมินผลในภาพรวมของโครงงานนั้น ๆ ซึ่งจะกำหนดระดับคุณภาพตามผลงานที่ปรากฏ โดยมีคำอธิบายประกอบว่านักเรียนทำอะไรได้บ้าง และทำได้อย่างไร ซึ่งเกณฑ์ในการพิจารณา ประกอบด้วย

- 1.1 แสดงความเข้าใจของปัญหา
- 1.2 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
- 1.3 ใช้เทคนิควิธีการต่าง ๆ ในการจัดทำโครงงาน
- 1.4 การนำเสนอโครงงานมีลำดับขั้นตอน
- 1.5 มีการวางแผนการทำงานเป็นระบบ
- 1.6 มีการศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้

2. การประเมินผลการทำงานโครงงานคณิตศาสตร์แบบวิเคราะห์ เป็นการประเมินโดยแยกเป็นรายองค์ประกอบ การให้น้ำหนักคะแนนของแต่ละองค์ประกอบจะแตกต่างกัน ตามระดับความสำคัญ เกณฑ์ในการพิจารณา ประกอบด้วย

2.1 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2.2 การสร้างข้อความคาดการณ์

2.3 แหล่งการเรียนรู้

2.4 การดำเนินการทำโครงการ

2.5 การนำเสนอ

2.6 ความรับผิดชอบและความรอบคอบ

ในกรณีที่สรุปผลการประเมินเพื่อหาระดับคุณภาพของงาน โดยพิจารณา จากค่าเฉลี่ย อาจใช้เกณฑ์การกำหนดระดับคุณภาพของงานแต่ละชั้นดังนี้

4 หมายถึง ดีมาก	ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ	3.6-4.0
3 หมายถึง ดี	ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ	2.6-3.5
2 หมายถึง พอใช้	ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ	1.6-2.5
1 หมายถึง ต้องปรับปรุง	ได้คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่า	1.6

สำหรับกรณีที่ใช้วิธีการหาระดับคุณภาพของงาน โดยพิจารณาจากค่าร้อยละของคะแนนรวม อาจใช้เกณฑ์การกำหนดระดับคุณภาพของงานแต่ละชั้นดังนี้

4 หมายถึง ดีมาก	ได้คะแนนรวมร้อยละ	80-100
3 หมายถึง ดี	ได้คะแนนรวมร้อยละ	60-79
2 หมายถึง พอใช้	ได้คะแนนรวมร้อยละ	40-59
1 หมายถึง ต้องปรับปรุง	ได้คะแนนรวมต่ำกว่าร้อยละ	40

3.6 การประเมินกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์

การประเมินกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ เป็นการประเมินตามสภาพจริง เป็นการประเมินผลจากการปฏิบัติงานหรือกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งโดยงานหรือกิจกรรมที่มอบหมายให้นักเรียนปฏิบัติจะเป็นงานหรือสถานการณ์ที่เป็นจริง (real life) หรือใกล้เคียงกับชีวิตจริง ที่สอดคล้องกับความสามารถของนักเรียน สามารถนำไปสู่การพัฒนานักเรียนได้อย่างแท้จริง โดยเน้นความสามารถในการแก้ปัญหา การแสดงออกที่เกิดจากการปฏิบัติกิจกรรม และความสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์ด้วยกัน คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน มีลักษณะการประเมินที่สำคัญ ดังนี้

3.6.1 การประเมินจากการปฏิบัติ เป็นวิธีการประเมินงานหรือกิจกรรมที่ผู้สอนมอบหมายให้นักเรียนปฏิบัติเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มากขึ้นเพียงใด

1) ภาระงานหรือกิจกรรมที่ผู้สอนกำหนดให้นักเรียนทำเป็นรายบุคคล / กลุ่ม จะประเมินวิธีการทำงานตามขั้นตอนและผลงานของนักเรียน

2) ภาระงานหรือกิจกรรมที่นักเรียนปฏิบัติเป็นปกติในชีวิตประจำวัน จะประเมินด้วยวิธีการสังเกต จดบันทึกเหตุการณ์เกี่ยวกับนักเรียน

3) การสาธิต การให้นักเรียนแสดงหรือปฏิบัติกิจกรรมตามที่กำหนด จะประเมินจากขั้นตอนในการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน โดยวิธีการสังเกต

3.6.2 การประเมินตามสภาพจริง เป็นการประเมินจากสถานการณ์จริงหรือใกล้เคียงกับชีวิตจริงที่ทำให้เกิดประโยชน์กับนักเรียน เพราะทำให้ทราบถึงจุดเด่นและข้อบกพร่อง อันจะนำไปสู่การแก้ไขที่ตรงประเด็นที่สุด

3.6.3 การกำหนดขอบข่ายหรือประเด็นของสิ่งที่ต้องการประเมิน เพื่อนำมา กำหนดตัวบ่งชี้กำหนดวิธีการและเครื่องมือประเมินเพื่อนำไปสร้างแบบประเมินคุณภาพของ โครงการของกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ ดังนี้

- 1) ความสำคัญของกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ พิจารณาจากตัวบ่งชี้
 - ก. การคิดริเริ่มโครงการนักเรียนคิดหรือครูช่วยแนะแนวทาง
 - ข. การมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
 - ค. การมีส่วนช่วยพัฒนาตนของผู้จัดทำโครงการ
 - ง. ช่วยให้เกิดการร่วมมือกันทำงานเป็นกลุ่ม
 - จ. ความเชื่อมโยงกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ในบทเรียน
 - ฉ. ความมีประโยชน์ของโครงการ
- 2) เนื้อหาของโครงการ พิจารณาจากตัวบ่งชี้ต่อไปนี้
 - ก. ความถูกต้องของเนื้อหาทางคณิตศาสตร์
 - ข. ความเหมาะสมในการใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์
 - ค. การเลือกใช้ข้อมูลได้เหมาะสมตรงประเด็นปัญหา
 - ง. มีการอธิบายโดยใช้เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ชัดเจน
- 3) กระบวนการทำงาน พิจารณาจากตัวบ่งชี้ต่อไปนี้
 - ก. มีการวางแผนอย่างมีระบบ
 - ข. วิธีดำเนินงานอยู่ในแนวทางที่ทำให้บรรลุจุดประสงค์
 - ค. มีการดำเนินงานตามแผน
 - ง. มีการประเมินและปรับปรุงการดำเนินงานให้เหมาะสม
- 4) การนำเสนอกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์
 - ก. การรายงานสามารถสื่อความหมายได้ดี
 - ข. ความสมบูรณ์ของข้อมูล

