


การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์
ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียน โดยรูปแบบ Problem-based learning
กับรูปแบบการสอนปกติ


ณัฐพร เอี่ยมทอง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ธันวาคม 2560
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

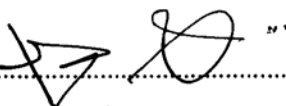
คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ ฌฐพร เอี่ยมทอง ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้


คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

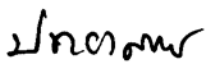

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ดร.คมสัน ตรีไพบูลย์)


..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญา ทองสอน)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่ง เจนจิต)


..... กรรมการ
(ดร.คมสัน ตรีไพบูลย์)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญา ทองสอน)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นาวาตรี ดร.พงศ์เทพ จิระโร)

คณะศึกษาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยบูรพา


..... คณบดีคณะศึกษาศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิจิต สุรัตน์เรืองชัย)

วันที่ 28 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2560

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์การให้คำปรึกษา และแนะนำ แก่ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ อย่างดีเยี่ยมจาก ดร.คมสัน ศรีไพบุลย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญา ทองสอน และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่ง เจนจิต ที่กรุณาให้คำแนะนำปรึกษา ตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง ผู้วิจัยตระหนักถึงความตั้งใจจริงและทุ่มเทของท่าน ซึ่งขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณผู้บริหาร คณะครูอาจารย์ และนักเรียน โรงเรียนเมืองพัทยา 11 (มัธยมสาธิต พัทยา) ทุกท่านที่ให้ความร่วมมือและอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จะมีประโยชน์อยู่ไม่น้อย จึงขอมอบส่วนดีทั้งหมดนี้ให้แก่ คณาจารย์ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาจนทำให้ผลงานวิจัยเป็นประโยชน์ต่อผู้เกี่ยวข้องและขอมอบ ความกตัญญูตเวทิตาคุณแต่บิดา มารดา และผู้มีพระคุณทุกท่าน สำหรับข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นนั้น ผู้วิจัยขอน้อมรับและยินดีที่จะรับฟังคำแนะนำจากทุกท่าน เพื่อเป็นประโยชน์ ในการพัฒนางานด้านการศึกษาต่อไป ขอกราบขอบพระคุณ

ณัฐพร เอี่ยมทอง

54920970: สาขาวิชา: หลักสูตรและการสอน; กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน)

คำสำคัญ: PROBLEM-BASED LEARNING/ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์/ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์/ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ฉัฐพร เอี่ยมทอง: การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยรูปแบบ Problem-based learning กับรูปแบบการสอนปกติ (A COMPARISON OF MATHEMATICS LEARNING ACHIEVEMENT AND ANALYTICAL THINKING ABILITY IN MATTHAYOMSUKSA 5 STUDENTS USING PROBLEM-BASED LEARNING AND CONVENTIONAL TEACHING METHOD) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: คมสัน ศรีไพบุลย์, กศ.ด., ปริญญา ทองสอน, ศษ.ด. 139 หน้า. ปี พ.ศ. 2560.

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังเรียนที่ใช้รูปแบบ Problem - based learning และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างวิธีสอนโดยใช้รูปแบบ Problem-based learning กับรูปแบบการสอนปกติ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเมืองพิทยา 11 (มัธยมสาธิตพิทยา) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 2 ห้องเรียน 49 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยผู้วิจัยได้จับสลากห้องเรียนเพื่อกำหนดเป็นกลุ่มตัวอย่าง (Random selection) ได้นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 25 คน เป็นกลุ่มทดลองสำหรับจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ Problem-based learning และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 จำนวน 24 คน เป็นกลุ่มควบคุมสำหรับจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนปกติ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) การทดสอบค่าที (t -test) สรุปผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนโดยใช้รูปแบบ Problem-based learning สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนโดยใช้รูปแบบ Problem-based learning สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบ Problem-based learning สูงกว่ารูปแบบการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยใช้รูปแบบ Problem-based learning สูงกว่ารูปแบบการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

54920970: MAJOR: CURRICULUM AND INSTRUCTION; M.Ed. (CURRICULUM AND INSTRUCTION)

KEYWORDS: PROBLEM-BASED LEARNING/ MATHEMATICS LEARNING ACHIEVEMENT/ ANALYTICAL ABILITY

NATTAPORN AIEMTHONG: A COMPARISON OF MATHEMATICS LEARNING ACHIEVEMENT AND ANALYTICAL THINKING ABILITY IN MATTHAYOMSUKSA 5 STUDENTS USING PROBLEM-BASED LEARNING AND CONVENTIONAL TEACHING METHOD. ADVISORY COMMITTEE: KOMSAN TREEPIBOON, Ed.D., PARINYA THONGSORN, Ed.D. 139 P. 2017.

