

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในครั้งนี้ ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการสร้างรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตอนที่ 2 ผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตอนที่ 1 ผลการสร้างรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

การนำเสนอผลการสร้างรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยแบ่งการนำเสนอออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ผลการร่างรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ส่วนที่ 2 การตรวจสอบคุณภาพรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

ส่วนที่ 3 ผลการปรับปรุงรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ส่วนที่ 4 ผลการหาค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

มีรายละเอียดในแต่ละส่วน ดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 ผลการร่างรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

การสร้างรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จากการวิเคราะห์และสังเคราะห์แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก การเรียนรู้ร่วมกัน และการช่วยเสริมศักยภาพ สรุปได้ดังนี้

องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วย

1. หลักการ
2. วัตถุประสงค์
3. เนื้อหา
4. กิจกรรมการเรียนการสอน
5. การวัดและประเมินผล

1. หลักการ

รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีหลักการ ดังนี้

มุ่งเน้นให้ผู้เรียนปฏิบัติงานร่วมกัน เพื่อสร้างความรู้ใหม่จากการเรียนรู้ด้วยตนเอง และการเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม ผ่านการค้นคว้า วางแผนการแก้ปัญหา และการลงมือปฏิบัติ โดยมีการให้ความช่วยเหลือเมื่อนักเรียน ไม่สามารถทำงานนั้นได้ด้วยตนเอง

2. วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งประกอบด้วยทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และทักษะการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

3. เนื้อหา

เนื้อหาของรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วยสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา

ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่อง ความน่าจะเป็น ในสาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น และสาระที่ 6 ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

4. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนตามรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วยขั้นตอนการเรียนรู้การสอน 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นศึกษาปัญหา (S: Study the Problem) เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนร่วมกันวิเคราะห์ อภิปราย และเสนอความคิดเห็นต่อสถานการณ์ปัญหา

2. ขั้นกำหนดกรอบการศึกษา (S: Set up the Framework) เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนร่วมกันกำหนดแนวทางในการศึกษาค้นคว้า เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ดังนี้

2.1 ข้อเท็จจริง (Facts) คือ ข้อความรู้ที่เกี่ยวกับปัญหานั้น ซึ่งอาจเป็นความรู้/ข้อมูลที่ปรากฏในสถานการณ์ปัญหาที่เกิดจากการอภิปรายร่วมกันหรือเป็นความรู้เดิมที่ได้เรียนมาแล้ว

2.2 ประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้า (Learning Issues) คือ ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา แต่ผู้เรียนยังไม่มี จำเป็นต้องศึกษาเพิ่มเติมเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

2.3 แนวทางการแก้ปัญหา (Ideas) คือ วิธีการหรือแนวทางในการหาคำตอบที่น่าจะเป็นไปได้

2.4 วิธีการศึกษา (Action Plan) คือ วิธีการที่จะดำเนินการ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ต้องการ โดยระบุว่าผู้เรียนจะสามารถศึกษาข้อมูลได้อย่างไร จากใคร แหล่งใด

3. ขั้นลงมือแก้ปัญหา (S: Solve the Problem) เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนร่วมกันค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่กำหนดไว้ แล้วดำเนินการแก้ปัญหาตามกรอบการศึกษาที่กำหนดไว้

4. ขั้นสรุปและประเมินคำตอบ (S: Summarize and evaluate the answers) เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนร่วมกันสรุปคำตอบและประเมินค่าสิ่งที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาและผลของคำตอบที่ได้ในแต่ละปัญหาว่าทำให้เรียนรู้อะไร ซึ่งผู้เรียนจะต้องแสดงผลและร่วมกันอภิปรายในกลุ่ม โดยใช้ข้อมูลที่ได้ค้นคว้ามาเป็นพื้นฐาน

ตาราง 34 รายละเอียดของกิจกรรมการเรียนการสอนในขั้นตอนการเรียนการสอน

กิจกรรมใน บทเรียน	บทบาทผู้เรียน	บทบาทผู้สอน	แนวทางในการ ช่วยเสริม ศักยภาพ	เป้าหมายที่ คาดหวัง
1. ขั้นศึกษาปัญหา (S: Study the Problem)				
1. นำเสนอ สถานการณ์ ปัญหา	1. ทำความเข้าใจ สถานการณ์ที่ กำหนด	1. ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือผู้เรียน เมื่อผู้เรียนต้องการ	1. แนะนำวิธีการ ทำความเข้าใจ และสรุปปัญหา	1. ผู้เรียนสามารถ สรุปปัญหาได้
2. ใช้คำถามนำ เกี่ยวกับ สถานการณ์ ปัญหากระตุ้นให้ ผู้เรียนตอบและ แลกเปลี่ยนความ คิดเห็นกับสมาชิก ในกลุ่มเพื่อสรุป คำตอบของกลุ่ม	2. แลกเปลี่ยน ความคิดกับสมาชิก ในกลุ่ม	2. ดูแลและให้ คำแนะนำในการ แลกเปลี่ยนความ คิดเห็นและกระตุ้น ให้ผู้เรียนแสดง ความคิดเห็น 3. ประเมินผล การเรียนรู้ของ ผู้เรียน	2. ใช้คำถามเฉพาะ เพื่อกระตุ้นการ ขยายความคิด ของผู้เรียนเกี่ยวกับ ประเด็นปัญหา	2. ผู้เรียนเกิดความ สงสัยและต้องการ หาคำตอบของ ปัญหา
2. ขั้นกำหนดกรอบการศึกษา (S: Set up the Framework)				
1. ร่วมกันกำหนด กรอบการศึกษา เพื่อนำมาใช้ใน การแก้ปัญหา	1. วิเคราะห์ข้อมูล หรือข้อเท็จจริง ที่ปรากฏอยู่ใน สถานการณ์ปัญหา	1. ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือผู้เรียนเมื่อ ผู้เรียนต้องการ	1. ให้การชี้แนะ เกี่ยวกับการ วิเคราะห์ข้อเท็จจริง และการหาแนว	1. ผู้เรียนสามารถ วิเคราะห์ ข้อเท็จจริงใน สถานการณ์ปัญหา ได้
2. ร่วมแสดงความ คิดเห็น อภิปราย ร่วมกันเพื่อ กำหนดวิธีการ แก้ปัญหา	2. กำหนดประเด็น ที่ต้องการศึกษา ค้นคว้า 3. หาแนวทางการ หาคำตอบที่น่าจะ เป็นไปได้ 4. กำหนดวิธีการ ที่จะดำเนินการ เพื่อให้ได้ข้อมูลมา ใช้ในการแก้ปัญหา	2. ดูแลและให้ คำแนะนำในการ แลกเปลี่ยนความ คิดเห็นและกระตุ้น ให้ผู้เรียนแสดง ความคิดเห็น 3. ประเมินผล การเรียนรู้ของ ผู้เรียน	2. กำหนดให้ผู้เรียน สะท้อนคำตอบของ ตนเองโดย แลกเปลี่ยนความ คิดเห็นกับเพื่อน	2. ผู้เรียนกำหนด แนวทางและ วิธีการในการหา คำตอบของปัญหา ได้

ตาราง 34 (ต่อ)

กิจกรรมใน บทเรียน	บทบาทผู้เรียน	บทบาทผู้สอน	แนวทางในการ ช่วยเสริม ศักยภาพ	เป้าหมายที่ คาดหวัง
3. ขั้นลงมือแก้ปัญหา (S: Solve the Problem)				
1. ศึกษาค้นคว้า หาข้อมูลเพื่อ นำมาใช้ใน การแก้ปัญหา	1. ช่วยกันค้นคว้า ข้อมูลที่จำเป็น จากแหล่งข้อมูล ที่กำหนดไว้	1. ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือผู้เรียน เมื่อผู้เรียนต้องการ	1. แนะนำ แหล่งข้อมูลเพื่อ ศึกษาค้นคว้า	1. ผู้เรียนสามารถ ดำเนินการเพื่อ รวบรวมข้อมูลเพื่อ ใช้ในการแก้ปัญหา
2. ร่วมกัน แก้ปัญหาตาม กรอบการศึกษา ที่กำหนดไว้	2. ดำเนินการ หาคำตอบโดย ใช้ข้อมูลที่ได้ ทำการศึกษาค้นคว้ามา	2. ดูแลและให้ คำแนะนำในการ แลกเปลี่ยนความ คิดเห็นและกระตุ้น ให้ผู้เรียนแสดง ความคิดเห็น	2. ใช้คำถามนำ เพื่อให้ผู้เรียนค้นหา คำตอบที่สามารถ เป็นไปได้ให้มาก ที่สุด	ได้ 2. ผู้เรียนสามารถ ดำเนินการ แก้ปัญหาตาม กรอบการศึกษา ที่กำหนดได้
4. ขั้นสรุปและประเมินคำตอบ (S: Summarize and evaluate the answers)				
1. การลงข้อสรุป และนำเสนอผล การหาคำตอบ ของปัญหา	1. สรุปประเด็น สำคัญและหา เหตุผลอธิบาย คำตอบของปัญหา	1. ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือผู้เรียน เมื่อผู้เรียนต้องการ	1. แนะนำวิธีการ อธิบายและลง ข้อสรุปและวิธีการ นำเสนอผลงาน	1. ผู้เรียนสามารถ สรุปคำตอบหรือ แก้ปัญหาและเสนอ การอธิบายได้อย่าง
2. การศึกษาและ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ร่วมกัน	2. แลกเปลี่ยนความ คิดเห็นกับเพื่อนใน กลุ่มเพื่ออธิบายหา	2. ดูแลและให้ คำแนะนำในการ แลกเปลี่ยนความ คิดเห็นและกระตุ้น	2. ใช้คำถามนำ เกี่ยวกับ สถานการณ์และ	สมเหตุผล 2. ผู้เรียนสามารถ ปรับปรุงการทำงาน
3. การประเมิน กระบวนการและ ผลการเรียนรู้	ข้อสรุปและ เตรียมการนำเสนอ ของกลุ่ม 3. นำเสนอผลงาน ของกลุ่ม โดยการ นำเสนอผลงาน ที่แสดงถึง กระบวนการเรียนรู้	ให้ผู้เรียนแสดง ความคิดเห็น 3. ประเมินผล การเรียนรู้ของผู้เรียน	ข้อมูลที่รวบรวมได้ เพื่อกระตุ้นให้ ผู้เรียนใช้ข้อมูลที่ ได้มาในการอธิบาย คำตอบ 3. ส่งเสริมให้ผู้เรียน สะท้อนแง่มุมต่างๆ ของข้อมูลที่กำลัง สังเคราะห์	จากการ เปรียบเทียบ ความคิดของตนเอง กับบุคคลอื่นๆ

ตาราง 34 (ต่อ)

กิจกรรมใน บทเรียน	บทบาทผู้เรียน	บทบาทผู้สอน	แนวทางในการ ช่วยเสริม ศักยภาพ	เป้าหมายที่ คาดหวัง
4. ขั้นสรุปและประเมินคำตอบ (S: Summarize and evaluate the answers)				
	ตั้งแต่ต้นจนได้			
	คำตอบของปัญหา			
	4. ประเมินค่าสิ่ง ที่นำมาใช้ใน การแก้ปัญหา			
	5. ร่วมกันกำหนด สิ่งที่ต้องการเรียนรู้ ต่อไป			