ค. ความเหมาะสมของรูปแบบที่ใช้นำเสนอ

ง. ความน่าสนใจของวิธีการนำเสนอ

จ. ความสอดคล้องของผลการดำเนินงานกับจุดประสงค์ที่กำหนดการประเมินคุณภาพของโครงการใช้วิธีการสังเกตการทำงาน การประเมินคุณภาพของชิ้นงาน และการวิเคราะห์จากรายงานโครงการ โดยนำตัวบ่งชี้ของแต่ละประเด็นกำหนดเป็นรายการประเมิน

ตารางที่ 2.1 เกณฑ์การประเมินผลกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์

1. ความสำคัญของกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์

ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
4 ดีมาก	• โครงการแสดงให้เห็นถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีประโยชน์และนำไปประยุกต์ใช้ได้
3 ดี	• โครงการแสดงให้เห็นถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีประโยชน์แต่นำไปประยุกต์ไม่ได้
2 พอใช้	• โครงการแสดงให้เห็นถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ไม่มีประโยชน์และไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้
1 ต้องปรับปรุง	• โครงการไม่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ไม่มีประโยชน์และไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้

2. เนื้อหาของโครงการ

ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
4 ดีมาก	• มีความถูกต้องตามเนื้อหา แนวคิดเหมาะสมกับประเด็นของปัญหาและอธิบายเนื้อหาได้ชัดเจน
3 ดี	• มีความถูกต้องตามเนื้อหา แนวคิดเหมาะสมกับประเด็นของปัญหา แต่อธิบายเนื้อหาไม่ชัดเจน
2 พอใช้	• มีความถูกต้องตามเนื้อหา แนวคิดเหมาะสม แต่เนื้อหาไม่ตรงประเด็นของปัญหา และอธิบายเนื้อหาไม่ชัดเจน
1 ต้องปรับปรุง	• ไม่มีความถูกต้องตามเนื้อหา และแนวคิดไม่เหมาะสมไม่ตรงประเด็น

3. กระบวนการทำงาน

ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
4 ดีมาก	• มีการวางแผนดำเนินงานอย่างเป็นระบบ แสดงการทำงานครบทุกขั้นตอน และเป็นระเบียบเรียบร้อย
3 ดี	• มีการวางแผนดำเนินงานอย่างเป็นระบบ แสดงการทำงานครบทุกขั้นตอนแต่ไม่เป็นระเบียบเรียบร้อย
2 พอใช้	• มีการวางแผนดำเนินงานอย่างเป็นระบบ แสดงการทำงานไม่ครบทุกขั้นตอน และไม่เป็นระเบียบเรียบร้อย
1 ต้องปรับปรุง	• มีการวางแผนดำเนินงานไม่เป็นระบบ และแสดงการทำงานไม่ครบทุกขั้นตอนและไม่เป็นระเบียบเรียบร้อย

4. การนำเสนอ

ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
4 ดีมาก	• มีการนำเสนอเป็นขั้นตอน การจัดทำข้อมูลและแปลความหมายถูกต้อง สมบูรณ์ มีความละเอียดชัดเจน รูปแบบของรายงานถูกต้อง เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน
3 ดี	• มีการนำเสนอเป็นขั้นตอน การจัดทำข้อมูลและแปลความหมายถูกต้อง สมบูรณ์ มีความละเอียดชัดเจน แต่รูปแบบของรายงานไม่ถูกต้อง
2 พอใช้	• มีการนำเสนอเป็นขั้นตอน การจัดทำข้อมูลและแปลความหมายถูกต้อง แต่ยังไม่สมบูรณ์ มีความชัดเจนไม่เพียงพอ
1 ต้องปรับปรุง	• มีการนำเสนอไม่ชัดเจน การจัดทำข้อมูลและแปลความหมายบางส่วนไม่ถูกต้อง

4. การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งสะท้อนให้เห็นถึงการใช้งานของคณิตศาสตร์ในชีวิตจริงที่สามารถพบเห็นได้ทั่วไป การเชื่อมโยงมีความสำคัญและจำเป็นสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย เนื่องจากการเชื่อมโยงจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ที่เรียนในห้องเรียนได้ดีขึ้น ตลอดจนมองเห็นความสำคัญและคุณค่าของคณิตศาสตร์ในแง่ของการเป็นเครื่องมือที่เป็นประโยชน์ ที่สามารถนำไปใช้กับศาสตร์สาขาอื่นได้ ทำให้คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่น่าสนใจ ไม่ใช่เป็นเพียงวิชาที่เรียนทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม เพื่อใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์เฉพาะในห้องเรียนอีกต่อไป ด้วยเหตุผลดังกล่าว ทักษะการเชื่อมโยงจึงถูกเน้นมากในการเรียนการสอนปัจจุบัน (อัมพร ม้าคนอง 2554: 60)

4.1 ความหมายของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กำหนดการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไว้ในสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ทั้งในระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้น และมัธยมศึกษาตอนปลาย (กระทรวงศึกษาธิการ 2544: 13) ได้มีผู้ให้ความหมายการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

ศิริเพ็ญ ประกอบดี (2548: 11) ได้ให้ความหมายทักษะ / กระบวนการคณิตศาสตร์ในด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นความสามารถในการประยุกต์ความรู้เนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และสามารถนำความรู้และทักษะที่ได้จากการเรียนคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และการดำเนินชีวิตประจำวัน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550: 83) ให้ความหมายของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ในการนำความรู้ เนื้อหาสาระ และหลักการทางคณิตศาสตร์ มาสร้างความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผลระหว่างความรู้และทักษะ / กระบวนการที่มีในเนื้อหาคณิตศาสตร์ กับงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา และการเรียนรู้แนวคิดใหม่ที่ซับซ้อนหรือสมบูรณ์ขึ้น

การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถของนักเรียนในการสัมพันธ์ความรู้หรือปัญหาคณิตศาสตร์ที่เรียนมา กับความรู้ ปัญหา หรือสถานการณ์ที่ตนเองพบ การเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้และพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ (Dossey, et al. อ้างถึงใน อัมพร ม้าคนอง 2554: 60)

จากที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ หลักการ และทักษะ/ กระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา หรือพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

4.2 รูปแบบของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

อัมพร ม้าคนอง (2554: 60) กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อาจทำได้หลากหลาย แต่ที่นิยมทำในห้องเรียนคณิตศาสตร์มี 3 ลักษณะดังนี้

1. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ เป็นการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระองค์ความรู้หรือกระบวนการภายในคณิตศาสตร์ เช่น การเชื่อมโยงความรู้เรื่องเส้นจำนวน ระบบพิกัดฉาก คู่ลำดับ กราฟ ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

2. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น เป็นการเชื่อมโยงความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกัน เช่น การเชื่อมโยงความรู้เรื่องสัญญาณวิทยาศาสตร์ กับนาโนเทคโนโลยี และการแบ่งตัวของแบคทีเรีย

3. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน เป็นการเชื่อมโยงความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับสิ่งที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน เช่น การใช้ความรู้เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสอธิบายว่าการเดินทางลัดเป็นการเดินในระยะทางที่สั้นกว่าการเดินตามเส้นทางปกติ

นอกจากนั้นสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550: 83-107) ได้จำแนกการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ตามลักษณะการเชื่อมโยงได้เป็น 2 แบบ ดังนี้

1. การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ เป็นการนำความรู้และทักษะและกระบวนการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผล ทำให้สามารถแก้ปัญหาได้หลากหลายวิธีหรือกะทัดรัดขึ้น และทำให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีความหมายสำหรับนักเรียนมากยิ่งขึ้น

2. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ เป็นการนำความรู้และทักษะและกระบวนการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผลกับเนื้อหาและความรู้ของศาสตร์อื่น ๆ เช่น วิทยาศาสตร์ ดาราศาสตร์ พันธุกรรมศาสตร์ จิตวิทยา และเศรษฐศาสตร์ เป็นต้น ทำให้การเรียนคณิตศาสตร์น่าสนใจ มีความหมาย และนักเรียนเห็นความสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์

จากข้อมูลดังกล่าวมาสรุปได้ว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการให้เกิดความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างความคิดรวบยอดวิชาคณิตศาสตร์เข้ากับศาสตร์อื่น ๆ และนำความรู้ ทักษะที่ได้จากการเรียนคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และนำไปใช้ใน

ชีวิตประจำวัน ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้เกิดการเชื่อมโยงอาจเกิดขึ้นโดยอัตโนมัติเมื่อครูกำลังสอนเรื่องใดเรื่องหนึ่งอยู่ หากมีประเด็นที่สามารถเชื่อมโยงได้ครูควรเชื่อมโยงทันที เพราะการที่นักเรียนเห็นการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จะส่งเสริมให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ได้ลึกซึ้งและยาวนานขึ้น ตลอดจนช่วยให้นักเรียนเห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีคุณค่าน่าสนใจ และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้

4.3 ความสำคัญของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics, 2000: 274-279) กล่าวว่ากระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์จะรวมถึงการเชื่อมโยงด้วยการเชื่อมโยงทำให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์ ถ้าไม่มีการเชื่อมโยงความรู้ นักเรียนจะเรียนโดยการจดจำเฉพาะในแนวคิดที่แบ่งแยกเป็นบท ๆ ไปหรือแยกในแต่ละเนื้อหา ซึ่งเนื้อหาที่เรียนในแต่ละบทเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ความเข้าใจจากเนื้อหาที่ได้เรียนไปก่อนแล้ว เชื่อมโยงสู่ความรู้ในปัจจุบัน เช่น จากเรื่องเศษส่วนเชื่อมโยงไปเป็นอัตราส่วน และความสัมพันธ์ของเส้นตรงซึ่งเชื่อมโยงความรู้ความสามารถทำได้ทุกเนื้อหาคณิตศาสตร์ไม่ว่าจะเป็นความรู้ทางด้านพีชคณิต เรขาคณิต การวัดและการประมาณ การวิเคราะห์ข้อมูลและ ความน่าจะเป็น ซึ่งการเชื่อมโยงจะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ สามารถนำเนื้อหาคณิตศาสตร์มาบูรณาการกันได้

อรจริย์ ณ ตะกั่วทุ่ง (2546: 41 - 47) เรียกกระบวนการที่สมองทำการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่เรียนมาก่อนเข้ากับสิ่งใหม่ว่า การถ่ายโยง (transfer) กระบวนการนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 ประการ ประการแรก คือผลการเรียนรู้ที่ผ่านมาที่มีต่อการเรียนรู้ใหม่ ประการที่สอง คือประโยชน์ของสิ่งที่เรียนรู้ใหม่ เมื่อเรารับสารสนเทศเข้าไปไว้ระบบในความจำสมองจะทำการค้นหาสิ่งที่เรียนรู้อยู่ก่อนในความจำระยะยาวเฉพาะสิ่งที่เชื่อมโยงได้กับสารสนเทศใหม่ เมื่อเกิดการเชื่อมโยง การเรียนรู้ใหม่ก็จะประสบความสำเร็จ จึงเรียกสิ่งที่เกิดขึ้นนี้ว่า การถ่ายโยงทางบวก (positive transfer) แต่ถ้าเมื่อใดก็ตามความรู้เก่ารบกวนความรู้ใหม่ก็จะเกิดการถ่ายโยงทางลบ (negative transfer) เช่น คนที่เคยขับรถเกียร์อัตโนมัติมาก่อน แล้วฝึกหัดขับเกียร์ธรรมดา ทักษะการขับรถเกียร์อัตโนมัติจะเป็นอุปสรรคต่อการขับรถเกียร์ธรรมดา เพราะทักษะต่างกัน

ถ้าครูสอนเนื้อหาใหม่โดยที่นักเรียนไม่มีความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาก่อนจะเป็นอย่างไร เราถือว่าสมองทำหน้าที่ค้นหาสิ่งเชื่อมโยง เราทุกคนคงเคยมีประสบการณ์นั่งฟังคนอื่นพูดคุยกันโดยที่เราไม่รู้เรื่องเลยแม้แต่น้อย เราย่อมรู้สึกสับสนกระวนกระวายใจตลอดเวลาที่พยายามเชื่อมโยงสิ่งที่ได้ยิน สำหรับนักเรียน เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทุกวัน ครูต้องไม่ทักท้วงเอาเองว่า

นักเรียนทุกคนพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ ครูต้องเริ่มสอนจากสิ่งที่นักเรียนรู้และเข้าใจมาก่อนแล้ว ถ้านักเรียนไม่มีความรู้เดิมมาก่อน ครูก็ต้องให้ความรู้พื้นฐานก่อนทุกครั้ง ถ้าครูใช้ความรู้เดิมช่วย ขยายความรู้ใหม่ ก็จะช่วยให้เด็กนักเรียนเกิดการถ่ายโยงในความจำระยะยาวได้ เมื่อนักเรียนรู้และ จดจำความรู้ใหม่ได้ดี ดังนั้นก่อนครูสอนเนื้อหาใหม่ ครูต้องแน่ใจว่านักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่จำ เป็นอยู่แล้ว