The purposes of this research were to compare Mathematical learning achievement and analytical thinking ability of Matthayomsuksa 5 students learning with Problem-based learning and Conventional learning. The sample used in this study consisted of 49 Matthayomsuksa 5 students at Pattaya City 11 school, Chonburi province, in the second semester of academic year 2016. There were 25 students in experimental group and the other 24 in control group. The experimental group was taught with Problem-based learning, the control group was taught with conventional learning. The data were analyzed with mean, standard deviation and *t*-test.

The results of this research were as follows

1. The mathematical learning scores of the students taught by the Problem-based learning was significantly higher than before learning scores.
2. The analytical thinking ability of the students taught by the Problem-based Learning was significantly higher than before learning .
3. The mathematical learning achievement of the students taught by the Problem-based learning was significantly higher than those taught by the Conventional Learning.
4. The analytical thinking ability of the students taught by the Problem-based learning was significantly higher than those taught by the Conventional learning.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ฌ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
คำถามการวิจัย.....	5
สมมติฐานการวิจัย.....	6
ประโยชน์ที่ได้รับ.....	6
ขอบเขตการวิจัย.....	6
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	8
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	9
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระ	
การเรียนรู้คณิตศาสตร์.....	11
การจัดการเรียนรู้.....	19
ความสามารถในการคิดวิเคราะห์.....	42
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	53
ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น.....	56
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	66
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	72
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	72
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	72

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	73
การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	79
การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	79
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	82
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	82
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	82
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	85
สรุปผลการวิจัย.....	85
อภิปรายผล.....	86
ข้อเสนอแนะ.....	90
บรรณานุกรม.....	91
ภาคผนวก.....	98
ภาคผนวก ก.....	99
ภาคผนวก ข.....	102
ภาคผนวก ค.....	120
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	139

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ตารางการสรุป การสังเคราะห์ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ PBL.....	31
2	เปรียบเทียบการสอน โดยใช้ PBL กับการสอนรูปแบบอื่น.....	41
3	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ปีที่ 5 ก่อนและหลังเรียนที่เรียน โดยใช้รูปแบบ Problem-based learning.....	83
4	เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังเรียนที่เรียน โดยใช้รูปแบบ Problem-based learning.....	83
5	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 ระหว่างวิธีสอน โดยใช้รูปแบบ Problem-based learning กับรูปแบบ การสอนปกติ.....	84
6	เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 ระหว่างวิธีสอน โดยใช้รูปแบบ Problem-based learning กับรูปแบบ การสอนปกติ.....	84

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	8
2	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	30

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษาของไทยได้ก้าวผ่านเข้าสู่การปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สอง (พ.ศ. 2552-2561) กระทรวงศึกษาธิการจึงดำเนินการตามนโยบายในการพัฒนาการศึกษาของไทยตามแผนดังกล่าวและสอดคล้องกับแผนการพัฒนาเศรษฐกิจแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (2550-2554) โดยมีแนวคิดพื้นฐานเกี่ยวข้องโดยตรงกับการศึกษา คือ การเสริมสร้างคุณภาพคนให้เป็นคนดี มีคุณธรรม มีความซื่อสัตย์สุจริต กอปรกับได้มีนักวิชาการทางการศึกษาที่ได้ศึกษาข้อดี ข้อเสีย ตลอดจนแนวทางการดำเนินการให้ได้มาซึ่งการศึกษาที่สมบูรณ์แบบ ตรงตามยุคสมัย จนกระทั่งพัฒนาเป็นหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 1-6) ที่มีวิสัยทัศน์มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนให้มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการเรียน การประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มศักยภาพ และมีจุดมุ่งหมาย ตลอดทั้งมีความรู้อันเป็นสากล และมีความสามารถในการสื่อสาร การคิดแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต ซึ่งสอดคล้องกับสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนต้องมีความสามารถในการแก้ปัญหา รวมไปถึงได้กำหนดองค์ความรู้ ทักษะสำคัญและคุณลักษณะที่สำคัญที่เป็นจุดเน้นในการพัฒนาผู้เรียน (ฉันทพร ขำสุวรรณ, 2557)

การศึกษาเป็นการเรียนรู้เพื่อพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง และเป็นรากฐานที่สำคัญประการหนึ่งในการสร้างสรรค์ความเจริญก้าวหน้าและแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ในสังคม จึงเป็นเหตุให้รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พ.ศ. 2550 ได้บัญญัติเกี่ยวกับการพัฒนาคุณภาพการศึกษาไว้ในหมวด 5 แนวนโยบายพื้นฐานแห่งรัฐ ส่วนที่ 4 แนวนโยบายด้านศาสนา สังคม การสาธารณสุข การศึกษาและวัฒนธรรม มาตรา 80 (3) พัฒนาคุณภาพและมาตรฐานการจัดการศึกษาในทุกๆ ระดับ และทุกแนวทางให้สอดคล้องกับความเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจของชาติ จัดให้มีแผนการศึกษาแห่งชาติกฎหมาย เพื่อพัฒนาการศึกษาของชาติจัดให้มีการพัฒนาคุณภาพครูและบุคลากรทางการศึกษาให้ก้าวหน้าทันการเปลี่ยนแปลงของสังคมโลก รวมทั้งปลูกฝังให้ผู้เรียนมีจิตสำนึกของความเป็นไทย มีระเบียบวินัย คำนึงถึงประโยชน์ส่วนรวมและยึดมั่นในการปกครองระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 3) ประกอบกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2552 ได้กำหนดกรอบหลักในการดำเนินการปฏิรูป