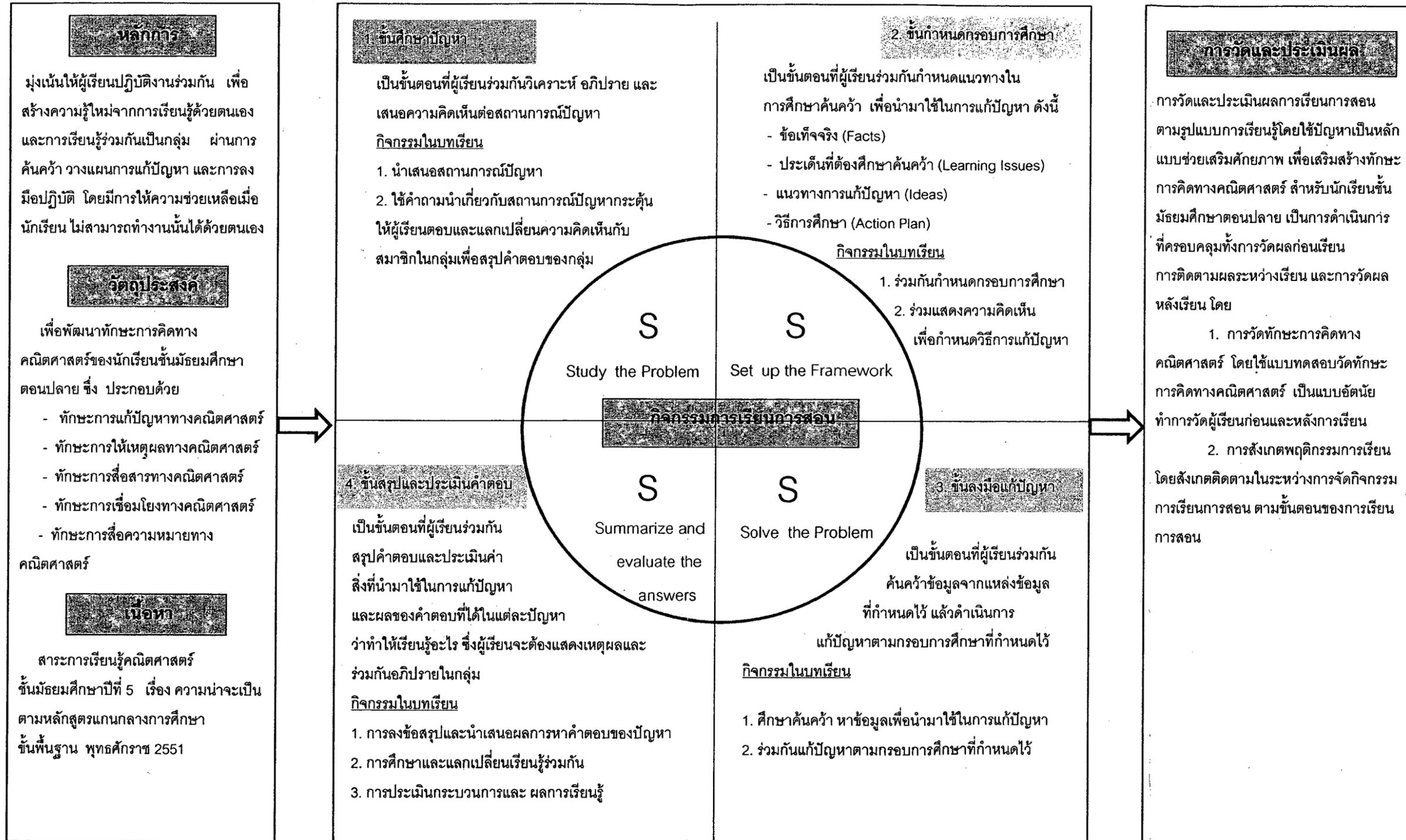
5. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การวัดและประเมินผลการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นการดำเนินการที่ครอบคลุมทั้งการวัดผลก่อนเรียน การติดตามผลระหว่างเรียน และการวัดผลหลังเรียน โดย

1. การวัดทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบอัตนัย ทำการวัดผู้เรียนก่อนและหลังการเรียน

2. การสังเกตพฤติกรรมการเรียน โดยสังเกตติดตามในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ตามขั้นตอนของการเรียนการสอน

4-S Model



ภาพ 9 ร่างรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ส่วนที่ 2 การตรวจสอบคุณภาพรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโดยผู้ทรงคุณวุฒิ

การตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการเรียนรู้ ประกอบด้วย การประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายและแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งปรากฏผลดังตาราง 35

ตาราง 35 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

รายการประเมิน	n = 9		ระดับความเหมาะสม
	\bar{X}	S.D.	
1. ความเป็นมาของรูปแบบการเรียนรู้			
1.1 ความชัดเจนในการบรรยายความเป็นมาของการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ มีสาระสำคัญและเหมาะสม	4.56	0.53	มากที่สุด
1.2 ความเหมาะสมของเหตุผลในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้	4.67	0.50	มากที่สุด
1.3 การใช้ภาษาและการเรียบเรียง ความเป็นมาของรูปแบบการเรียนรู้	3.89	0.33	มาก
2. แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้			
2.1 ความชัดเจนในการบรรยายแนวคิดที่ใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้	4.22	0.44	มาก
2.2 ความเหมาะสมในการนำแนวคิดมาใช้ในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้	4.78	0.44	มากที่สุด
2.3 การใช้ภาษาในการอธิบายเกี่ยวกับแนวคิดต่างๆ	3.67	0.50	มาก

ตาราง 35 (ต่อ)

รายการประเมิน	n = 9		ระดับ ความเหมาะสม
	\bar{X}	S.D.	
3. การกำหนดองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้			
3.1 การกำหนดองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ มีความสมบูรณ์ครอบคลุมความต้องการจำเป็น	4.56	0.53	มากที่สุด
3.2 แต่ละองค์ประกอบมีความสัมพันธ์สอดคล้อง ส่งเสริมซึ่งกันและกัน	4.67	0.50	มากที่สุด
3.3 การเรียงลำดับขององค์ประกอบในรูปแบบ การเรียนรู้มีความเหมาะสม ทำให้เข้าใจได้ง่าย	4.56	0.53	มากที่สุด
4. องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้			
4.1 หลักการ			
4.1.1 ความชัดเจนของหลักการของรูปแบบ การเรียนรู้	3.56	0.53	มาก
4.1.2 หลักการมีความสอดคล้องกับแนวคิด พื้นฐานที่นำมาพัฒนารูปแบบการเรียนรู้	4.56	0.53	มากที่สุด
4.1.3 การใช้ภาษาและการเรียบเรียงถ้อยคำ มีความเหมาะสมและเข้าใจง่าย	3.78	0.44	มาก
4.2 วัตถุประสงค์			
4.2.1 วัตถุประสงค์มีความสอดคล้องกับหลักการ	3.67	0.50	มาก
4.2.2 วัตถุประสงค์มีความชัดเจน สามารถแสดง ถึงสิ่งที่มุ่งหวังให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน	4.67	0.50	มากที่สุด
4.2.3 วัตถุประสงค์มีความเป็นไปได้	3.89	0.60	มาก
4.2.4 การใช้ภาษาและการเรียบเรียงถ้อยคำ มีความเหมาะสมและเข้าใจง่าย	3.56	0.53	มาก
4.3 เนื้อหา			
4.3.1 เนื้อหามีความสอดคล้องและนำไปสู่ วัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้	3.89	0.33	มาก

ตาราง 35 (ต่อ)

รายการประเมิน	n = 9		ระดับ
	\bar{X}	S.D.	ความเหมาะสม
4.3.2 ขอบเขตของเนื้อหาที่มีความเหมาะสมและเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน	4.22	0.44	มาก
4.4 กิจกรรมการเรียนการสอน			
4.4.1 ความชัดเจนของกิจกรรมการเรียนการสอนที่กำหนดไว้ในรูปแบบการเรียนรู้	4.00	0.50	มาก
4.4.2 ความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนการสอนกับวัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนรู้	4.11	0.33	มาก
4.4.3 ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน	4.67	0.50	มากที่สุด
4.5 การวัดและประเมินผล			
4.5.1 ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนรู้	3.56	0.53	มาก
4.5.2 ความเหมาะสมของ หลักเกณฑ์และแนวทางการประเมิน	3.89	0.60	มาก
4.5.3 ความชัดเจนและสามารถนำไปสู่การปฏิบัติได้	4.00	0.00	มาก
รวมเฉลี่ย	4.15	0.46	มาก

จากตาราง 35 พบว่า รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพเพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยภาพรวมมีความเหมาะสมในระดับมาก ($\bar{X} = 4.15$) และเมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.56 - 4.78$) มี 9 รายการ ประกอบด้วย ความชัดเจนในการบรรยายความเป็นมาของการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ มีสาระสำคัญและเหมาะสม ความเหมาะสมของเหตุผลในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ ความเหมาะสมในการนำแนวคิดมาใช้ในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ การกำหนดองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ มีความสมบูรณ์ครอบคลุมความต้องการจำเป็น แต่ละองค์ประกอบมีความสัมพันธ์สอดคล้อง

ส่งเสริมซึ่งกันและกัน การเรียงลำดับขององค์ประกอบในรูปแบบการเรียนรู้มีความเหมาะสม ทำให้เข้าใจได้ง่าย หลักการมีความสอดคล้องกับแนวคิดพื้นฐานที่นำมาพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ วัตถุประสงค์มีความชัดเจน สามารถแสดงถึงสิ่งที่มุ่งหวังให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน ส่วนรายการที่เหลือทั้งหมด มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.56 - 4.22$) ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

นอกจากนี้ผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้ ดังนี้

1. หลักการของรูปแบบการเรียนรู้ เขียนได้สอดคล้องกับแนวคิดที่นำมาพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ และเสนอแนะให้ปรับการเขียนโดยอาจเขียนเป็นรายข้อที่สะท้อนต่อแนวคิดในแต่ละแนวคิด เพื่อความชัดเจนยิ่งขึ้น

2. กิจกรรมการเรียนการสอนที่สังเคราะห์ได้เป็น 4-S Model ยังไม่ครอบคลุมในการพัฒนาตัวแปรคือ ทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ยังคงเน้นที่การเขียนสื่อสาร เนื่องจากรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นการเรียนรู้ร่วมกันจึงควรเพิ่มกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนได้นำเสนอผลงานเพื่อเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ อาจเพิ่มขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนการสอนเป็น ขั้นตอนนำเสนอแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Share and Communicate) ซึ่งจะได้รูปแบบการเรียนรู้ 5-S Model และในแต่ละขั้นตอนอาจเขียนแทนด้วยถ้อยคำที่คล้องจองกัน เพื่อง่ายต่อการจดจำและนำไปใช้

3. กิจกรรมการเรียนการสอน ในขั้นกำหนดกรอบการศึกษา มีประเด็นที่ควรปรับปรุงและแก้ไข คือ แนวทางการแก้ปัญหา (ideas) กับวิธีการศึกษา (Action Plan) เป็นกระบวนการที่ค่อนข้างซ้ำซ้อน เพื่อเป็นการปรับกระบวนการให้กระชับอาจใช้เพียงวิธีใดวิธีหนึ่ง แล้วอธิบายว่าเป็นขั้นตอนที่ต้องเกิดจากกระบวนการคิดเพื่อให้ได้มาซึ่งแนวทางหรือวิธีการในการแก้ปัญหาและหาคำตอบ

4. การวัดและประเมินผล ในส่วนของการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในแต่ละขั้นตอนอย่างละเอียดจะเป็นการประเมินที่ดีมาก เนื่องจากจะทำให้ทราบว่าในแต่ละขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นสามารถทำให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์หรือไม่ อย่างไร

5. การวัดและประเมินผลมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนรู้ และควรมีเกณฑ์การประเมินที่ละเอียดและชัดเจน ทั้งนี้เนื่องจากตัวแปรที่วัดเป็นทักษะการคิด ดังนั้นเสนอแนะให้มีการศึกษาเครื่องมือวัดหรือเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินเพิ่มเติม เพื่อให้ได้เครื่องมือหรือเกณฑ์ที่สามารถประเมินพฤติกรรมที่เป็นตัวบ่งชี้ของกระบวนการคิดอย่างแท้จริง