อัมพร ม้าคนอง (2546: 101) กล่าวว่า ในบรรดาทักษะและกระบวนการทาง คณิตศาสตร์ทั้งห้าของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ อันได้แก่ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การเชื่อมโยง การสื่อสาร และการคิดริเริ่มสร้างสรรค์นั้น การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จะเป็นสิ่งที่ทำได้ยากเมื่อเปรียบเทียบกับทักษะอื่น ๆ อย่างไรก็ตาม การเชื่อมโยงมีความสำคัญ และจำเป็นสำหรับการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย เนื่องจากการเชื่อมโยงจะช่วยให้เด็กนักเรียน เข้าใจคณิตศาสตร์ที่เรียนในห้องเรียนได้ดีขึ้น และมองเห็นความสำคัญของคณิตศาสตร์ในแง่ของ การเป็นเครื่องมือที่เป็นประโยชน์สามารถนำไปใช้กับศาสตร์สาขาอื่นได้ ทำให้คณิตศาสตร์ เป็นวิชาที่น่าสนใจ ไม่ใช่เป็นเพียงวิชาที่เรียนทฤษฎี กฎ สูตร นิยาม เพื่อใช้แก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์เฉพาะในห้องเรียนอีกต่อไป ด้วยเหตุผลดังกล่าวทักษะการเชื่อมโยงจึงถูกเน้นมาก ในการเรียนการสอนปัจจุบัน แต่สิ่งที่ดูเหมือนจะเป็นปัญหาในทางปฏิบัติ คือ แนวทางหรือวิธีการ ในการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงในห้องเรียน ยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร

จากแนวคิดของนักการศึกษา สรุปได้ว่า การเชื่อมโยงมีความสำคัญต่อการสอน วิชาคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะการทบทวนความรู้เดิมก่อนสอนความรู้ใหม่ให้กับนักเรียน ตลอดจน จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการนำการเชื่อมโยงไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดในชีวิต ประจำวันของนักเรียนให้ได้

4.4 มาตรฐานการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

มีผู้กล่าวถึงมาตรฐานการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ดังนี้

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics. 2000 อ้างถึงใน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2550: 138) กำหนดมาตรฐานทางด้านการเชื่อมโยงไว้ว่า นักเรียนสามารถ

1. ระลึกและใช้การเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้
2. เข้าใจแนวคิดต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ว่าเชื่อมโยงกันอย่างไร และสร้างแนวคิด ทางคณิตศาสตร์ใหม่ที่สอดคล้องกับของเดิมได้
3. ระลึกและประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ในบริบทอื่น ๆ นอกเหนือจากคณิตศาสตร์ได้

นอกจากนี้กรมวิชาการ (2544: 25) กำหนดมาตรฐานการเชื่อมโยงทาง
คณิตศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ดังนี้

1. นำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงในการเรียนรู้เนื้อหาต่างๆ ในวิชา
คณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับวิชาอื่นได้
2. นำความรู้และทักษะจากการเรียนคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในการเรียนรู้สิ่งต่าง
ๆ และในชีวิตจริงได้

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์
ให้สอดคล้องกับมาตรฐานการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6
ของกรมวิชาการ

4.5 การประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จากกิจกรรมโครงงาน

การประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จากกิจกรรมโครงงาน
เป็นการประเมินความสามารถในเชื่อมโยง การนำความรู้ หลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์ไป
ช่วยแก้ปัญหาหรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างสอดคล้องและเหมาะสม หรือการนำความรู้
หลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปช่วยแก้ปัญหาหรือประยุกต์ใช้ในสาระอื่นทางคณิตศาสตร์
หรือสาระอื่น ๆ ที่ไม่ใช่คณิตศาสตร์ได้อย่างสอดคล้องและเหมาะสม โดยการประเมินจาก
พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์
และการเชื่อมโยงศาสตร์อื่น ๆ ซึ่งพฤติกรรมที่แสดงมีดังนี้ ชานนท์ จันทรา (2554: 13-16)

- 1) เปรียบเทียบความรู้ของแต่ละสาระ
- 2) เชื่อมโยงสถานการณ์จริงกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์
- 3) หาข้อสรุปจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์
- 4) เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
กับศาสตร์อื่นๆ เพื่อนำไปสู่สมมติฐานที่ซับซ้อน
- 5) สรุปสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จาก
กระบวนการทำงานและชิ้นงานของนักเรียนในใบกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เป็นความสามารถทางการเรียนหลังจากได้เรียนเนื้อหาของวิชาคณิตศาสตร์แล้วนักเรียนมีความสามารถเรียนรู้มากขึ้นเพียงใด หรืออาจกล่าวได้อีกนัยหนึ่งว่าเป็นความสามารถทางสติปัญญาด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียน วิลสัน (Wilson 1971: 645-696 อ้างถึงใน อนันต์ จันทรกี 2546: 297-318) ได้จำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ของวิชาคณิตศาสตร์ทางด้านสติปัญญาไว้ ดังนี้

1. ความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ (Computation) เป็นความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้มาแล้วทั้งในด้านข้อเท็จจริง ศัพท์ นิยาม ตลอดจนความสามารถในการดำเนินการคิดโจทย์ปัญหาอย่างง่าย ๆ ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ไม่ต้องอาศัยการตัดสินใจ ทั้งนี้รวมถึงโจทย์ปัญหาที่เหมือนกับตัวอย่างหรือแบบฝึกหัดที่เคยทำมาแล้ว พฤติกรรมขั้นนี้ยังแบ่งออกเป็น 3 ขั้นย่อย ๆ คือ

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Specific Facts) เป็นความสามารถที่จะระลึกถึงข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาแล้ว ตลอดจนพื้นฐานต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนสร้างสมมาเป็นเวลานานอีกด้วย

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Terminology) เป็นความสามารถในการระลึกถึงศัพท์นิยามต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาแล้วโดยไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณแต่อย่างใดและไม่ต้องการความรู้อื่นมาช่วย

1.3 ความรู้ความจำเกี่ยวกับการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Algorithms) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริง ศัพท์หรือนิยาม และคิดคำนวณตามกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้ว ในที่นี้หมายถึงการดำเนินการตามลำดับขั้นตอนที่ครูเคยสอนมาแล้ว เช่น ลำดับขั้นตอนในการหารยาว ลำดับขั้นตอนการหา ตัวคูณร่วมน้อย หรือ ตัวหารร่วมมาก

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นความสามารถในการนำความรู้ที่ได้เรียนมาแล้วมาสัมพันธ์กับโจทย์หรือปัญหาใหม่ ตลอดจนความสามารถในการตีความ แปลความและขยายความได้ พฤติกรรมขั้นนี้แบ่งออกเป็น 6 ขั้นย่อย ๆ คือ

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ (Concept) เป็นความสามารถในการนำข้อเท็จจริงที่มีอยู่มาประมวลเข้าเป็นมโนคติ มโนคตินั้นมีความซับซ้อนกว่าข้อเท็จจริง ซึ่งต้องอาศัยความรู้ต่าง ๆ มาผสมผสานกัน คำถามเกี่ยวกับมโนคตินี้ ครูจะต้องไม่เคยบอกหรือสอนมาก่อน เพราะว่าถ้าเคยบอกมาก่อนแล้วจะกลายเป็นวัดความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎ และการสรุปอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไปทางคณิตศาสตร์ (Principles, Rules and Generalization) เป็นความสามารถในการนำเอาหลักการ กฎ และความรู้เกี่ยวกับมโนคติไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาจนได้แนวทางในการแก้ปัญหาโจทย์ได้