การศึกษา โดยเร่งดำเนินการพัฒนากำลังคนอย่างต่อเนื่องให้สามารถปรับตัวเท่าทันและแข่งขันในสังคมโลกได้ ซึ่งสอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (2555-2559) ในด้านยุทธศาสตร์การพัฒนาคนที่มุ่งสู่สังคมแห่งการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างยั่งยืนพร้อมรับการเปลี่ยนแปลงโลกในยุคศตวรรษที่ 21 และก้าวสู่โลกของการทำงานและการแข่งขันอย่างมีคุณภาพ (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2555)

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นหลักสูตรแกนกลางของประเทศไทย ซึ่งกำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ในแต่ละระดับชั้นเป็นเป้าหมายเพื่อกำหนดคุณภาพของผู้เรียน โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้เยาวชนเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่มีพอเพียงสามารถนำความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นไปพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดียิ่งขึ้น รวมทั้งสามารถนำไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และเป็นพื้นฐานสำหรับการศึกษาต่อ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเพิ่มศักยภาพของผู้เรียนให้สูงขึ้น สามารถดำรงชีวิตอย่างมีความสุขได้บนพื้นฐานของความเป็นไทย และเป็นสากล โดยยึดหลักการว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถที่จะเรียนรู้ และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ รวมทั้งมีความสามารถในการประกอบอาชีพหรือศึกษาต่อตามความถนัดและความสามารถของแต่ละบุคคล (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สสวท., 2551, คำนำ) โดยมีมาตรฐานการเรียนรู้เป็นข้อกำหนดคุณภาพของผู้เรียน ทั้งด้านความรู้ ทักษะ กระบวนการ คุณธรรม และค่านิยม และสาระการเรียนรู้เป็นการกำหนดองค์ความรู้ที่เป็นเนื้อหาสาระครอบคลุมการศึกษาขั้นพื้นฐานทั้ง 12 ปี ทั้งนี้ยังพบว่า คณิตศาสตร์มีส่วนสำคัญในการพัฒนาความสามารถด้านการคิดและสติปัญญาของนักเรียน เพื่อใช้เป็นปัจจัยพื้นฐานในการแสวงหาความรู้และพัฒนาตนเองในอนาคต โดยเฉพาะการเสริมสร้างความสามารถในด้านการคิดวิเคราะห์ และการแก้ปัญหาให้บรรลุผล ซึ่งครูผู้สอนและนักวิชาการจำนวนมากต้องการเสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้เกิดความหลากหลายทางวิชาการ ทั้งในต่างประเทศยังให้ความสำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อสนับสนุนความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติ ของสหรัฐอเมริกา (The National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000 อ้างถึงใน ศศิธร นาคดิถ, 2549, หน้า 1) นอกจากนี้การพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้ที่มีศักยภาพทางคณิตศาสตร์ จำเป็นต้องพัฒนาและปรับเปลี่ยนแนวการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับสภาพสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งแต่เดิมจะเน้นการสอนความรู้และทักษะในการคิดคำนวณเป็นหลัก จุดเน้นดังกล่าวไม่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัจจุบัน ซึ่งปัญหาที่พบในชีวิตจริง

มักเป็นปัญหาที่มีความซับซ้อนต้องการใช้ความรู้ที่มากกว่าทักษะการคิดคำนวณ การพัฒนาทักษะที่ปราศจากการประยุกต์ใช้และการจดจำกฎเกณฑ์ต่าง ๆ โดยที่ไม่มีความเข้าใจอย่างถ่องแท้จึงไม่สามารถนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

จากการพิจารณาผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2558 ได้สรุปข้อมูลการประเมินคุณภาพการศึกษาและการประเมินคุณภาพภายนอกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเมืองพัทยา 11 (มัธยมสาธิตพัทยา) สังกัดสำนักงานการศึกษาเมืองพัทยา พบว่า คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ เท่ากับ 26.65 และเท่ากับร้อยละ 62.5 ซึ่งถือว่าเป็นคะแนนอยู่ในเกณฑ์ต่ำ นักเรียนขาดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ไม่สามารถแก้ปัญหาความสัมพันธ์ในชีวิตประจำวันของนักเรียนได้ ซึ่งหาไม่ได้รับการแก้ไขจะส่งผลกระทบต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับที่สูงขึ้นไปซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวที่ว่า นักเรียนจำนวนมากไม่ได้นำความรู้ทางคณิตศาสตร์จากห้องเรียนมาปรับใช้กับวิชาอื่น ๆ หรือกับชีวิตจริงบ่อยครั้ง เมื่อเราพบปัญหาในการทำงานเราก็ล้มเลิกคณิตศาสตร์ที่เรียนมาใช้แก้ปัญหาหรือนึกไม่ออกกว่าสิ่งที่เรียนมา มีความเกี่ยวข้องกับปัญหานี้อย่างไร และสาเหตุหนึ่งที่มีเด็กจำนวนมากไม่เข้าใจวิชาคณิตศาสตร์อย่างแท้จริง เพราะเขาเหล่านั้นไม่เห็นความสำคัญของการเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดคณิตศาสตร์กับสิ่งที่เขามองเห็นหรือจับต้องได้นั้นเอง (นภดล กมลวิลาศเสถียร, 2549, หน้า 44)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้ความสำคัญกับผู้เรียนในการมีส่วนร่วมการเรียนรู้ การคิดแก้ปัญหา การเรียนรู้จากประสบการณ์ตรงตามธรรมชาติ และเต็มศักยภาพ เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในสิ่งที่สนใจอย่างเต็มความสามารถ และมีส่วนร่วมกิจกรรม มีปฏิสัมพันธ์กับกลุ่มเพื่อนและครู ครูอยู่ในฐานะเป็นผู้ให้คำแนะนำ ให้ความช่วยเหลือ ช่วยเติมเต็มแนวความคิดและช่วยขยายความรู้ให้สมบูรณ์ภายใต้บรรยากาศสิ่งแวดล้อมและสื่อการเรียนรู้ที่เอื้ออำนวย โดยให้ผู้เรียนมีโอกาสเรียนรู้ในแนวทางที่ตนเองสนใจ หรือได้รับการสร้างบรรยากาศให้สนใจในสิ่งที่จะเรียนรู้อย่างเต็มความสามารถ มีส่วนร่วมในการเรียนได้ลงมือปฏิบัติ สำรวจ สังเกต สืบเสาะ สร้างขอสรุปขององค์ความรู้ด้วยตนเองจากสถานการณ์ที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้ให้ รวมทั้งการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง มีอิสระในการคิด ได้นำเสนอแนวคิดและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นจากการมีปฏิสัมพันธ์กับกลุ่มเพื่อน ครูและแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ ผู้สอนมีบทบาทที่สำคัญในการเตรียมกิจกรรม ที่มีความสัมพันธ์กับบทเรียนคณิตศาสตร์ สร้างบรรยากาศที่สามารถสร้างความสนใจของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้มากที่สุด ดูแลเอาใจใส่ให้ผู้เรียนมีโอกาสได้เรียนรู้ด้วยตัวเอง ผู้สอนมีบทบาทในการให้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดในแนวทางที่จะนำไปสู่ข้อสรุป ครูทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก และช่วยให้ผู้เรียนทำความเข้าใจในแนวคิดของ

ตนเอง และสามารถนำเสนอแนวคิดให้ผู้อื่นเข้าใจได้ ทั้งนี้การจัดเนื้อหาสาระครูสามารถสร้าง และพัฒนาบทเรียนให้เหมาะสมและเอื้อต่อการจัดการเรียนรู้ที่เน้นบทบาทของผู้เรียนที่ทำให้เกิด การเรียนรู้ที่มีความหมาย มีความเชื่อมโยงกับพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียน ทำให้สามารถใช้ ความรู้เดิมเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ และสามารถเชื่อมโยงไปสู่สาระอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง “การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน” (Problem-based learning หรือ PBL) เป็นการจัดการเรียนรู้ รูปแบบหนึ่งที่เกิดขึ้นจากแนวคิดตามทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรคนิยม (Constructivism) โดย เป็นบริบท (Context) ของการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์และคิดแก้ปัญหา รวมทั้งได้ความรู้ตามศาสตร์ในสาขาวิชาที่ตนศึกษาไปพร้อมกันด้วย การเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐาน จึงเป็นผลมาจากกระบวนการทำงานที่ต้องอาศัยความเข้าใจและการแก้ไขปัญหาเป็นหลัก ถ้ามองในแง่ของยุทธศาสตร์การสอน PBL เป็นเทคนิคการสอนที่ส่งเสริมได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เฝื่อนหน้ากับปัญหาด้วยตนเอง จะทำให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะในการคิดหลายรูปแบบ เช่น การคิด วิเคราะห์ คัดวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้มากกว่า การรับฟังเนื้อหาจากครูผู้สอนเพียงฝ่ายเดียว สิ่งสำคัญก็คือสถานการณ์ปัญหาฐาน หรือกรณีศึกษาที่ ผลมาใช้เป็นแรงกระตุ้นและผลักดันให้ผู้เรียนนำความรู้หรือประสบการณ์ที่มีอยู่เดิมมาใช้แก้ปัญหา ดังนั้นลักษณะของปัญหาต้องมีความน่าสนใจ ทำทายและน่าค้นหาคำตอบ รวมทั้งควรเกี่ยวข้องกับ สัมพันธ์กับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนจะได้แสดงความสามารถในการแก้ปัญหา โดยการระบุประเด็น โครงสร้าง และเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาด้วยตนเองและนอกจากนั้นทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้ ในเนื้อหาวิชาที่เป็นการบูรณาการ และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือในการจัดการปัญหา ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา การใช้เหตุผลในการคิดวิเคราะห์ และตัดสินใจ สนับสนุนให้มีการเรียนอย่างลุ่มลึก (Deep approve) โดยโจทย์ปัญหาที่ใช้ใน การเรียนรู้จะส่งผลให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของสิ่งที่เรียนกับการปฏิบัติงานในอนาคต ทำให้เกิด แรงจูงใจในการเรียน สามารถจำและเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น ทั้งครูและผู้เรียนสนุกกับการเรียน ส่งเสริมสนับสนุนการทำงานเป็นทีม ส่งเสริมสนับสนุนให้มีโอกาสฝึกทักษะการสื่อสาร การแก้ปัญหา การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการหาข้อสรุปเมื่อมีความขัดแย้ง เป็นต้น