ตาราง 36 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

รายการประเมิน	n = 9		ระดับความเหมาะสม
	\bar{X}	S.D.	
1. รายละเอียดในคู่มือมีความชัดเจนและเข้าใจง่ายที่จะนำรูปแบบการเรียนรู้ไปใช้ได้อย่างได้ผล	4.33	0.50	มาก
2. แนวทางในการศึกษาเอกสารก่อนการสอนแสดงถึงความคาดหวังที่ต้องการให้เกิดกับผู้ที่ศึกษาคู่มืออย่างชัดเจน	3.89	0.33	มาก
3. รายละเอียดในคำแนะนำการใช้รูปแบบการเรียนรู้เกี่ยวกับการจัดเตรียมสิ่งจำเป็นในการสอนอย่างครบถ้วน	4.00	0.00	มาก
4. มีคำแนะนำในการนำไปใช้ตลอดจนการปรับให้เหมาะสมเมื่อเกิดปัญหาในการใช้	4.22	0.44	มาก
5. บอกรายละเอียดของผู้เรียนและระดับขั้นของผู้เรียน	4.11	0.33	มาก
6. การวัดและประเมินผลมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	4.00	0.50	มาก
7. มีการพิจารณาตัดสินผลการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย	4.11	0.60	มาก
8. ข้อเสนอแนะด้านบทบาทผู้สอน บทบาทผู้เรียนและการจัดสภาพการเรียนรู้การสอนมีความชัดเจน สามารถนำไปปฏิบัติได้	4.44	0.53	มาก
รวมเฉลี่ย	4.14	0.40	มาก

จากตาราง 36 พบว่า คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยภาพรวมมีความเหมาะสมในระดับมาก ($\bar{x} = 4.14$) และเมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่าทุกรายการมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 3.89 - 4.44$) โดยรายการที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ ข้อเสนอแนะด้านบทบาทผู้สอน บทบาทผู้เรียนและการจัดสภาพการเรียนรู้การสอนมี

ความชัดเจน สามารถนำไปปฏิบัติได้ รองลงมาคือ รายละเอียดในคู่มือมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย ที่จะนำรูปแบบการเรียนรู้ไปใช้ได้อย่างได้ผล และมีคำแนะนำในการนำไปใช้ตลอดจนการปรับให้เหมาะสมเมื่อเกิดปัญหาในการใช้ ตามลำดับ ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

นอกจากนี้ผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนรู้ ดังนี้

1. ควรอธิบายให้แต่ละหัวข้อของคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนรู้ให้ละเอียดชัดเจนมากขึ้น
2. การเขียนรายละเอียดของบทบาทผู้เรียน และบทบาทผู้สอน ควรเขียนให้ละเอียดยิ่งขึ้นสำหรับในแต่ละขั้นตอน เพื่อให้ผู้ที่นำรูปแบบการเรียนรู้ไปใช้สามารถปฏิบัติตามได้โดยง่าย โดยเฉพาะบทบาทของผู้สอนด้านการช่วยเสริมศักยภาพในแต่ละขั้นตอน ควรมีการเสนอแนวทางในการช่วยเสริมศักยภาพไว้อย่างหลากหลาย และครอบคลุมกับสภาพปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนการสอน
3. ในส่วนของการวัดและประเมินผลควรเขียนให้ชัดเจน ให้เห็นภาพรวมว่าจะประเมินอะไร อย่างไร และควรแสดงรายละเอียดย่อยในการประเมินแต่ละขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนการสอน

ตาราง 37 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

รายการประเมิน	n = 9		ระดับความเหมาะสม
	\bar{X}	S.D.	
1. การกำหนดองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้			
1.1 การกำหนดองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ครบถ้วน ครอบคลุมความต้องการจำเป็น	4.67	0.50	มากที่สุด
1.2 การเรียงเรียงลำดับองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม ช่วยให้เข้าใจง่าย	4.44	0.53	มาก
1.3 องค์ประกอบภายในแผนจัดการเรียนรู้มีความสัมพันธ์สอดคล้องกัน	4.33	0.50	มาก

ตาราง 37 (ต่อ)

รายการประเมิน	n = 9		ระดับ ความเหมาะสม
	\bar{X}	S.D.	
2. องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้			
2.1 มาตรฐานการเรียนรู้			
2.1.1 กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ได้สอดคล้อง กับเนื้อหาสาระ	4.44	0.53	มาก
2.2 สาระสำคัญ			
2.2.1 การเขียนสาระสำคัญในแผนการจัดการ เรียนรู้ครอบคลุมตามเป้าหมาย	4.33	0.50	มาก
2.3 จุดประสงค์การเรียนรู้			
2.3.1 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจน ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4.67	0.50	มากที่สุด
2.3.2 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้อง และสัมพันธ์กับวัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนรู้	4.78	0.44	มากที่สุด
2.3.3 จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงสิ่งที่มุ่งหวัง ให้เกิดขึ้นกับตัวผู้เรียน	4.56	0.53	มากที่สุด
2.3.4 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความเป็นไปได้	4.67	0.50	มากที่สุด
2.4 เนื้อหา			
2.4.1 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และสามารถนำไปสู่การบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ กำหนดไว้	4.56	0.53	มากที่สุด
2.4.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	4.22	0.44	มาก
2.4.3 เนื้อหาสาระในแผนการจัดการเรียนรู้ ถูกต้องตามหลักวิชาการ	4.67	0.50	มากที่สุด
2.5 กระบวนการจัดการเรียนรู้			
2.5.1 ขั้นตอนการจัดกระบวนการเรียนรู้มีความ เหมาะสม	4.56	0.53	มากที่สุด

ตาราง 37 (ต่อ)

รายการประเมิน	n = 9		ระดับ
	\bar{X}	S.D.	ความเหมาะสม
2.5.2 การกำหนดกิจกรรมแต่ละขั้นตอน มีความชัดเจนสามารถนำไปปฏิบัติได้สะดวก	4.11	0.33	มาก
2.5.3 การจัดกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเป็น สำคัญโดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและแก้ปัญหา ด้วยตนเอง	4.56	0.53	มากที่สุด
2.6 สื่อการเรียนการสอน			
2.6.1 มีการกำหนดสื่อการเรียนการสอน ที่ชัดเจนนำไปสู่การจัดเตรียมได้ง่ายและสะดวก	4.33	0.50	มาก
2.6.2 สื่อการเรียนการสอนเหมาะสมกับวัย ของผู้เรียน	4.33	0.50	มาก
2.6.3 สื่อการเรียนการสอนสอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนการสอน	4.44	0.53	มาก
2.7 การวัดและประเมินผล			
2.7.1 การวัดและประเมินผลมีความสอดคล้อง กับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้	4.22	0.44	มาก
2.7.2 การวัดและประเมินผลมีความสอดคล้อง กับวัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนรู้	4.11	0.33	มาก
2.7.3 มีการวัดและประเมินผลที่หลากหลาย รูปแบบ	4.00	0.00	มาก
รวมเฉลี่ย	4.43	0.46	มาก

จากตาราง 37 พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็น
หลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาตอนปลาย โดยภาพรวมมีความเหมาะสมในระดับมาก ($\bar{X} = 4.43$) และเมื่อพิจารณา
เป็นรายการ พบว่า รายการที่มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.56 - 4.78$) มี 9 รายการ

ประกอบด้วย การกำหนดองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ครบถ้วน ครอบคลุมความต้องการจำเป็น จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจน ครอบคลุมเนื้อหาสาระ จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องและสัมพันธ์กับวัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้แสดงถึงสิ่งที่มุ่งหวังให้เกิดขึ้นกับตัวผู้เรียน จุดประสงค์การเรียนรู้มีความเป็นไปได้ เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และสามารถนำไปสู่การบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ เนื้อหาสาระในแผนการจัดการเรียนรู้ถูกต้องตามหลักวิชาการ ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนมีความเหมาะสม การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนยึดผู้เรียนเป็นสำคัญโดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและแก้ปัญหาด้วยตนเอง ส่วนรายการที่เหลือทั้งหมดมีความเหมาะสมในระดับมาก ($\bar{x} = 4.00 - 4.44$) ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

นอกจากนี้ผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. เนื้อหาที่เตรียมมาในแต่ละครั้งของแผนการจัดการเรียนรู้นั้น ต้องพิจารณาถึงเวลาและความเหมาะสม สอดคล้องกัน มีความร้อยรัดกันไปตลอดเวลาของการนำเสนอในแต่ละครั้งของการเรียนการสอน ครูผู้สอนมีความสามารถในการปฏิบัติกิจกรรมในแผนนั้นได้อย่างครบถ้วน หากครูผู้สอนใช้เนื้อหามาก แต่เวลาน้อย ไม่สัมพันธ์กัน นักเรียนก็จะเรียนแบบหนัก นักเรียนไม่ได้ฝึกปฏิบัติเท่าที่ควร
2. การประเมินผลถือเป็นขั้นตอนท้ายสุดของการจัดการเรียนการสอน ต้องมีการประเมินในทุกปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน
3. นักเรียนแต่ละคนมีความถนัด และมีศักยภาพในการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ครูผู้สอนต้องฝึกให้นักเรียนรู้จักบูรณาการความรู้และประสบการณ์ด้านอื่น ๆ มาใช้ประโยชน์ เสริมกัน หรือชดเชยกัน ต้องให้นักเรียนได้ทำงานกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์ และช่วยเหลือดูแลกัน
4. การปฏิบัติกิจกรรมใด ๆ ในกระบวนการเรียนการสอน ควรจัดให้ครบกระบวนการ คือ ใช้เวลานักไปในทางคิด วิเคราะห์ ให้นักเรียนแสดงความเป็นเหตุเป็นผลในการสรุปองค์ความรู้ ส่งเสริมการฝึกปฏิบัติ แสดงผลในการปฏิบัติอย่างชัดเจน และฝึกให้นักเรียนประเมินตนเอง เพื่อให้ นักเรียนรู้ว่าตนเองมีความสามารถในระดับใด
5. การใช้ภาษาในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ให้เป็นทางการและสื่อความหมายได้อย่างชัดเจนถูกต้อง และเข้าใจง่าย

ส่วนที่ 3 ผลการปรับปรุงรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

ผู้วิจัยนำร่างรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ไปปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ สรุปประเด็นที่ได้รับปรับปรุง มีดังนี้

1. หลักการ ได้ปรับการเขียนโดยเขียนเป็นรายชื่อให้สะท้อนแนวคิดในแต่ละแนวคิดที่นำมาใช้ในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้

2. กิจกรรมการเรียนการสอน ปรับโดยใช้คำว่า กระบวนการจัดการเรียนรู้ และแก้ไขโดยการเพิ่มขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนการสอน คือ ขั้นตอนการนำเสนอแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Share and Communicate) เพื่อให้ครอบคลุมในการพัฒนาทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ และได้ปรับชื่อในแต่ละขั้นให้เป็นคำที่คล้องจองกัน เพื่อง่ายต่อการจดจำและนำไปใช้

3. ขั้นตอนการรอบการศึกษา ได้ปรับแก้ไขโดยนำขั้นหาแนวทางการแก้ปัญหา (ideas) กับวิธีการศึกษา (Action Plan) มาผสมกัน เพื่อให้เกิดความกระชับ ชัดเจน

4. คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้อธิบายเพิ่มเติมในส่วนของบทบาทผู้สอนและบทบาทผู้เรียนในภาพรวมของการใช้รูปแบบการเรียนรู้ และได้ปรับแก้ไขในส่วนของบทบาทผู้สอนและบทบาทผู้เรียนในแต่ละขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนการสอนให้ละเอียด ชัดเจนยิ่งขึ้น

5. การวัดและประเมินผล ได้ศึกษาเครื่องมือการวัดทักษะการคิดเพิ่มเติม และได้ปรับปรุงเกณฑ์ที่ใช้ในการวัดและประเมินให้ละเอียดและแสดงพฤติกรรมที่เป็นตัวบ่งชี้ของกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