2.3 ความเข้าใจในโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมในขั้นนี้ต่างจากพฤติกรรมขั้นความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม เรามักจะใช้คำถามเกี่ยวกับศัพท์และนิยามในคณิตศาสตร์มาใช้วัดพฤติกรรมเกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์

2.4 ความสามารถในการแปลงโจทย์ปัญหา จากรูปแบบหนึ่งไปยังอีกรูปแบบหนึ่ง (Transform Problem Elements From One mode to Another) เป็นความสามารถในการแปลงข้อความที่กำหนดให้ออกเป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่ อีกรูปหนึ่งซึ่งมีความหมายคงเดิม เป็นต้นว่า เปลี่ยนโจทย์ปัญหาให้อยู่ในรูปสมการ ซึ่งการวัดในขั้นนี้ไม่รวมถึงวิธีการหาคำตอบจากสมการนั้น

2.5 ความสามารถในการดำเนินความคิดตามแนวของเหตุผลที่วางไว้ (Follow a Line of Reasoning) ความสามารถในการดำเนินความคิดตามแนวของเหตุผลเป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจกับข้อความทางคณิตศาสตร์และสามารถบอกได้ว่าผลสรุปในแต่ละขั้นมาจากเหตุผลใด

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหา (Read and Interpret of Problem) เป็นความสามารถในการอ่านและตีความจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ เพื่อทราบว่ โจทย์ต้องการอะไร โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ยังขาดส่วนใดบ้าง รวมทั้งการแปลความหมายจากกราฟหรือข้อมูลทางสถิติตลอดจนการแปลสมการหรือตัวเลขให้เป็นรูปภาพ

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาต่างๆ ที่คล้ายคลึงกับที่เคยเรียนมาแล้ว นั่นคือนักเรียนจะต้องผสมผสานความรู้ความสามารถจากขั้นความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ และความเข้าใจ ในการนำมาใช้แก้โจทย์ปัญหาซึ่งจะมีหลายขั้นตอนในการจัดกระทำเพื่อให้ได้คำตอบออกมา ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งต้องมีการเลือก การตัดสินใจว่าจะทำขั้นตอนใด ก่อน – หลัง พฤติกรรมขั้นนี้ยังแบ่งออกเป็น 4 ขั้นย่อย คือ

3.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่คุ้นเคย (Solve Routine Problem) หรือปัญหาที่เคยเรียนมาแล้ว พฤติกรรมขั้นนี้เป็นความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่คล้ายคลึงแต่ไม่ใช่ข้อเดียวกันกับตัวอย่างหรือแบบฝึกหัดที่นักเรียนเคยทำมาแล้ว นักเรียนจะต้องอาศัยความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ และความเข้าใจ มาผสมผสานกันแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ออกมา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Make Comparison) เป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์ โดยการเปรียบเทียบข้อมูลที่โจทย์ให้มา 2 ชุด ในการแก้ปัญหาอาจจะต้องใช้วิธีการคิดคำนวณ และความเข้าใจ แล้วจึงนำมาเปรียบเทียบเพื่อตัดสินใจ

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Analyze Data) เป็นความสามารถในการจำแนกและตัดสินใจว่าข้อมูลส่วนใดจำเป็นหรือไม่จำเป็นต่อการแก้ปัญหาโจทย์

3.4 ความสามารถในการมองเห็นแบบ ลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกัน และการสมมาตร (Recognize Patterns, Isomorphisms and Symmetries) พฤติกรรมในขั้นนี้จะเกี่ยวกับการระลึกข้อมูล แปลงปัญหาการจัดกระทำกับข้อมูล การมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่คุ้นเคยกับข้อมูลที่กำหนดให้ หรือ จากปัญหาที่กำหนดขึ้น

4. การวิเคราะห์ (Analysis) พฤติกรรมขั้นนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดด้านสติปัญญา นักเรียนจะตอบปัญหาที่วัดพฤติกรรมขั้นนี้ได้ต้องมีความสามารถในระดับสูง โจทย์ปัญหาจะมีลักษณะซับซ้อน พลิกแพลง ซึ่งนักเรียนไม่เคยลองฝึกทำมาก่อน แต่ทั้งนี้มิได้หมายความว่าโจทย์ปัญหานั้นจะอยู่นอกขอบข่ายเนื้อหาวิชาที่เคยเรียนมา ดังนั้น การแก้โจทย์ปัญหาที่วัดพฤติกรรมในขั้นนี้จึงครอบคลุมความรู้ความสามารถในสามขั้นที่กล่าวมาแล้ว รวมทั้งการมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ สามารถค้นพบวิธีการหรือแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหานั้นๆ ได้ พฤติกรรมขั้นวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 5 ขั้นย่อย ๆ คือ

4.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยมาก่อน (Solve Nonroutine Problems) คำถามในขั้นนี้เป็นคำถามที่ต้องคิดซับซ้อน เป็นโจทย์ที่ไม่ได้อยู่ในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่าง ไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนจะแก้ปัญหานั้นได้ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ของคณิตศาสตร์ ต้องเข้าใจนิยามหรือนิยามตลอดจนทฤษฎีต่างๆ ที่ครูสอนมาแล้วเป็นอย่างดี แล้วใช้ความรู้เหล่านั้นมาผสมผสานกันแก้ปัญหา

4.2 ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ (Discover Relationships) ข้อสอบที่วัดพฤติกรรมในขั้นนี้นักเรียนจะต้องจัดส่วนต่างๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่ แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา พฤติกรรมในขั้นนี้ที่ต่างไปจากขั้นนำไปใช้ตรงที่นักเรียนต้องรวบรวมสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มาเป็นความสัมพันธ์ใหม่ แทนที่จะจำความสัมพันธ์อันเดิมที่เคยพบมาแล้วมาใช้กับข้อมูลชุดใหม่เท่านั้น

4.3 ความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ (Construct Proofs) เป็นความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน นักเรียนจะต้องอาศัยนิยามและทฤษฎีความรู้ต่างๆ มาช่วยแก้ปัญหา

4.4 ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์การพิสูจน์ (Criticize Proofs) เป็นการใช้เหตุผลที่ควบคู่ไปกับความสามารถในการพิสูจน์ ซึ่งต้องการให้นักเรียนมองเห็นหรือเข้าใจการพิสูจน์นั้นว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาดไปบ้าง