ผู้วิจัยเป็นครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ (รายวิชาเพิ่มเติม) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเมือง พัทธา 11 (มัธยมสาธิตพัททยา) เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีพัฒนาการด้าน การเรียนการสอนอยู่ในเกณฑ์ที่ควรมีการปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้ให้นักเรียนมีคุณภาพและมีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนที่สูงขึ้น ด้วยสาเหตุจากนักเรียนจำนวนมากไม่ชอบเรียนคณิตศาสตร์ โดยคิดว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ยากมีกฎเกณฑ์ที่ต้องใช้ประสบการณ์ในการเรียน จึงรู้สึกกลัว ท้อแท้ ขาดความมั่นใจในการเรียน ดังนั้นการส่งเสริมให้นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ จึงมี

ความจำเป็นและน่าส่งเสริมอย่างยิ่งที่จะนำรูปแบบกระบวนการจัดกิจกรรมโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) มาแก้ปัญหาในการเรียนรู้ของนักเรียน ดังรายงานการวิจัยของ สุภิสรา โททอง (2547, หน้า 89) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ระหว่างการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) กับการสอนตามคู่มือของสสวท. กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของกลุ่มทดลองเท่ากับ 17.55 คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของกลุ่มควบคุม เท่ากับ 15.15 ซึ่งกล่าวได้ว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) มีผลการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือของ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยมีความเข้าใจในปัญหาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์และได้ตระหนักถึงปัญหาจึงสนใจที่จะศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยรูปแบบ Problem-based learning กับรูปแบบการสอนปกติ โดยกำหนดแนวทางการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพอันเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการพัฒนาผู้เรียนและสามารถนำไปใช้ในชีวิตรประจำวันต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังที่เรียน โดยใช้รูปแบบ Problem-based learning
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังที่เรียน โดยใช้รูปแบบ Problem-based learning
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างวิธีสอนโดยใช้รูปแบบ Problem-based learning กับรูปแบบการสอนปกติ
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างวิธีสอน โดยใช้รูปแบบ Problem-based learning กับรูปแบบการสอนปกติ

คำถามการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้รูปแบบ Problem-based learning คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หรือไม่

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียน โดยใช้รูปแบบ Problem-based learning คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หรือไม่

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียน โดยใช้รูปแบบ Problem-based learning สูงกว่ากับรูปแบบการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หรือไม่

4. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างวิธีสอนโดยใช้รูปแบบ Problem-based learning สูงกว่ากับรูปแบบการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หรือไม่

สมมติฐานการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนโดยใช้รูปแบบ Problem-based learning สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนโดยใช้รูปแบบ Problem-based learning สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบ Problem-based learning สูงกว่ารูปแบบการสอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบ Problem-based Learning สูงกว่ารูปแบบการสอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ผลการวิจัยครั้งนี้ช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5

2. เป็นแนวทางแก่ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ในการพัฒนาและปรับปรุงการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ขอบเขตการวิจัย

1. ขอบเขตประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เฉพาะผู้ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ (รายวิชาเพิ่มเติม) จำนวน 3 ห้อง โรงเรียนเมืองพัทยา 11 (มัธยมสาธิตพัทยา) สังกัดสำนักงานการศึกษาเมืองพัทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 99 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เฉพาะผู้ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ (รายวิชาเพิ่มเติม) โรงเรียนเมืองพัทยา 11 (มัธยมสาธิตพัทยา) สังกัดสำนักงานการศึกษาเมืองพัทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 49 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยผู้วิจัยได้จับสลากห้องเรียนเพื่อกำหนดเป็นกลุ่มตัวอย่าง (Random selection) ได้นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 25 คนเป็นกลุ่มทดลองสำหรับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ Problem-based learning และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 จำนวน 24 คน เป็นกลุ่มควบคุมสำหรับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนปกติ

3. ขอบเขตเนื้อหาของงานวิจัยในครั้งนี้ เป็นเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาเพิ่มเติม เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559

3.1 กราฟ

3.2 ดีกรีของจุดยอด

3.3 แนวเดิน

3.4 กราฟออยเลอร์

3.5 การประยุกต์ของกราฟ

4. ตัวแปรที่ศึกษา

4.1 ตัวแปรต้น คือ วิธีการจัดการเรียนรู้ 2 รูปแบบ

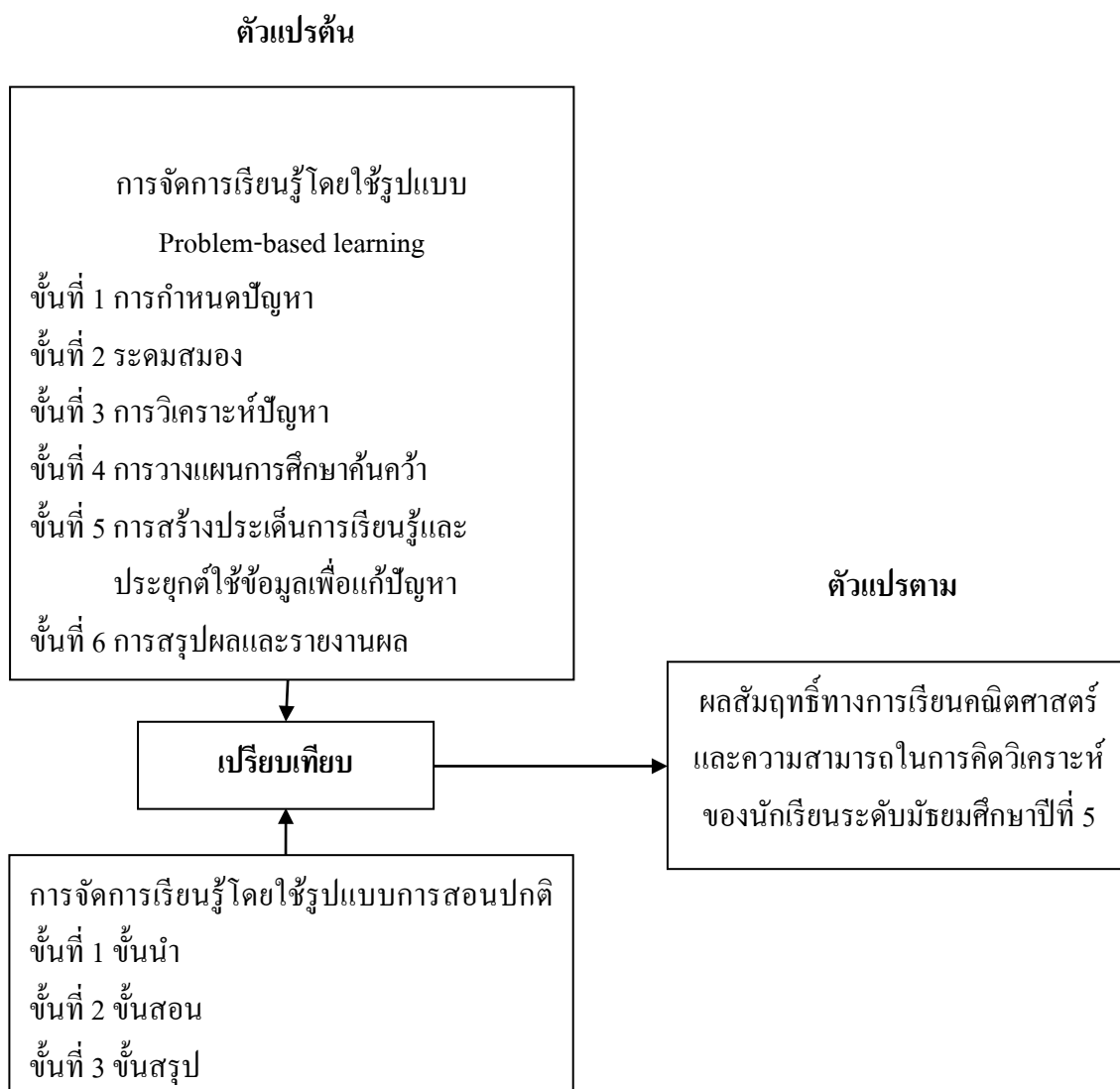
4.1.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ Problem-based learning