6. แผนการจัดการเรียนรู้ ได้ปรับกิจกรรมการเรียนการสอนเป็น 5 ขั้นตอนตามรูปแบบการเรียนรู้ที่ปรับปรุงจากข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

7. สรุปรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิ ดังนี้

7.1 หลักการ

รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีหลักการ ดังนี้

7.1.1 เป็นการเรียนรู้ที่เริ่มต้นด้วยปัญหาใดปัญหาหนึ่ง เพื่อนำไปสู่การเกิดความรู้ใหม่ของผู้เรียน

7.1.2 มุ่งเน้นให้ผู้เรียนปฏิบัติงานร่วมกัน ผ่านการศึกษาค้นคว้า วางแผน การแก้ปัญหา และการลงมือปฏิบัติ เพื่อสร้างความรู้ใหม่จากการเรียนรู้ด้วยตนเอง

7.1.3 ผู้เรียนมีศักยภาพแตกต่างกัน จึงต้องมีการให้ความช่วยเหลือเมื่อนักเรียนไม่สามารถทำงานนั้นได้ด้วยตนเองและจะลดความช่วยเหลือลงเมื่อผู้เรียนสามารถปฏิบัติงานได้ด้วยตนเอง

7.2 วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งประกอบด้วยทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และทักษะการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

7.3 เนื้อหา

เนื้อหาของรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วยสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่อง ความน่าจะเป็น ในสาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น และสาระที่ 6 ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

7.4 กระบวนการจัดการเรียนรู้

กิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วยขั้นตอนการเรียนการสอน 5 ขั้นตอน ดังนี้

7.4.1 ขั้นศึกษาปัญหา(ศึกษาสถานการณ์ปัญหา) (S: Study the Problem) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนร่วมกันวิเคราะห์ อภิปราย และเสนอความคิดเห็นต่อสถานการณ์ปัญหา โดยให้ผู้เรียนกำหนดบทบาท หน้าที่ของตนในการแก้ปัญหาและกระตุ้นให้ผู้เรียนต้องการที่จะแก้ปัญหา อาจจะใช้คำถามในการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้อภิปรายและเสนอความคิดเห็นต่อปัญหา เพื่อมองเห็นความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหา

7.4.2 ขั้นกำหนดกรอบการศึกษา (ร่วมพิจารณาแนวความคิด) (S: Set up the Framework) เป็นขั้นตอนที่เมื่อผู้เรียนทำความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาและพร้อมที่จะสำรวจ ศึกษาค้นคว้าหาความรู้เพื่อแก้ปัญหา ผู้สอนจะให้ผู้เรียนร่วมกันได้กำหนดสิ่งที่ตนรู้จัก

สถานการณ์ปัญหา และสิ่งที่จำเป็นต้องเรียนรู้เพิ่มเติม ร่วมกันกำหนดแนวทางในการศึกษาค้นคว้า เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ดังนี้

1) ข้อเท็จจริง (Facts) คือ ข้อความรู้ที่เกี่ยวกับปัญหานั้น ซึ่งอาจเป็นความรู้/ข้อมูลที่ปรากฏในสถานการณ์ปัญหาที่เกิดจากการอภิปรายร่วมกันหรือเป็นความรู้เดิมที่ได้เรียนมาแล้ว

2) ประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้า (Learning Issues) คือ ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา แต่ผู้เรียนยังไม่รู้ จำเป็นต้องศึกษาเพิ่มเติมเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

3) แนวทางการแก้ปัญหา (Ideas) คือ วิธีการหรือแนวทางการหาคำตอบที่น่าจะเป็นไปได้ โดยระบุว่าผู้เรียนจะสามารถศึกษาข้อมูลได้อย่างไร จากใคร แหล่งใด

7.4.3 ขั้นลงมือแก้ปัญหา (มวลमितรพิชิตปัญหา)(S: Solve the Problem) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนร่วมกันค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่กำหนดไว้ จากนั้นเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่ค้นคว้ามากับปัญหาที่กำหนด แล้วดำเนินการแก้ปัญหามบนฐานข้อมูลตามกรอบการศึกษาที่กำหนดไว้

7.4.4 ขั้นสรุปและประเมินคำตอบ (ร่วมใช้ปัญญาดูตรวจสอบ)(S: Summarize and evaluate the answers) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนร่วมกันสรุปคำตอบและประเมินค่าสิ่งที่น่าสนใจในการแก้ปัญหาและผลของคำตอบที่ได้ในแต่ละปัญหาว่าทำให้เรียนรู้อะไร ซึ่งผู้เรียนจะต้องแสดงเหตุผลและร่วมกันอภิปรายในกลุ่ม โดยใช้ข้อมูลที่ได้ค้นคว้ามามาเป็นพื้นฐาน โดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระและทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง

7.4.5 ขั้นการนำเสนอแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (เห็นชอบแลกเปลี่ยนเรียนรู้) (Share and Communicate) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะต้องนำเสนอผลงานเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันในกลุ่มใหญ่ในชั้นเรียน สมาชิกแต่ละคนจะส่งตัวแทนออกมานำเสนอผลการแก้ปัญหา โดยจะนำเสนอผลงาน ที่แสดงถึงกระบวนการเรียนรู้ตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบของปัญหา ซึ่งเป็นการประเมินผลงานของตนเองและกลุ่มไปด้วย

ตาราง 38 รายละเอียดของกระบวนการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอน

กิจกรรมในบทเรียน	บทบาทผู้เรียน	บทบาทผู้สอน	แนวทางในการช่วยเสริมศักยภาพ	เป้าหมายที่คาดหวัง
1. ขั้นศึกษาสถานการณ์ปัญหา (S: Study the Problem)				
1. นำเสนอสถานการณ์ปัญหา	1. ทำความเข้าใจสถานการณ์ที่กำหนด	1. ให้คำแนะนำช่วยเหลือผู้เรียนเมื่อผู้เรียนต้องการ	1. แนะนำวิธีการทำความเข้าใจและสรุปปัญหา	1. ผู้เรียนสามารถสรุปปัญหาได้
2. ใช้คำถามนำเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหากระตุ้นให้ผู้เรียนตอบและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับสมาชิกในกลุ่มเพื่อสรุปคำตอบของกลุ่ม	2. แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับสมาชิกในกลุ่ม	2. ดูแลและให้คำแนะนำในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น	2. ใช้คำถามเฉพาะเพื่อกระตุ้นการขยายความคิดของผู้เรียนเกี่ยวกับประเด็นปัญหา	2. ผู้เรียนเกิดความสงสัยและต้องการหาคำตอบของปัญหา
		3. ใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนได้อภิปรายและเสนอความคิดเห็นต่อปัญหา		
		4. ประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน		
2. ขั้นร่วมพิจารณาแนวการคิด (S: Set up the Framework)				
1. ร่วมกันกำหนดกรอบการศึกษาเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา	1. วิเคราะห์ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์ปัญหา	1. ให้คำแนะนำช่วยเหลือผู้เรียนเมื่อผู้เรียนต้องการ	1. ให้การชี้แนะเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อเท็จจริงและการหาแนวทางการหาคำตอบ	1. ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ข้อเท็จจริงในสถานการณ์ปัญหาได้
2. ร่วมแสดงความคิดเห็น อภิปรายร่วมกันเพื่อกำหนดวิธีการแก้ปัญหา	2. กำหนดประเด็นที่ต้องการศึกษาค้นคว้า	2. ดูแลและให้คำแนะนำในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็น	2. กำหนดให้ผู้เรียนสะท้อนคำตอบของตนเองโดยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน	2. ผู้เรียนกำหนดแนวทางและวิธีการในการหาคำตอบของปัญหาได้
	3. หาแนวทางการหาคำตอบที่น่าจะเป็นไปได้	3. ประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	4. กำหนดวิธีการที่จะดำเนินการเพื่อให้ได้ข้อมูลมาใช้ในการแก้ปัญหา			

ตาราง 38 (ต่อ)

กิจกรรมใน บทเรียน	บทบาทผู้เรียน	บทบาทผู้สอน	แนวทางในการ ช่วยเสริมศักยภาพ	เป้าหมายที่คาดหวัง
3. ชั้นมวลมิตรพิชิตปัญหา (S: Solve the Problem)				
1. ศึกษาค้นคว้า หาข้อมูลเพื่อ นำมาใช้ในการ แก้ปัญหา	1. ช่วยกันค้นคว้า ข้อมูลที่จำเป็น จากแหล่งข้อมูล ที่กำหนดไว้	1. ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือผู้เรียน เมื่อผู้เรียนต้องการ	1. แนะนำ แหล่งข้อมูลเพื่อ ศึกษาค้นคว้า	1. ผู้เรียนสามารถ ดำเนินการเพื่อ รวบรวมข้อมูลเพื่อ ใช้ในการแก้ปัญหา
2. ร่วมกัน แก้ปัญหาตาม กรอบการศึกษาที่ กำหนดไว้	2. ดำเนินการหา คำตอบโดยใช้ ข้อมูลที่ได้ ทำการศึกษา ค้นคว้ามา	2. ดูแลและให้ คำแนะนำในการ แลกเปลี่ยนความ คิดเห็นและกระตุ้น ให้ผู้เรียนแสดง ความคิดเห็น	2. ใช้คำถามนำ เพื่อให้ผู้เรียนค้นหา คำตอบที่สามารถ เป็นไปได้ให้มาก ที่สุด	2. ผู้เรียนสามารถ ดำเนินการ แก้ปัญหาตาม กรอบการศึกษา ที่กำหนดได้
4. ชั้นร่วมใช้ปัญญาตรวจสอบ (S: Summarize and evaluate the answers)				
1. การลงข้อสรุป และนำเสนอผล การหาคำตอบของ ปัญหา	1. สรุปประเด็น สำคัญและหา เหตุผลอธิบาย คำตอบของปัญหา	1. ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือผู้เรียน เมื่อผู้เรียนต้องการ	1. แนะนำวิธีการ อธิบายและลง ข้อสรุป	1. ผู้เรียนสามารถ สรุปคำตอบหรือ แก้ปัญหาและเสนอ
2. การศึกษาและ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ร่วมกัน	2. แลกเปลี่ยนความ คิดเห็นกับเพื่อนใน กลุ่มเพื่ออธิบายหา	2. ดูแลและให้ คำแนะนำในการ แลกเปลี่ยนความ คิดเห็นและกระตุ้น ให้ผู้เรียนแสดง ความคิดเห็น	2. ใช้คำถามนำ เกี่ยวกับ สถานการณ์และ ข้อมูลที่รวบรวมได้ เพื่อกระตุ้นให้ ผู้เรียนใช้ข้อมูลที่ ได้มาในการอธิบาย คำตอบ	2. ผู้เรียนสามารถ ปรับปรุงการทำงาน จากการ เปรียบเทียบ ความคิดของตนเอง กับบุคคลอื่น ๆ
3. การประเมิน กระบวนการและ ผลการเรียนรู้	3. ประเมินค่า สิ่ง ที่นำมาใช้ใน การแก้ปัญหา	3. ประเมินผล การเรียนรู้ของ ผู้เรียน	3. ส่งเสริมให้ผู้เรียน สะท้อนแง่มุมต่างๆ ของข้อมูลที่กำลัง สังเคราะห์	

ตาราง 38 (ต่อ)