4.5 ความสามารถในการสร้างสูตร และการทดสอบความถูกต้องของสูตรนั้น ซึ่งใช้เป็นกรณีทั่วไปได้ (Formulate and Validate Generalization) พฤติกรรมขั้นนี้คล้ายกับข้อ 3 แต่อาจซับซ้อนมากกว่า นักเรียนสามารถสร้างสูตรขึ้นมาใหม่ โดยให้สัมพันธ์กับเรื่องที่เคยเรียนมาแล้วและต้องสมเหตุสมผล สามารถใช้ได้ทุกกรณี

ผู้วิจัยได้นำความรู้เรื่องการจำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ของวิชาคณิตศาสตร์ทางด้านสติปัญญาตามแนวคิดของ วิลสัน ไปใช้ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ที่ผู้วิจัยใช้เป็นเครื่องมือวิจัยในครั้งนี้

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

6.1 งานวิจัยในประเทศ

จากการศึกษารายงานวิจัยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์รวม 12 เรื่อง ผู้วิจัยสังเคราะห์และสังเขปสาระ โดยแบ่งการศึกษางานวิจัยเป็น 2 ช่วงเวลา ดังนี้

6.1.1 รายงานวิจัยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์

ก่อน พ.ศ. 2550

การศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยศึกษางานวิจัย 6 เรื่อง ได้แก่ รายงานวิจัยของ นกัสนัน สุทธิกุล 2546 ; อารีรัตน์ ขวัญทะเล 2546 ; บุญกร คำพูน 2548 ; ศศิฤทัย ผ่านกลาง 2548 ; โชติกา กิจเนตร 2549 ; สรินทรา อุทัยเลิศ 2549 ผู้วิจัยสังเคราะห์งานวิจัยทั้ง 6 เรื่องในประเด็นต่อไปนี้

1) รายงานวิจัยของ นกัสนัน สุทธิกุล (2546) และ อารีรัตน์ ขวัญทะเล (2546) งานวิจัยของ นกัสนัน สุทธิกุล (2546) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการทำโครงงานคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาจากผลที่เกิดขึ้นกับนักเรียนหลังจากทำโครงงานคณิตศาสตร์ในเรื่องต่อไปนี้ (1) จำนวนและประเภทของโครงงานคณิตศาสตร์ (2) คุณภาพของโครงงานคณิตศาสตร์ (3) พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม (4) เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (5) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา ค 014 คณิตศาสตร์ 4 และ (6) ความสามารถในการแก้ปัญหา ส่วนงานวิจัยของ อารีรัตน์ ขวัญทะเล (2546) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องจำนวนและตัวเลข และเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ 1 ที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยการทำโครงงานคณิตศาสตร์ และที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามปกติ

รูปแบบการวิจัยของงานวิจัยทั้งสองเรื่องเป็นการวิจัยกึ่งทดลอง แบบแผนวัดก่อนและหลังการทดลอง มีกลุ่มเปรียบเทียบ กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยของ นภัสสร สุทธิกุล (2546) ได้มาจากการสุ่มอย่างง่ายจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 72 คน จับสลากให้กลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มทดลอง และอีกกลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 36 คน ส่วนงานวิจัยของ อารีรัตน์ ขวัญทะเล (2546) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 2 ห้องเรียน ๆ ละ 52 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผลการวิจัยของ นภัสสร สุทธิกุล (2546) พบว่า (1) โครงงานคณิตศาสตร์ที่กลุ่มทดลองจัดทำ มีจำนวน 12 โครงงาน แยกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ โครงงานตามกลุ่มสาระการเรียนรู้และโครงงานที่นำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง (2) โครงงานคณิตศาสตร์ที่นักเรียนกลุ่มทดลองจัดทำมีคุณภาพอยู่ในระดับดี (3) พฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนกลุ่มทดลองอยู่ในระดับปานกลาง (4) เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง (5) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา ค 014 คณิตศาสตร์ 4 ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (6) ความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม ส่วนผลการวิจัยของ อารีรัตน์ ขวัญทะเล (2546) ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องจำนวนและตัวเลข และเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยการทำโครงงานคณิตศาสตร์สูงกว่าที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามปกติที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 จะเห็นว่างานวิจัยทั้งสองเรื่องได้ผลการวิจัย ที่สอดคล้องกันในเรื่องของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

2) รายงานวิจัยของ บุญกร คำพูน (2548) ศศิฤทัย ด่านกลาง (2548) โชติกา กิจเนตร (2549) และ ศรีนันทา อุทัยเลิศ (2549) พบว่า งานวิจัยทั้ง 4 เรื่อง มีวัตถุประสงค์สอดคล้องกัน คือ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ และศึกษาความสามารถ ในการประยุกต์ความรู้วิชาคณิตศาสตร์ แต่มีรายละเอียดการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน งานวิจัยของ บุญกร คำพูน (2548) และ ศศิฤทัย ด่านกลาง (2548) เปรียบเทียบระหว่างคะแนนก่อนและหลังเรียน ส่วนงานวิจัยของ โชติกา กิจเนตร (2549) และ ศรีนันทา อุทัยเลิศ (2549) เปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ ระดับการศึกษาที่ศึกษา ได้แก่ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1-2 และระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

กลุ่มตัวอย่างได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม ยกเว้นงานวิจัยของ ศรีนทรา อุทัยเลิศ (2549) กลุ่มตัวอย่างได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง

ผลการวิจัยด้านการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 4 เรื่องได้ผลสอดคล้องกัน งานวิจัยของ บุญกร คำพูน (2548) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการประยุกต์การแปลงทางเรขาคณิตของนักเรียนหลังการเรียนโดยใช้กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 งานวิจัยของ ศศิอุทัย ด้านกลาง (2548) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังการเรียนโดยใช้กิจกรรมโครงงานเรื่องเส้นขนาน สูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนงานวิจัยของ โชติกา กิจเนตร (2549) พบว่า นักศึกษาที่ได้รับการสอนหลังจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และงานวิจัยของ ศรีนทรา อุทัยเลิศ (2549) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังการเรียนโดยใช้กิจกรรมโครงงานเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก สูงกว่าเกณฑ์ 65 %

ผลการวิจัยด้านการประยุกต์ความรู้วิชาคณิตศาสตร์ของ ศศิอุทัย ด้านกลาง (2548) โชติกา กิจเนตร (2549) และ ศรีนทรา อุทัยเลิศ (2549) ได้ผลสอดคล้องกัน คือ นักเรียนและนักศึกษามีความสามารถในการประยุกต์ความรู้วิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีขึ้นไป ส่วนงานวิจัยของ บุญกร คำพูน (2548) พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการประยุกต์ความรู้วิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้