4.1.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนปกติ

4.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิด

วิเคราะห์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบความคิดในการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ Problem-based learning หรือ PBL หมายถึง วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนเรียนเป็นกลุ่มย่อยที่คล่องตามความสามารถ โดยใช้ประเด็นปัญหาจากเหตุการณ์ หรือสถานการณ์จริง หรือครูกำหนดขึ้นสำหรับเป็นสถานการณ์กระตุ้นให้กลุ่มนักเรียนนำไปวิเคราะห์และค้นหาแนวทางแก้ไขปัญหานั้นด้วยตนเอง โดยใช้ความรู้ความสามารถและประสบการณ์พื้นฐานของนักเรียน นำมาพิจารณาประกอบการให้คำแนะนำจากครูเพิ่มเติม เพื่อนำไปสู่การอภิปรายและสรุปองค์ความรู้ที่เป็นคำตอบของปัญหานั้นร่วมกัน ซึ่งมีกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) รวม 6 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 การกำหนดปัญหาโดยผู้สอนแบ่งกลุ่มนักเรียน เพื่อร่วมกันระบุปัญหาจากโจทย์ที่ได้รับมอบหมายให้มีความชัดเจน

ขั้นที่ 2 ระดมสมอง เป็นการระดมสมองของกลุ่มนักเรียนเพื่อให้เข้าใจปัญหาให้มากขึ้น โดยการแตกปัญหาออกเป็นประเด็นย่อย ๆ

ขั้นที่ 3 การวิเคราะห์ปัญหานั้นนักเรียนทำการวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้เหตุผลซึ่งให้กลุ่มนักเรียนกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อค้นหาข้อมูลที่จะอธิบายผลการวิเคราะห์ที่ตั้งไว้

ขั้นที่ 4 การวางแผนการศึกษาค้นคว้านักเรียนวางแผนการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลความรู้จากแหล่งต่าง ๆ การจัดสรรแบ่งงานกันของนักเรียนในกลุ่ม

ขั้นที่ 5 การสร้างประเด็นการเรียนรู้และประยุกต์ใช้ข้อมูลเพื่อแก้ปัญหาโดยกลุ่มนักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาซึ่งเป็น “ความรู้ใหม่” มาใช้ในการแก้ปัญหา จากนั้นกลุ่มนักเรียนทำการวิเคราะห์สังเคราะห์และประยุกต์ใช้ข้อมูลสำหรับการแก้ปัญหาที่ได้กำหนดไว้จนได้คำตอบสำหรับปัญหา

ขั้นที่ 6 การสรุปผลและรายงานผลเป็นการสรุปและรายงานผลสิ่งที่ได้เรียนรู้

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนปกติ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามกรอบขั้นการจัดการกิจกรรมในคู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ซึ่งมี 3 ชั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำ เป็นการเร้าความสนใจของผู้เรียนและทบทวนพื้นฐานความรู้เดิม เพื่อให้ผู้เรียนมีความต้องการและพร้อมที่จะเรียน

ขั้นที่ 2 ขั้นสอน เป็นขั้นเริ่มต้นดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามหลักการวิธีการตามแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในคู่มือคณิตศาสตร์ โดยใช้ของจริง ภาพ และสัญลักษณ์ตามลำดับ

ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่ได้เรียนไปแล้ว

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น จัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ Problem-based learning (PBL) และรูปแบบ การสอนปกติ ซึ่งวัดจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้วัด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการเรียนการสอน เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น จำนวน 30 ข้อ

5. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการคิด พิจารณา จำแนกเปรียบเทียบคุณลักษณะ และอธิบายความเชื่อมโยงขององค์ประกอบ เหตุการณ์ อย่างมีเหตุผล เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจ สรุปลงความเห็น ตามกรอบแนวคิดด้านความสำคัญ ด้าน หลักการ และด้านความสัมพันธ์ขององค์ประกอบในบริบท สถานการณ์นั้น เพื่อนำไปสู่การจัด ข้อมูลสารสนเทศอย่างมีระบบ ให้เพียงพอต่อการตัดสินใจแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์

6. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หมายถึง เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้วัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนและหลังการเรียนการสอน เรื่อง ทฤษฎีกราฟ เบื้องต้น เป็นจำนวน 20 ข้อ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์
 2. การจัดการเรียนรู้
 - 2.1 การจัดการเรียนรู้แบบปกติ
 - 2.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL)
 3. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์
 4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 5. ทฤษฎีกราฟ
 6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 6.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์

ความสำคัญของสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ทำให้มนุษย์มีความคิด
สร้างสรรค์คิดอย่างมีเหตุผลเป็นระบบมีแบบแผนสามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้
อย่างถี่ถ้วนรอบคอบช่วยให้คาดการณ์วางแผนตัดสินใจแก้ปัญหาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์
เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิต
ให้ดีขึ้นและสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

สาระสำคัญของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เปิดโอกาสให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่าง
ต่อเนื่องตามศักยภาพโดยกระทรวงศึกษาธิการได้กำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน
ดังนี้