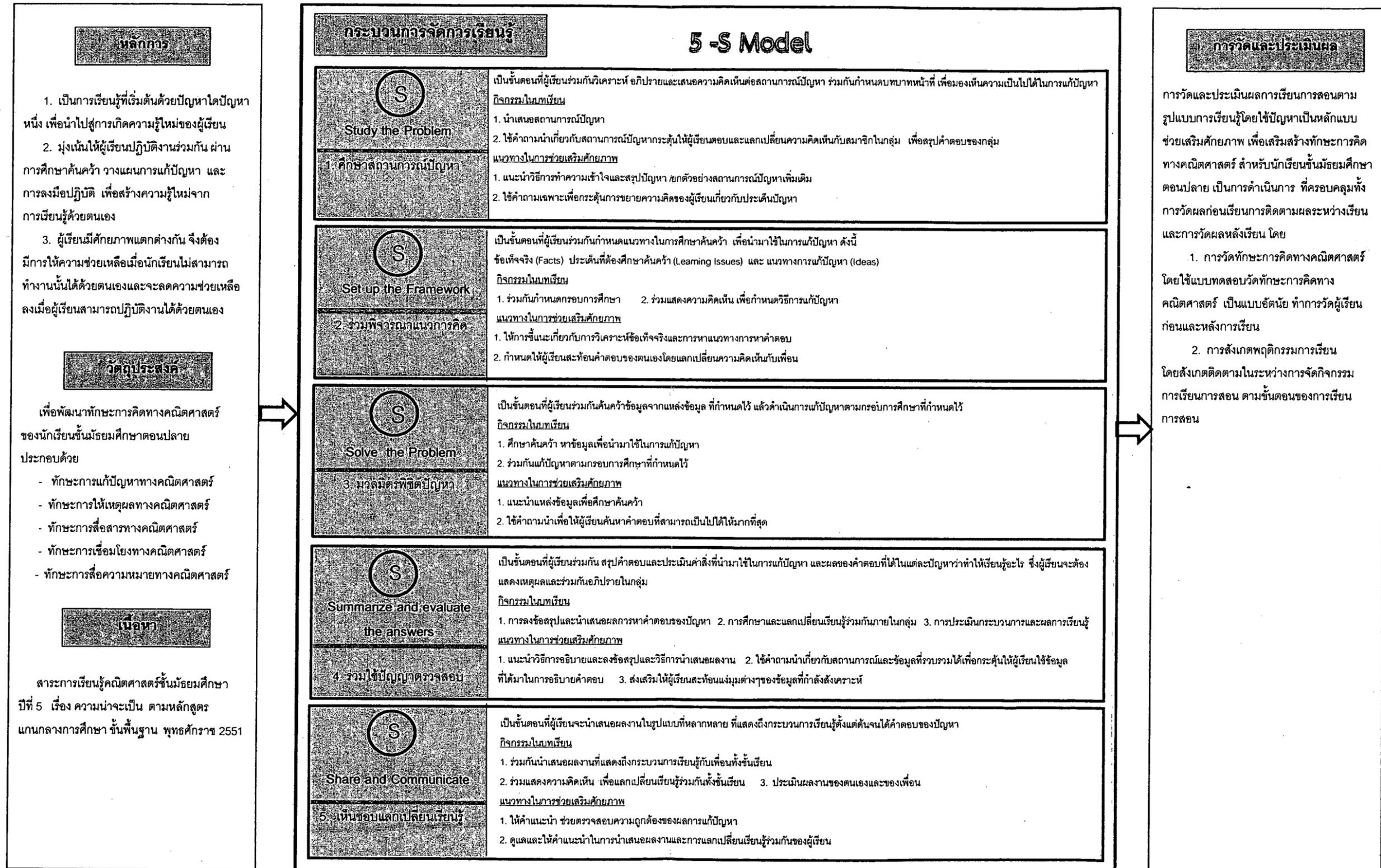
กิจกรรมใน บทเรียน	บทบาทผู้เรียน	บทบาทผู้สอน	แนวทางในการ ช่วยเสริมศักยภาพ	เป้าหมายที่คาดหวัง
5. ขึ้นเห็นชอบแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Share and Communicate)				
1. นำเสนอ ผลงาน ที่แสดง ถึงกระบวนการ เรียนรู้	1. นำเสนอผลงาน ของกลุ่ม โดยการ นำเสนอผลงานที่ แสดงถึง	1. ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือผู้เรียน เมื่อผู้เรียน ต้องการ	1. แนะนำวิธีการ เสนอผลงาน 2. ใช้คำถามนำ เพื่อให้ผู้เรียน เชื่อมโยงความรู้ ไปสู่การสรุปและ การนำเสนอ	1. ผู้เรียนสามารถ นำเสนอผลงาน ที่แสดงถึงกระบวนการ เรียนรู้ ตั้งแต่ต้นจนได้
2. ร่วมแสดง ความคิดเห็น เพื่อแลกเปลี่ยน เรียนรู้ร่วมกัน	กระบวนการเรียนรู้ ตั้งแต่ต้นจนได้ คำตอบของปัญหา	2. ดูแลและให้ คำแนะนำในการ นำเสนอผลงาน และแลกเปลี่ยน	3. ส่งเสริมให้ผู้เรียน มีการแบ่งปัน ความรู้และแสดง ความคิดเห็น ร่วมกัน	2. ผู้เรียนสามารถ เชื่อมโยงและแสดงถึงสิ่ง ที่ได้เรียนรู้
3. ประเมินผล งานของตนเอง และของเพื่อน	เรียนรู้และร่วม แสดงความคิดเห็น ต่อผลงานตนเอง และของเพื่อน 3. ร่วมกันกำหนด สิ่งที่ต้องการเรียนรู้ ต่อไป	เรียนรู้ร่วมกันของ ผู้เรียน 3. ประเมินผล การเรียนรู้ของ ผู้เรียน		ว่าได้เรียนรู้อะไร ได้ความรู้มาอย่างไร และทำไมความรู้นั้นถึง สำคัญ 3. นักเรียนได้ร่วมกัน แสดง ความคิดเห็นและ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกัน และกัน

7.4.5 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การวัดและประเมินผลการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้
ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นการดำเนินการที่ครอบคลุมทั้งการวัดผลก่อนเรียน
การติดตามผลระหว่างเรียน และการวัดผลหลังเรียน โดยดำเนินการดังนี้

1) วัดทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะ
การคิดทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบอัตนัย ทำการวัดผู้เรียนก่อนและหลังการเรียน

2) สังเกตพฤติกรรมนักเรียน โดยการสังเกตติดตามในระหว่างการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้ ตามขั้นตอนของการเรียนการสอน



ภาพ 10 รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ส่วนที่ 4 ผลการหาค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตาราง 39 แสดงผลการหาค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

จำนวนนักเรียน	ผลรวมของคะแนน		ดัชนีประสิทธิผล
	ทดสอบก่อนเรียน	ทดสอบหลังเรียน	
30	1,864	3,387	0.6872

จากตาราง 39 พบว่า ดัชนีประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีค่าเท่ากับ 0.6872 ซึ่งแสดงว่า รูปแบบการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นทำให้นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น 0.6872 คิดเป็นร้อยละ 68.72

ตอนที่ 2 ผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. ผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ตาราง 40 ผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริม ศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์	การทดลอง	n	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	\bar{D}	t	p
การแก้ปัญหา	ก่อนเรียน	34	24	11.56	1.10	10.76	54.287*	.00
	หลังเรียน	34	24	22.32	1.03			
การให้เหตุผล	ก่อนเรียน	34	24	9.18	1.38	11.35	28.684*	.00
	หลังเรียน	34	24	20.53	1.67			
การสื่อสาร	ก่อนเรียน	34	24	11.56	1.44	10.09	39.622*	.00
	หลังเรียน	34	24	21.65	0.64			
การเชื่อมโยง	ก่อนเรียน	34	24	10.65	1.39	9.59	26.930*	.00
	หลังเรียน	34	24	20.24	1.55			
การสื่อความหมาย	ก่อนเรียน	34	24	11.18	1.80	10.24	29.172*	.00
	หลังเรียน	34	24	21.41	2.10			
ในภาพรวม	ก่อนเรียน	34	120	54.12	4.77	52.03	66.396*	.00
	หลังเรียน	34	120	106.15	3.97			

* p < .05

จากตาราง 40 พบว่า ในภาพรวม นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ มีทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า นักเรียนมีทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ทุกด้านหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกับเกณฑ์ร้อยละ 75

ตาราง 41 ผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์กับเกณฑ์ร้อยละ 75

ทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์	n	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	คะแนนเกณฑ์	t	p
การแก้ปัญหา	34	24	22.32	1.03	18	24.327*	.00
การให้เหตุผล	34	24	20.53	1.67	18	8.811*	.00
การสื่อสาร	34	24	21.65	0.64	18	32.927*	.00
การเชื่อมโยง	34	24	20.24	1.55	18	8.365*	.00
การสื่อความหมาย	34	24	21.41	2.10	18	9.450*	.00
ในภาพรวม	34	120	106.15	3.97	90	129.199*	.00

* $p < .05$

จากตาราง 41 พบว่า ในภาพรวม นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า นักเรียนมีทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ทุกด้านหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการศึกษาพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

3.1 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผลการสังเกตพฤติกรรมด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีความสนใจ กระตือรือร้น ตั้งใจในการทำความเข้าใจกับปัญหา โดยการสำรวจว่าในสถานการณ์ปัญหา กำหนดข้อมูลอะไรให้บ้าง มีเงื่อนไขอย่างไร และสิ่งใดที่โจทย์ต้องการทราบ

คืออะไร จากนั้นจึงร่วมกันแสดงความคิดเห็นเพื่อวางแผนการแก้ปัญหา บางกลุ่มมีการวาดภาพประกอบ บางกลุ่มแยกสถานการณ์หรือเงื่อนไขออกเป็นส่วน ๆ และช่วยกันพิจารณาข้อสรุปในการดำเนินการแก้ปัญหา โดยในช่วงแรก ๆ นักเรียนยังไม่ค่อยมั่นใจในสิ่งที่ตนเองเสนอความคิดเห็นกับเพื่อน จะมีการซักถามครูผู้สอนเพื่อให้ครูอธิบายเพิ่มเติม ซึ่งครูผู้สอนได้ชี้แจงและพยายามกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มได้แสดงความคิดเห็นให้มากที่สุด และมีการช่วยเสริมแรงโดยให้คำชมเชยนักเรียนที่แสดงความคิดเห็นที่แตกต่างจากเพื่อน ๆ ในกลุ่มและประกาศให้นักเรียนทั้งชั้นดูเป็นตัวอย่างของผู้ที่กล้าแสดงความคิดเห็นในสิ่งที่แปลกใหม่ ซึ่งส่งผลให้พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละกลุ่มเปลี่ยนแปลงไป นักเรียนมีการแสดงความคิดเห็นมากขึ้น โดยสามารถอธิบายขั้นตอนของวิธีการในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ดังคำกล่าวของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่กล่าวไว้ว่า

... ตอนแรกไม่กล้าคิดและเสนอความคิดเห็น เพราะกลัวผิด แต่มีครูและเพื่อน ๆ ในกลุ่มคอยช่วยคิด เลยทำให้มั่นใจและกล้าเสนอวิธีการแก้ปัญหา

(นาย A (นามสมมติ), ผู้ให้สัมภาษณ์, 23 กรกฎาคม 2556)

... การที่พวกเราได้ช่วยกันคิด ทำให้มีความรู้สึกดีที่ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน ไม่ต้องกลัวผิดคนเดียว ทำให้ผมอยากเสนอความคิดเห็นกับกลุ่ม ซึ่งผมจะต้องศึกษาความรู้ในเรื่องที่เรียนมาก่อน เพื่อจะได้ช่วยเพื่อนทำงานได้

(นาย B (นามสมมติ), ผู้ให้สัมภาษณ์, 20 สิงหาคม 2556)

... โจทย์บางข้อสามารถหาคำตอบได้หลายวิธี การเรียนรู้ร่วมกันทำให้พวกเราได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ เสนอความคิดเห็นอย่างหลากหลาย เพื่อนบางคนมีเทคนิคดี ๆ ก็นำมาอธิบาย ทำให้ได้เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้น

(นางสาว C (นามสมมติ), ผู้ให้สัมภาษณ์, 27 สิงหาคม 2556)

3.2 การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ผลการสังเกตพฤติกรรมด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่าเมื่อนักเรียนได้รับสถานการณ์ปัญหา นักเรียนจะร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูล โดยพยายามเชื่อมโยงความรู้เดิมพร้อมกับอธิบายหลักการและเหตุผล และระบุความสัมพันธ์ของข้อมูล เพื่อหาข้อสรุป