6.1.2 รายงานวิจัยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ระหว่าง

พ.ศ. 2550-พ.ศ. 2552

ผู้วิจัยได้ศึกษารายงานวิจัยจำนวน 6 เรื่อง ได้แก่ รายงานวิจัยของ เจียมใจ จันทร์ศรี 2550 ; ปราณีต ธรรมโลกา 2550 ; พรเนตร ตีระมาตย์ 2550 ; สมชาย ทองบ่อ 2551 ; รักษ์ชล พัสตุสาร 2552 ; รัชณี ทุ่มแห้ว 2552 สังกะยาสรรวม 5 ประเด็น ดังต่อไปนี้

วัตถุประสงค์การวิจัย งานวิจัยจำนวน 5 เรื่องมีวัตถุประสงค์สอดคล้องกัน ได้แก่งานวิจัยของ เจียมใจ จันทร์ศรี (2550) พรเนตร ตีระมาตย์ (2550) สมชาย ทองบ่อ (2551) รักษ์ชล พัสตุสาร (2552) และ รัชณี ทุ่มแห้ว (2552) คือ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างก่อนและหลังการใช้กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ เพื่อศึกษาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ และเพื่อศึกษาคุณภาพของโครงงานของนักเรียน ส่วนงานวิจัยของ ปราณีต ธรรมโลกา (2550) มีวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างก่อนและหลังการใช้กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ และเพื่อศึกษาความสามารถในการประยุกต์ความรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ แต่มีข้อสังเกตว่า

วัตถุประสงค์การวิจัยของงานวิจัยทุกเรื่องจะเหมือนกันในหัวข้อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างก่อนและหลังการใช้กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ ศึกษาแก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 4 เรื่อง ได้แก่ งานวิจัยของ เจียมใจ จันทร์ศรี (2550) ปราณีต ธรรมโลกา (2550) พรเนตร ตีระมาตย์ (2550) และ รักษ์ชล พัสตุสาร (2552) ศึกษาแก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 2 เรื่อง คือ งานวิจัยของ สมชาย ทองบ่อ (2551) และ รัชนิ ทุ่มแห้ว (2552)

ประเด็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย งานวิจัยทุกเรื่องใช้แผนการจัดการเรียนรู้ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเครื่องมือวิจัย มีข้อแตกต่างในการใช้เครื่องมือวิจัยที่เหลือคือในงานวิจัยของ ปราณีต ธรรมโลกา (2550) ใช้แบบประเมินโครงงานด้านการประยุกต์ความรู้ ส่วนงานวิจัยอีก 5 เรื่อง คือ งานวิจัยของ เจียมใจ จันทร์ศรี (2550) พรเนตร ตีระมาตย์ (2550) สมชาย ทองบ่อ (2551) รักษ์ชล พัสตุสาร (2552) และ รัชนิ ทุ่มแห้ว (2552) ใช้แบบประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์และแบบประเมินคุณภาพโครงงานคณิตศาสตร์เหมือนกัน สำหรับรายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้จะแตกต่างกันไปตามเรื่องที่ศึกษา ดังนี้ งานวิจัยของ เจียมใจ จันทร์ศรี (2550) ศึกษาเรื่องทศนิยม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 8 แผน 16 ชั่วโมง ปราณีต ธรรมโลกา (2550) ศึกษาเรื่องคู่อันดับและกราฟ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 5 แผน ๆ ละ 2 ชั่วโมง พรเนตร ตีระมาตย์ (2550) ศึกษาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 13 แผน ๆ ละ 1 คาบ ๆ ละ 50 นาที สมชาย ทองบ่อ (2551) ศึกษาเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 7 แผน 15 ชั่วโมง รักษ์ชล พัสตุสาร (2552) ศึกษาเรื่องการประมาณค่า ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 12 แผน 12 ชั่วโมง และ รัชนิ ทุ่มแห้ว (2552) ศึกษาเรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 16 แผน 18 ชั่วโมง

ในประเด็นแบบการวิจัย พบว่า งานวิจัยทุกเรื่องเป็นแบบกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียวได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม มีการวัดก่อนและหลังการทดลอง มีส่วนแตกต่างกันในเรื่องขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้ งานวิจัยของ เจียมใจ จันทร์ศรี (2550) ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 35 คน ปราณีต ธรรมโลกา (2550) ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 11 คน พรเนตร ตีระมาตย์ (2550) ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 28 คน สมชาย ทองบ่อ (2551) ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 31 คน รักษ์ชล พัสตุสาร (2552) ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 60 คน และ รัชนิ ทุ่มแห้ว (2552) ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 44 คน

ในเรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล งานวิจัยทั้ง 6 เรื่องใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ส่วนที่แตกต่างกันคืองานวิจัยของ ปราณีต ธรรมโลกา (2550) ใช้สถิติพรรณนา การทดสอบเครื่องหมาย เนื่องจากการแจกแจงของประชากรไม่

เป็นปกติและประชากรน้อยมาก งานวิจัยอีก 5 เรื่อง คือ งานวิจัยของ เจียมใจ จันทรศรี (2550) พรเนตร ตีระมาตย์ (2550) สมชาย ทองบ่อ (2551) รักษ์ชล พัสตุสาร (2552) และ รัชณี พุ่มแห้ว (2552) ใช้การทดสอบค่าที่เป็นสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเหมือนกัน

ผลการวิจัย งานวิจัยทุกเรื่องได้ผลการวิจัยสอดคล้องกัน งานวิจัยของ เจียมใจ จันทรศรี (2550) พบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์เรื่องทศนิยม สูงกว่าก่อนได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องทศนิยมของนักเรียน หลังจากใช้กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์เรื่องทศนิยม มีค่าเฉลี่ย 3.4 จัดอยู่ในระดับดี และ 3) คุณภาพโครงงานคณิตศาสตร์ที่นักเรียนจัดทำหลังการใช้กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์เรื่องทศนิยม มีค่าเฉลี่ย 4.05 จัดอยู่ในระดับดี งานวิจัยของ ปราณีต ธรรมโลกา (2550) พบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการสอนหลังการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์เรื่องคู่อันดับและกราฟ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์เรื่องคู่อันดับและกราฟ มีความสามารถในการประยุกต์ความรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับดีขึ้นไป งานวิจัยของ พรเนตร ตีระมาตย์ (2550) พบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังเรียนโดยการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว หลังการจัดกิจกรรมการเรียน มีคะแนนเฉลี่ยจัดอยู่ในเกณฑ์ดี และ 3) คุณภาพโครงงานคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวหลังการจัดกิจกรรมการเรียน มีคะแนนเฉลี่ยจัดอยู่ในเกณฑ์ดี งานวิจัยของ สมชาย ทองบ่อ (2551) พบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อยู่ในระดับดี และ 3) คุณภาพโครงงานคณิตศาสตร์เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อยู่ในระดับดี งานวิจัยของ รักษ์ชล พัสตุสาร (2552) พบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์เรื่องการประมาณค่า สูงกว่าก่อนได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องการประมาณค่าของนักเรียน หลังการใช้กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี และ 3) คุณภาพโครงงานของนักเรียนอยู่ในระดับดีมาก 5

โครงการ และโครงการอยู่ในระดับดี 5 โครงการ งานวิจัยของ รัชนี ทุ่มแห้ว (2552) พบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนโดยการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องอัตราส่วนและร้อยละของนักเรียนหลังเรียนโดยการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับดี และ 3) คุณภาพของโครงการคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี

6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ยังไม่มีผู้ทำการวิจัย จึงขอนำเสนองานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโครงการคณิตศาสตร์ ดังนี้

เมเยอร์และคนอื่น ๆ (Meyer and others 1997) ได้วิจัยพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออกเมื่อได้รับความท้าทายต่อการเรียนรู้แบบโครงการด้วยตนเองโดยใช้ความรู้เดิมเป็นฐานศึกษาเพียงกลุ่มเดียวโดยการสลับคัดเลือกวัดระดับความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่มีความสามารถเท่าเทียมกัน จำนวน 14 คนเป็นนักเรียนเกรด 5 จำนวน 8 คน เกรด 6 จำนวน 6 คน เป็นนักเรียนผู้หญิง 7 คน นักเรียนผู้ชาย 7 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยโครงการว่า พฤติกรรมของนักเรียนมี 3 รูปแบบ คือความล้มเหลว ต้องปรับปรุง และปฏิบัติได้ โดยการสัมภาษณ์ เมื่อเกิดความล้มเหลวในการทำงาน แบบสำรวจการเรียนรู้แบบประยุกต์ใช้ ผลการวิจัยนักเรียนที่มีความล้มเหลวในการทำงาน จะไม่ชอบงานที่มีความท้าทายและแรงตอบโต้ในการทำงานครั้งต่อไป นักเรียนที่ไม่ค่อยมีความล้มเหลวก็จะมีเป้าหมายในการทำงานและมีกลยุทธ์ในการเรียนรู้ที่ดีกว่า

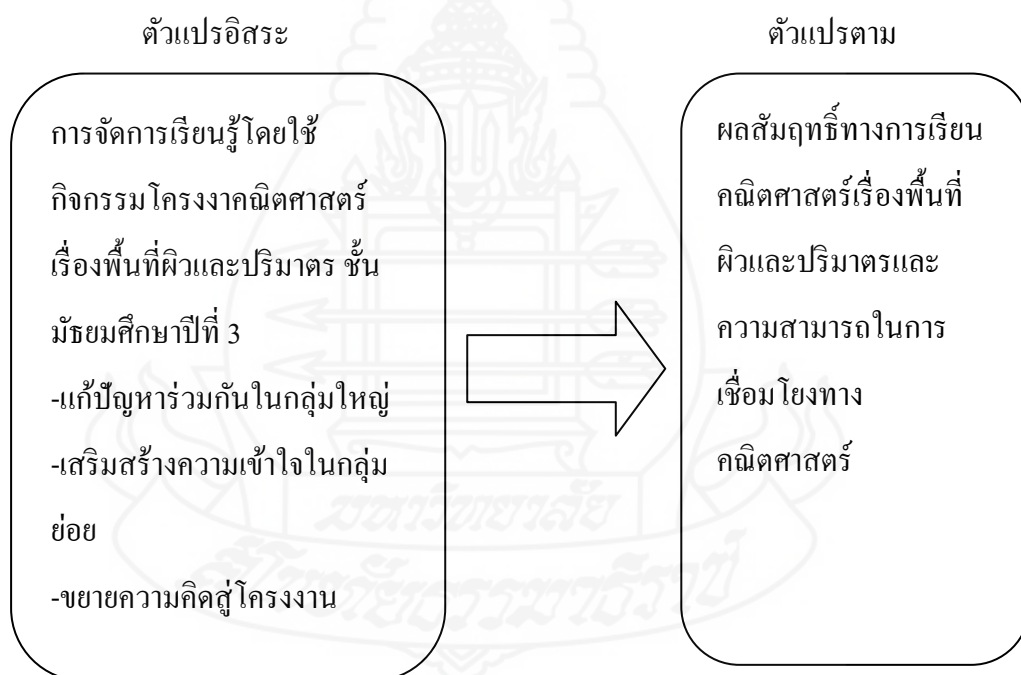
ทรูฆิลโล (Trujillo. 1998) ได้ทำการวิจัยเรื่อง เจตคติของนักเรียนที่มีต่อโครงการคณิตศาสตร์ เพื่อตรวจสอบปัจจัยที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับเจตคติของนักเรียนที่มีต่อโครงการคณิตศาสตร์ (เช่น ความวิตกกังวล ความสนใจ การนำเสนอโครงการ ครู เพศ เป็นต้น) กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียน จำนวน 304 คน ที่ถูกสำรวจความคิดเห็น ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีเจตคติทางบวกต่อโครงการ และความวิตกกังวลกับเจตคติของนักเรียนมีค่าความสัมพันธ์ทางบวก เท่า 0.12 ซึ่งผลการวิจัยทั้งสองแบบ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในด้านผลการวิจัยเชิงคุณภาพ นักเรียน 61% มีเจตคติที่ดีต่อโครงการคณิตศาสตร์ และมีความตั้งใจในการทำโครงการคณิตศาสตร์ นักเรียนจำนวน 40 % มีความสุขและสนุกในการทำโครงการคณิตศาสตร์ นักเรียนมากกว่า 50 % กล่าวว่า เจตคติที่มีต่อโครงการเป็นผลมาจากครู กลุ่มเพื่อน และเนื้อหาของโครงการ

จากผลการศึกษารายงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยพบว่าการใช้กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงขึ้น ทั้งยังช่วยเสริมสร้างความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนอีกด้วย ทำให้ผู้วิจัยได้กรอบแนวคิดในการวิจัยครั้งนี้ แต่แนวคิดเรื่องแบบวิจัย ผู้วิจัยเห็นว่าน่าจะใช้แบบแผนวัดก่อนและหลังการทดลอง มีกลุ่มเปรียบเทียบ ซึ่งจะทำให้รายงานวิจัยมีความตรงมากขึ้น

7. กรอบความคิดและสมมติฐานของการวิจัย

7.1 กรอบความคิดของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านแคนา จังหวัดนราธิวาส โดยใช้กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ ดังนี้



ภาพที่ 2.3 กรอบแนวคิดในการวิจัย

7.2 สมมติฐานของการวิจัย

ค่าเฉลี่ยตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์สูงกว่าค่าเฉลี่ยก่อนเรียน