ของข้อมูล ในช่วงแรกของการทำงานกลุ่มของนักเรียนแต่ละกลุ่มค่อนข้างช้า ไม่ทันเวลาที่กำหนด ครูผู้สอนคอยให้คำปรึกษาทุกกลุ่มอย่างต่อเนื่องและให้การเสริมแรง สร้างบรรยากาศที่เป็นอิสระให้นักเรียนได้คิดตามโดยไม่บอกว่สิ่งทีนักเรียนทำนั้นผิดแต่ใช้คำถามให้นักเรียนได้คิดเพื่อระดมให้นักเรียนหันมาคิดตาม เพื่อให้นักเรียนมีความมั่นใจ กล้าที่จะคิดได้ดีขึ้นและมีเหตุผลมากขึ้น ทำให้แต่ละกลุ่มสามารถคิดแนวทางในการหาคำตอบและกำหนดวิธีการที่จะดำเนินการเพื่อให้ได้ข้อมูลมาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องตรงประเด็นมากขึ้น แต่ละกลุ่มสามารถอธิบายและให้เหตุผลในการลงข้อสรุปในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล ดังคำกล่าวของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทีกล่าวไว้ว่า

... ครูเปิดโอกาสให้แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ ให้นักเรียนคิดก่อน ไม่มีคำ ว่าถูกหรือผิดทุกคนได้เสนอความคิดเห็น วิธีคิดทีหลากหลายภายใต้การให้เหตุผลของตนเอง จากนั้นจึงสรุปคำตอบร่วมกัน

(นางสาว D (นามสมมติ), ผู้ให้สัมภาษณ์, 20 สิงหาคม 2556)

... เพราะเรารู้ว่คำตอบมาได้ว่ไร จึงทำให้การเรียนเรื่องนี้เข้าใจมากขึ้น

(นางสาว E (นามสมมติ), ผู้ให้สัมภาษณ์, 20 สิงหาคม 2556)

... บางครั้งเคยคิดแล้วได้คำตอบ แต่อธิบาย ให้เหตุผลไม่ได้ เลยปล่อยเลยตามเลย จึงรู้ว่ในเรื่องนั้นๆ ไม่รู้เรื่องเลย วันนีครูเน้นให้พวกเราอธิบายเหตุผลของคำตอบ ตั้งแต่เริ่มต้นจนได้คำตอบสุดท้าย ฟังจากเพื่อนบ้าง คิดเองบ้าง ทำให้เข้าใจมากขึ้น

(นาย F (นามสมมติ), ผู้ให้สัมภาษณ์, 3 กันยายน 2556)

3.3 การสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ผลการสังเกตพฤติกรรมด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่านักเรียนสามารถนำเสนอผลงานทีแสดงถึงกระบวนการเรียนรู้ตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบของปัญหาโดยมีการระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน มีการนำเสนอรายละเอียด ระบุเป็นขั้นตอนสามารถใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องและเหมาะสม มีการแบ่งงานกันเพื่อเตรียมการนำเสนอผลงานของกลุ่ม แต่ละกลุ่มมีการเตรียมการเสนอทีหลากหลาย เช่น นำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิ แผนภาพ ในช่วงแรกของการทำกิจกรรมนักเรียนทำกิจกรรมค่อนข้างช้า เนื่องจากวิธีการหา

คำตอบมีมากกว่า 1 วิธี นักเรียนจึงอภิปรายร่วมกันเพื่อเลือกแนวทางหรือวิธีการที่ดีที่สุดและเป็นวิธีที่นักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลให้เพื่อนเข้าใจได้ง่ายที่สุด ครูต้องคอยเตือนให้นักเรียนรักษาเวลาในการกิจกรรมและคอยตรวจสอบความถูกต้องในการใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ทั้งในด้านของการนำเสนอด้วยการพูดและการเขียน ซึ่งส่งผลให้นักเรียนสามารถนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเป็นขั้นตอนทั้งด้านการพูดและการเขียน ดังคำกล่าวของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่กล่าวไว้ว่า

... ได้เรียนรู้จากเพื่อนหลายกลุ่มที่ออกมาแนะนำเสนอผลงาน ซึ่งเป็นวิธีการใหม่ เข้าใจง่าย อยากให้เรียนแล้วมีการนำเสนอแลกเปลี่ยนรวมกันอย่างนี้อีก

(นาย G (นามสมมติ), ผู้ให้สัมภาษณ์, 3 กันยายน 2556)

... ตอนแรกคิดว่า ทำไมอาจารย์ต้องให้เขียนวิธีการหาคำตอบให้ เป็นขั้นเป็นตอนอย่างละเอียด พอออกมาแนะนำเสนอหน้าชั้นเรียนจึงรู้ว่า ถ้าเราข้ามขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งก็จะทำให้เราอธิบายให้เพื่อนฟังแบบไม่เข้าใจ ซึ่งพอเขียนไปหลายๆ ข้อ ก็จะทำให้เราชินและเข้าใจวิธีการแก้ปัญหาอย่างแท้จริง

(นาย H (นามสมมติ), ผู้ให้สัมภาษณ์, 10 กันยายน 2556)

... เรียนรู้การหาวิธีการแก้ปัญหาว่ายากแล้ว แต่การอธิบายให้คนอื่นเข้าใจนั้นยากยิ่งกว่า ต้องมีความรู้และเข้าใจจริงๆ ถึงจะสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ

(นางสาว I (นามสมมติ), ผู้ให้สัมภาษณ์, 10 กันยายน 2556)

3.4 การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ผลการสังเกตพฤติกรรมด้านการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่านักเรียนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องอื่น ๆ มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม เช่น การใช้ความรู้เรื่องเซต อัตราส่วนและร้อยละ ซึ่งขณะที่นักเรียนเสนอแนวคิดวิธีการที่จะนำมาช่วยแก้ปัญหา ครูได้ให้คำแนะนำเพิ่มเติมและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม ทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย โดยมีแนวคิดและหลักการทางคณิตศาสตร์มาสนับสนุนหรือยืนยันข้อสรุปในการแก้ปัญหาย่างสมเหตุสมผล นอกจากนี้สถานการณ์ปัญหาที่กำหนดส่วนใหญ่จะเป็นการกำหนดสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน จึงส่งผลให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยง และนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันได้มากขึ้น ดังคำกล่าวของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่กล่าวไว้ว่า

... การเรียนคณิตศาสตร์ต้องใช้ความรู้เดิมค่อนข้างเยอะ ดีที่เรียนเป็นกลุ่ม บางครั้งถ้าไม่เข้าใจจริงๆ ก็ถามจากเพื่อนที่เก่งกว่า หรือสืบค้นจากอินเทอร์เน็ต ทำให้ได้ ทบทวนความรู้ในเรื่องอื่นๆ ไปด้วย

(นางสาว J (นามสมมติ), ผู้ให้สัมภาษณ์, 23 กรกฎาคม 2556)

... เรียนเรื่องความน่าจะเป็น กลับทำให้เข้าใจเรื่องเซตมากยิ่งขึ้น ตอนแรกไม่ค่อยเข้าใจเรื่องเซต เพราะเจอแต่ตัวเลขกับวงเล็บ แต่พอเรียนเรื่องความน่าจะเป็นมีโจทย์ ที่เราต้องจินตนาการตาม บางครั้งก็แอบสมมติว่าเป็นตัวเอง เหมือนตัวเองแก้ปัญหาได้ จริง ๆ

(นางสาว K (นามสมมติ), ผู้ให้สัมภาษณ์, 27 สิงหาคม 2556)

... รู้ว่าเรียนเรื่องนี้แล้วจะเอาไปใช้ในชีวิตประจำวันอย่างไร เช่น จำนวนวิธีในการเดินทางจากจังหวัดหนึ่งไปยังอีกจังหวัดหนึ่ง เมื่อเรารู้จำนวนวิธีแล้วเราสามารถคิดต่อว่าในแต่ละวิธีใช้เวลาหรือระยะทางในการเดินทางเท่าไร เราก็สามารถที่จะเลือกเส้นทางที่ประหยัดและปลอดภัยในการเดินทางได้

(นาย L (นามสมมติ), ผู้ให้สัมภาษณ์, 3 กันยายน 2556)

3.5 การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

ผลการสังเกตพฤติกรรมด้านการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนสามารถใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอข้อมูลได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด โดยการเขียนตัวอักษร ตัวเลข สัญลักษณ์ และรูปภาพต่าง ๆ เพื่อสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การเขียนขั้นตอนของวิธีการแก้ปัญหาตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบของปัญหา สามารถระบุรายละเอียดขั้นตอนการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน โดยครูได้ให้คำแนะนำและตรวจสอบความถูกต้อง ส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น ดังคำกล่าวของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่กล่าวไว้ว่า

... บางกลุ่มนำเสนอการหาความน่าจะเป็นด้วยการเขียนเป็นแผนภาพต้นไม้ บางกลุ่มก็ใช้การเขียนแผนภาพเวเน่ – ออยเลอร์ ทำให้มองภาพได้ชัดเจนและเข้าใจมากขึ้น

(นาย M (นามสมมติ), ผู้ให้สัมภาษณ์, 13 สิงหาคม 2556)

... การเรียนเนื้อหาเรื่องนี้มีการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ค่อนข้างเยอะ บางตัวก็เพิ่งรู้ว่าตัวเองเขียนผิดมาตลอด เช่น การเขียนยูเนียนหรืออินเตอร์เซกชัน ผมมักเขียนเป็นตัวยูที่มีมุมเป็นมุมฉาก ไม่ใช่ตัวยูที่มีมันโค้ง ๆ

(นาย N (นามสมมติ), ผู้ให้สัมภาษณ์, 3 กันยายน 2556)

... โจทย์เรื่องความน่าจะเป็นบางข้อค่อนข้างยาว อ่านแล้วสับสน แต่พอเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ทำให้เราเห็นภาพชัดเจนขึ้น ค่อยมีกำลังใจในการทำต่อ

(นาย O (นามสมมติ), ผู้ให้สัมภาษณ์, 3 กันยายน 2556)

4. ผลการศึกษากระบวนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ในการศึกษาผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนตามรูปแบบการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ขอค้นพบจากการจัดกระบวนการเรียนรู้ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นศึกษาสถานการณ์ปัญหา (Study the Problem)

ในขั้นศึกษาสถานการณ์ปัญหา มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนสามารถสรุปปัญหาได้และเกิดความสงสัยและต้องการหาคำตอบของปัญหา โดยครูผู้สอนได้นำเสนอสถานการณ์ปัญหา จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มกำหนดบทบาทหน้าที่ของสมาชิก ร่วมกันวิเคราะห์และเสนอความคิดเห็นต่อสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ พร้อมทั้งระบุสิ่งที่เป็นปัญหาที่นักเรียนอยากรู้อยากเห็น และเกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ โดยการเชื่อมโยงความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมเข้ากับสถานการณ์ปัญหา ในขั้นตอนนี้พบปัญหาว่า ในระยะแรกนักเรียนเสนอความคิดเห็นน้อยมาก ครูจึงต้องให้ความช่วยเหลือโดยการใช้คำถามนำและยกสถานการณ์ตัวอย่างเพิ่มเติม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนตอบและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่มให้มากขึ้น ซึ่งเมื่อจัดกระบวนการเรียนรู้จนถึงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง วิธีจัดหมู่ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเลือกใช้กลวิธีเพื่อนำมาช่วยในการทำความเข้าใจปัญหา เช่น การขีดเส้นใต้ข้อความสำคัญ การแบ่งวรรคตอน การจดบันทึกเพื่อแยกประเด็นสำคัญ การเขียนแผนภาพหรือแผนภูมิ และการศึกษาสถานการณ์ปัญหาตัวอย่างเพิ่มเติมที่ครูผู้สอนกำหนดให้ ทำให้สามารถวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาได้ว่าเป็น

ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องใด จากนั้นครูจึงลดการช่วยเหลือลงโดยไม่มีการยกตัวอย่างเพิ่มเติม มีเพียงการใช้คำถามในการกระตุ้นให้นักเรียนได้อภิปรายและเสนอความคิดเห็นต่อปัญหา เพื่อมองเห็นความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนบางกลุ่มเท่านั้น

ขั้นที่ 2 ขั้นร่วมพิจารณาแนวการคิด (Set up the Framework)

ในขั้นร่วมพิจารณาแนวการคิด มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนร่วมกันกำหนดวิธีหรือแนวทางในการศึกษาค้นคว้า ด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์ปัญหาโดยการอภิปรายร่วมกัน กำหนดประเด็นที่ต้องศึกษา ค้นคว้า ซึ่งเป็นข้อมูลที่นักเรียนยังไม่รู้ และจำเป็นต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา และร่วมกันกำหนดแนวทางหรือวิธีการที่จะดำเนินการแก้ปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนจะกำหนดสิ่งที่ตนรู้จากสถานการณ์ปัญหา และสิ่งที่จำเป็นต้องเรียนรู้เพิ่มเติมที่จะมาส่งเสริมให้สามารถแก้ปัญหาได้ พร้อมทั้งระบุแหล่งข้อมูลและแนวคิดในการแก้ปัญหา ซึ่งพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถนำเสนอแนวคิดในการหาคำตอบได้หลากหลายช่องทางขึ้น บางกลุ่มมีการออกแบบรูปแบบการบันทึกกรอบการศึกษา เช่น

สิ่งที่รู้	สิ่งที่จำเป็นต้องรู้	แนวคิดในการแก้ปัญหา

โดยในขั้นนี้ครูจะให้การช่วยเหลือโดยการยกตัวอย่างการแก้ปัญหาสถานการณ์ที่หลากหลาย ซึ่งจะเป็นตัวช่วยให้นักเรียนมีทักษะการคิดเพิ่มขึ้น เพราะการได้เห็นตัวอย่างเป็นการเพิ่มประสบการณ์ที่แปลกและใหม่ จะเป็นการเสริมประสบการณ์ที่ดีให้กับนักเรียน เมื่อเผชิญกับปัญหาใหม่ก็สามารถนำประสบการณ์เดิมมาเทียบเคียงและทำที่สุดจะส่งผลให้นักเรียนสามารถนำหลักการแนวคิดในการแก้ปัญหาเหล่านั้นไปปรับประยุกต์ใช้ได้อีกด้วย การช่วยเหลือของครูจะลดลงหลังจากที่นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถกำหนดสิ่งที่ตนรู้จากสถานการณ์ปัญหา และสิ่งที่จำเป็นต้องเรียนรู้เพิ่มเติมที่จะมาส่งเสริมให้สามารถแก้ปัญหาได้

ขั้นที่ 3 ขั้นมวลมิตรพิชิตปัญหา (Solve the Problem)

สำหรับขั้นมวลมิตรพิชิตปัญหานี้ จะเห็นภาพการทำงานกลุ่มของนักเรียนได้เป็นอย่างดี นักเรียนแต่ละกลุ่มจะช่วยกันค้นคว้าข้อมูลที่จำเป็นต้องรู้จากแหล่งข้อมูลที่กำหนดไว้ แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาเสนอต่อกลุ่มให้เข้าใจตรงกัน จุดมุ่งหมายในขั้นนี้ ประการแรกเพื่อสนับสนุนให้นักเรียนได้วางแผนและดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมทั้งเสนอข้อมูลนั้นต่อกลุ่ม ประการที่สองเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจว่าข้อมูลใหม่ที่ค้นคว้ามานั้นทำให้เข้าใจปัญหาอย่างไร และประการที่สามเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถทางการสื่อสารและการเรียนรู้ร่วมกัน

จากการสังเกตอย่างใกล้ชิด พบว่า แต่ละกลุ่มต่างร่วมมือร่วมใจรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายอย่างเต็มที่ นักเรียนแต่ละคนมีความกระตือรือร้น โดยไม่หลบหลีก นักเรียนแต่ละคนได้แสดงศักยภาพของตนเองอย่างเต็มที่กำลังความสามารถ บางคนที่มีความถนัดในการเขียนก็จะรับผิดชอบในการเขียน บางคนชอบพูดหรือออกความเห็นก็จะแสดงอย่างเต็มที่ด้วยการอธิบายหรือนำเสนอผ่านการพูด การให้ความช่วยเหลือของครูในขั้นนี้ ครูจะสร้างแรงจูงใจอย่างต่อเนื่องโดยการใช้น้ำคำถามให้นักเรียนได้คิดและอธิบายอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้เพื่อให้เห็นว่าการแก้ปัญหาจะสำเร็จหรือไปถูกทางแล้ว ซึ่งหากพบข้อผิดพลาดครูก็จะช่วยแนะนำเพิ่มเติม พร้อมทั้งแนะนำแหล่งข้อมูลเพื่อศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมให้กับนักเรียน การช่วยเหลือของครูจะลดลงหลังจากที่นักเรียนแต่ละกลุ่มมีการศึกษาข้อมูลได้อย่างครบถ้วน มีการร่วมกันพิจารณาผลการศึกษาค้นคว้า ข้อมูลที่ได้เพียงพอต่อการแก้ปัญหาหรือไม่ มีประเด็นใดแปลกใหม่ที่น่าสนใจ มีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาและประเด็นใดที่ไม่เป็นประโยชน์ควรตัดทิ้ง โดยแต่ละกลุ่มร่วมกันตัดสินใจเลือกแนวทางหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหา ซึ่งพบว่าในขั้นตอนนี้ นักเรียนได้พัฒนาทักษะการคิดด้านการให้เหตุผลและการตัดสินใจ รวมทั้งนักเรียนจะได้ค้นพบแนวทางการแก้ปัญหาใหม่ๆ จากการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็นซึ่งกันและกันอีกด้วย

ขั้นที่ 4 ขั้นร่วมใช้ปัญญาตรวจสอบ (Summarize and evaluate the answers)

ในขั้นนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนได้เชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่ได้อ่านค้นคว้ามากับปัญหาที่กำหนดไว้ เป็นการประเมินค่าสิ่งที่มาช่วยในการแก้ปัญหา (ข้อมูลที่ค้นคว้ามา) และผลของคำตอบที่ได้ในแต่ละปัญหาว่า ทำให้ได้เรียนรู้อะไร ซึ่งนักเรียนจะต้องแสดงเหตุผลและอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม โดยใช้ข้อมูลที่ได้อ่านค้นคว้ามาเป็นพื้นฐาน จากการสังเกตพบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มมีการสรุปผลงานของกลุ่ม โดยมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน อภิปรายผลและสังเคราะห์ความรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด โดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองเพื่อสรุปองค์ความรู้และเตรียมการนำเสนอกับกลุ่มใหญ่ในห้องเรียนอีกครั้ง สำหรับการช่วยเหลือในขั้นนี้ ครูจะกำหนดให้นักเรียนได้สะท้อนคำตอบของตนเองโดยแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนๆ ภายในกลุ่ม จากนั้นครูจะช่วยตรวจสอบความถูกต้องและนำเสนอข้อผิดพลาดในบางขั้นตอนของการแก้ปัญหา โดยใช้คำถามกระตุ้น เช่น ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มพิจารณาว่าคำตอบมีความเป็นไปได้หรือมีความสมจริงหรือไม่ ให้ตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้มีความสอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดในปัญหาหรือไม่ ลองดำเนินการแก้ปัญหาใหม่ โดยวางแผนใช้วิธีการอื่นและเปรียบเทียบผลที่ได้ และเปรียบเทียบคำตอบของตนเองกับคำตอบของเพื่อนคนอื่นๆ ซึ่งจะเป็นเครื่องช่วยตรวจสอบได้เป็นอย่างดีว่านักเรียนเหล่านั้นมีความรอบคอบ มีความระมัดระวัง และมีความมั่นใจในการคิดคำนวณเพื่อหาคำตอบมากน้อยเพียงใด การช่วยเหลือจะค่อย ๆ ลดลงเมื่อ

พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถสรุปความรู้ร่วมกันได้ ซึ่งสังเกตจากการอธิบายกระบวนการแก้ปัญหาภายในกลุ่มได้อย่างถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้

ขั้นที่ 5 ขั้นเห็นชอบแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Share and Communicate)

ในขั้นนี้เป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันในกลุ่มใหญ่ในชั้นเรียน สมาชิกแต่ละกลุ่มจะส่งตัวแทนออกมานำเสนอผลการแก้ปัญหา โดยจะนำเสนอผลงานที่แสดงถึงกระบวนการเรียนรู้ตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบของปัญหา จากการสังเกตพบว่า ในระยะแรกนักเรียนที่เป็นตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลงานแบบสั้น ๆ ส่งผลให้เพื่อน ๆ บางกลุ่มไม่เข้าใจ ครูต้องให้ความช่วยเหลือโดยการอธิบายเพิ่มเติมและให้ข้อเสนอแนะในการนำเสนอครั้งต่อไป โดยให้นักเรียนนำเสนอการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ เป็นขั้นเป็นตอนและมีรายละเอียดที่ครบถ้วนตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบสุดท้าย โดยให้นักเรียนที่เป็นตัวแทนคิดว่าได้นำเสนอให้กับเพื่อนที่ไม่รู้ฟัง และมีการหมุนเวียนกันทำหน้าที่เป็นผู้นำเสนอ บางกลุ่ม มีการยกตัวอย่างเพิ่มเติมทำให้เพื่อน ๆ ในห้องเข้าใจยิ่งขึ้น มีการนำเสนอผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย เช่น ใช้ภาพ ตาราง หรือกราฟใด ๆ ช่วยในการสื่อความหมายที่ทำให้เข้าใจง่ายขึ้น สำหรับปัญหาที่พบในขั้นนี้คือ นักเรียนส่วนใหญ่มีความความผิดพลาดในการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ คือ การใช้สัญลักษณ์ในการแทนความคิดและความเข้าใจในการคิดทางคณิตศาสตร์ ครูต้องอธิบายเพิ่มเติมว่าคณิตศาสตร์มีภาษาเฉพาะตัว เป็นภาษาที่กำหนดขึ้นด้วยสัญลักษณ์ที่รัดกุมและสื่อความหมายได้ถูกต้อง เป็นภาษาที่มีอักษรเป็นตัวเลขและสัญลักษณ์แทนความคิด ซึ่งสามารถเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ แผนภูมิ กราฟ หรืออื่น ๆ ซึ่งจะช่วยให้การสื่อสารทางคณิตศาสตร์มีความถูกต้อง ชัดเจน การช่วยเหลือของครูในขั้นนี้ส่วนใหญ่จะเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นหลัก โดยให้นักเรียนได้อธิบายความคิดของเขา เพื่อให้บุคคลหนึ่งได้เชื่อมต่อกับความคิดทางคณิตศาสตร์ไปยังอีกบุคคลหนึ่ง โดยให้มีการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันมากที่สุด และการช่วยเหลือจะค่อย ๆ ลดลงเมื่อนักเรียนส่วนใหญ่สามารถนำเสนอการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ สมบูรณ์ มีรายละเอียดครบชัดเจนและนักเรียนใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอได้อย่างถูกต้อง

ตาราง 42 ถอดบทเรียนการใช้แนวทางการช่วยเสริมศักยภาพตามรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักแบบช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

แผนการจัดการเรียนรู้	สภาพปัญหา	แนวทางการช่วยเสริมศักยภาพ
<p>แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1</p> <p>เรื่อง กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับกรณฑ์</p>	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนยังไม่สามารถทำความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้ - นักเรียนมีการเสนอความคิดเห็นน้อยมาก บางคนยังไม่กล้าแสดงความคิดเห็น เพราะกลัวผิด และกลัวอายเพื่อน - บางกลุ่มยังวิเคราะห์ข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์ปัญหา ยังไม่ครบถ้วนและไม่ถูกต้อง - แนวทางการหาคำตอบของนักเรียนยังไม่หลากหลาย - นักเรียนบางกลุ่มแสดงวิธีการแก้ปัญหาค่อนข้างเร็ว แต่ขาดความละเอียดของการแสดงเหตุผลว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น นักเรียนจึงไม่สามารถสื่อสารออกมาให้เด่นชัด - นักเรียนยังไม่สามารถนำเสนอผลงานที่แสดงถึงกระบวนการเรียนรู้ตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบของปัญหาได้อย่างชัดเจน - บางกลุ่มใช้เวลาในการนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียนมากเกินไป เนื่องจากสามารถหาวิธีหรือแนวทางการหาคำตอบได้มากกว่า 1 วิธี 	<ul style="list-style-type: none"> - แนะนำวิธีการทำความเข้าใจและสรุปปัญหา - ใช้คำถามเฉพาะเพื่อกระตุ้นการขยายความคิดของผู้เรียนเกี่ยวกับประเด็นปัญหา - ยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาเพิ่มเติม เพื่อให้นักเรียนมองเห็นสถานการณ์ปัญหาที่หลากหลาย - กระตุ้นให้นักเรียนมีการเสนอความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันให้มากขึ้น - ตรวจสอบความถูกต้อง หากพบข้อผิดพลาดครูจะช่วยแนะนำเพิ่มเติม - แนะนำแหล่งข้อมูลเพื่อการศึกษาค้นคว้า - ส่งเสริมให้นักเรียนสะท้อนแง่มุมของข้อมูลที่กำลังสังเคราะห์ - แนะนำวิธีการเสนอผลงาน - ส่งเสริมให้นักเรียนมีการแบ่งปันความรู้และแสดงความคิดเห็นร่วมกัน

ตาราง 42 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	สภาพปัญหา	แนวทางการช่วยเสริมศักยภาพ
<p>แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยน</p>	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนแสดงความคิดเห็นมากขึ้นแต่ยังวิเคราะห์เงื่อนไขของวิธีเรียงสับเปลี่ยนไม่ตรงประเด็นของสถานการณ์ปัญหา - นักเรียนมีการกำหนดบทบาทหน้าที่กันชัดเจนขึ้น แต่ยังมี การเสนอวิธีการหรือแนวทางในการศึกษาค้นคว้าเพื่อหา ข้อมูลมาใช้ในการแก้ปัญหาวิธีเรียงสับเปลี่ยนยังไม่ครบถ้วน สมบูรณ์ตามเงื่อนไขของสถานการณ์การแก้ปัญหาวิธีเรียง สับเปลี่ยน - นักเรียนบางกลุ่มยังไม่สามารถลงข้อสรุปและนำเสนอผล แนวทางการหาคำตอบของวิธีเรียงสับเปลี่ยนในแต่ละ เงื่อนไขได้อย่างสมเหตุสมผล - การนำเสนอผลงานวิธีเรียงสับเปลี่ยนในเงื่อนไขต่างๆของ นักเรียนโดยการพูดและการเขียนยังมีการนำเสนอข้อมูล อธิบายรายละเอียดยังไม่ชัดเจนและนักเรียนบางกลุ่มยังใช้ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง การยกตัวอย่าง ประกอบการแก้ปัญหายังไม่หลากหลาย 	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้คำถามในการกระตุ้นให้นักเรียนได้อภิปรายและเสนอความ คิดเห็นต่อปัญหา - ยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาเพิ่มเติม - ใช้คำถามนำเพื่อให้นักเรียนค้นหาคำตอบที่สามารถเป็นไปได้ให้ มากที่สุด - แนะนำแหล่งข้อมูลเพื่อการศึกษาค้นคว้า - ใช้คำถามนำเพื่อให้นักเรียนค้นหาคำตอบที่สามารถเป็นไปได้มาก ที่สุด - ตรวจสอบความถูกต้องของการนำเสนอผลงานและให้ข้อเสนอแนะ เพิ่มเติม

ตาราง 42 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	สภาพปัญหา	แนวทางการช่วยเสริมศักยภาพ
<p>3</p> <p>เรื่อง วิธีจัดหมู่</p>	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนยังไม่สามารถวิเคราะห์เงื่อนไขของวิธีจัดหมู่ได้ ถูกต้อง บางกลุ่มยังแยกแยะและตีความสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาไม่ชัดเจน - นักเรียนบางกลุ่มยังวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ไม่ได้ 	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้คำถามเฉพาะเพื่อกระตุ้นการขยายความคิดของผู้เรียนเกี่ยวกับประเด็นปัญหา - กระตุ้นให้นักเรียนมีการเสนอความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันให้มากขึ้น - ตรวจสอบความถูกต้อง หากพบข้อผิดพลาดครูจะช่วยแนะนำเพิ่มเติม - แนะนำแหล่งข้อมูลเพื่อการศึกษาค้นคว้าและยกตัวอย่างเพิ่มเติม - ใช้คำถามนำเพื่อให้นักเรียนค้นหาคำตอบที่สามารถเป็นไปได้มากที่สุด
<p>4</p> <p>เรื่อง ทฤษฎีบททวินาม</p>	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนส่วนใหญ่สามารถศึกษาข้อมูลที่เป็นพื้นฐานในการแก้ปัญหาเรื่องทฤษฎีบททวินามได้อย่างครบถ้วน สมบูรณ์ เช่น แฟกทอเรียล สัมประสิทธิ์ทวินาม สามเหลี่ยมปาสคาล - การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของบางกลุ่มยังขาดรายละเอียดของการแสดงเหตุผล - การใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์บางส่วนไม่ถูกต้อง 	<ul style="list-style-type: none"> - ให้การชี้แนะในการวิเคราะห์ข้อเท็จจริงและแนวทางการหาคำตอบ - แนะนำแหล่งข้อมูลเพื่อการศึกษาค้นคว้า - ใช้คำถามนำเพื่อให้นักเรียนค้นหาคำตอบที่เป็นไปได้มากที่สุด - ตรวจสอบความถูกต้องของการนำเสนอผลงานและให้ข้อแนะนำเพิ่มเติม - ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถทางการสื่อสารและการเรียนรู้ร่วมกัน

ตาราง 42 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	สภาพปัญหา	แนวทางการช่วยเสริมศักยภาพ
<p>แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การทดลองสุ่ม</p>	<p>- หลังอ่านสถานการณ์ปัญหานักเรียนสามารถอภิปรายร่วมกันและบอกได้ว่า โจทย์กำหนดอะไรมาให้ ต้องการทราบอะไรและต้องใช้ความรู้เรื่องใดในการแก้ปัญหา</p> <p>- การนำเสนอตัวอย่างการทดลองสุ่มซ้ำกันในบางกลุ่ม แต่มีหลายกลุ่มที่สามารถยกตัวอย่างที่แตกต่างและหลากหลาย ทำให้เพื่อนเข้าใจยิ่งขึ้น</p> <p>- นักเรียนนำเสนอผลงานได้อย่างกระชับ เป็นขั้นตอน</p>	<p>- สร้างแรงจูงใจอย่างต่อเนื่องโดยการใช้คำถามให้นักเรียนได้คิดและอธิบายอย่างต่อเนื่อง</p> <p>- เมื่อพบข้อผิดพลาดครูจะช่วยแนะนำเพิ่มเติม พร้อมทั้งแนะนำแหล่งข้อมูลเพื่อการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม</p> <p>- ส่งเสริมให้มีการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันมากที่สุด</p> <p>- ใช้คำถามนำเพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ไปสู่การสรุปและการนำเสนอ</p>
<p>แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง แซมเปิลสเปซ</p>	<p>- นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนแซมเปิลสเปซที่เป็นเซตของสมาชิกที่เป็นผลลัพธ์ที่อาจเป็นไปได้ทั้งหมดของการทดลองสุ่มได้อย่างถูกต้อง โดยมีการเสนอตัวอย่างเพิ่มเติมอย่างหลากหลาย</p> <p>- บางกลุ่มมีการนำเสนอตัวอย่างเพิ่มเติมโดยประยุกต์ใช้สถานการณ์ที่อาจเกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน เช่น การจัดการรายการแข่งขันกีฬา โดยการนำเสนอแบบแผนภูมิต้นไม้ ทำให้เพื่อนๆ เข้าใจมากยิ่งขึ้น</p>	<p>- กำหนดให้นักเรียนสะท้อนคำตอบของตนเองโดยการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน</p> <p>- ตรวจสอบความถูกต้องของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์</p> <p>- สร้างแรงจูงใจโดยการใช้คำชมเชยและให้ข้อเสนอแนะในการแก้ไขข้อผิดพลาด</p> <p>- ตรวจสอบความถูกต้องของการนำเสนอผลงานและให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม</p>

ตาราง 42 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	สภาพปัญหา	แนวทางการช่วยเสริมศักยภาพ
<p>แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7</p> <p>เรื่อง เหตุการณ์</p>	<ul style="list-style-type: none"> - มีบางกรณีของการเขียนแสดงเหตุการณ์ที่ไม่สามารถเขียนแบบแจ่มแจ้งสมาชิกได้ นักเรียนบางกลุ่มสามารถแก้ปัญหาได้โดยใช้วิธีเขียนเซตแบบบอกลักษณะของสมาชิก - นักเรียนนำเสนอผลงานได้อย่างกระชับ เป็นขั้นตอนมากขึ้น 	<ul style="list-style-type: none"> - แนะนำแหล่งข้อมูลเพื่อการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม - ใช้คำถามนำเพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ไปสู่การสรุปและก็นำเสนอ - ส่งเสริมให้มีการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันมากที่สุด
<p>แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8</p> <p>เรื่อง ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์</p>	<ul style="list-style-type: none"> - แนวทางการหาความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ไม่หลากหลาย เช่น ส่วนใหญ่ใช้วิธีการหาความน่าจะเป็นโดยใช้ทฤษฎี - ส่วนใหญ่สามารถสรุปความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ - นักเรียนนำเสนอการแก้ปัญหาและอธิบายเหตุผลได้อย่างสมเหตุสมผล 	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้คำถามนำเพื่อให้นักเรียนค้นหาคำตอบที่สามารถเป็นไปได้มากที่สุด - ตรวจสอบความถูกต้องของการนำเสนอผลงานและให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม - ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถทางการสื่อสารและการเรียนรู้ร่วมกัน

ตาราง 42 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	สภาพปัญหา	แนวทางการช่วยเสริมศักยภาพ
<p>9</p> <p>เรื่อง กฎที่สำคัญบางประการของความน่าจะเป็น</p>	<p>- สถานการณ์ปัญหาบางข้อมีความซับซ้อน ซึ่งอาจแก้ปัญหาโดยใช้กฎที่เกี่ยวข้องการดำเนินการภายใต้ตัวดำเนินการของเซต เช่น ยูเนียน อินเตอร์เซกชัน คอมพลีเมนต์ ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่มีการทบทวนความรู้ดังกล่าวและช่วยกันยกตัวอย่างประกอบอย่างหลากหลายเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกัน และสามารถนำหลักการแนวคิดในการแก้ปัญหาเหล่านั้นไปปรับประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ปัญหาใหม่</p>	<p>- ช่วยตรวจสอบความถูกต้องและนำเสนอข้อผิดพลาดในบางขั้นตอนของการแก้ปัญหา</p> <p>- ใช้คำถามนำเพื่อให้นักเรียนค้นหาคำตอบที่สามารถเป็นไปได้มากที่สุด</p> <p>- กำหนดให้นักเรียนได้สะท้อนคำตอบของตนเองโดยแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนๆภายในกลุ่ม</p>