จำนวนและการดำเนินการ: ความคิดรวบยอดและความรู้ลึกเชิงจำนวนระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริงการดำเนินการของจำนวนอัตราส่วน ร้อยละ การแก้ปัญหเกี่ยวกับจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

การวัด: ความยาวระยะทางน้ำหนักพื้นที่ปริมาตรและความจุเงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติการแก้ปัญหเกี่ยวกับ การวัดและการนำความรู้เกี่ยวกับการวัด ไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

เรขาคณิต: รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติสองมิติและสามมิติการนิกภาพแบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิต (Geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน (Rotation)

พีชคณิต: แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ฟังก์ชันเซตและการดำเนินการของเซตการให้เหตุผล นิพจน์สมการระบบสมการ อสมการกราฟลำดับเลขคณิตลำดับเรขาคณิตอนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิต

การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น: การกำหนดประเด็น การเขียนข้อคำถาม การกำหนดวิธีการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูลการจัดระบบข้อมูลการนำเสนอข้อมูล ค่ากลางและการกระจายของข้อมูล การวิเคราะห์และการแปลความข้อมูลการสำรวจความคิดเห็น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การแก้ปัญหด้วยวิธีการที่หลากหลายการให้เหตุผลการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่าง การดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญห

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญห

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัดวัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปร่างเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนึ่งภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric model) ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมาย และนำไปใช้แก้ปัญหา

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้ อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจ และแก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

คุณภาพผู้เรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับระบบจำนวนจริง ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริง จำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ หาค่าประมาณของจำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังโดยใช้วิธีการคำนวณที่เหมาะสมและสามารถนำสมบัติของจำนวนจริงไปใช้ได้

นำความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้คาดคะเนระยะทาง ความสูง และแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดได้ มีความคิดรวบยอดในเรื่องเซต การดำเนินการของเซตและใช้ความรู้เกี่ยวกับแผนภาพเวนน-ออยเลอร์แสดงเซตไปใช้แก้ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการให้เหตุผล

เข้าใจและสามารถใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยได้

มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สามารถใช้ความสัมพันธ์และฟังก์ชันแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

เข้าใจความหมายของลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต และสามารถหาพจน์ทั่วไปได้เข้าใจความหมายของผลบวกของ n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต อนุกรมเรขาคณิต และหาผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิตโดยใช้สูตรและนำไปใช้ได้

รู้และเข้าใจการแก้สมการ และอสมการตัวแปรเดียวตรีโกณมิติไม่เกินสองรวมทั้งใช้กราฟของสมการ อสมการ หรือฟังก์ชันในการแก้ปัญหา

เข้าใจวิธีการสำรวจความคิดเห็นอย่างง่าย เลือกใช้ค่ากลางได้เหมาะสมกับข้อมูลและวัตถุประสงค์ สามารถหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน ฐานนิยม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปอร์เซ็นต์ไทล์ของข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และนำผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลไปช่วยในการตัดสินใจ

เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ ประกอบการตัดสินใจ และแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมายและการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้องและชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม. 4-6	1. แสดงความสัมพันธ์ของจำนวนต่าง ๆ ในระบบจำนวนจริง	จำนวนจริง
	2. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริง	ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริง

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	3. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์	จำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม. 4-6	1. เข้าใจความหมายและหาผลลัพธ์ที่เกิดจากการบวก การลบ การคูณ การหาร จำนวนจริง จำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์	การบวก การลบ การคูณ และการหาร จำนวนจริง การบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม. 4-6	1. หาค่าประมาณของจำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังโดยใช้วิธีการคำนวณที่เหมาะสม	ค่าประมาณของจำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลัง

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม. 4-6	1. เข้าใจสมบัติของจำนวนจริงเกี่ยวกับการบวก การคูณ การเท่ากัน การไม่เท่ากัน และนำไปใช้ได้	สมบัติของจำนวนจริง และการนำไปใช้

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม. 4-6	1. ใช้ความรู้เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ของมุมในการคาดคะเนระยะทางและความสูง	อัตราส่วนตรีโกณมิติและการนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม. 4-6	1. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับระยะทางและความสูงโดยใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติ	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับระยะทาง และความสูง

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม. 4-6	1. มีความคิดรวบยอดในเรื่องเซตและการดำเนินการของเซต	เซตและการดำเนินการของเซต
	2. เข้าใจและสามารถใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัย	การให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัย
	3. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์และฟังก์ชัน เขียนแสดงความสัมพันธ์และ ฟังก์ชันในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ตาราง กราฟ และ สมการ	ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน กราฟของความสัมพันธ์และฟังก์ชัน
	4. เข้าใจความหมายของลำดับและหาพจน์ทั่วไปของลำดับจำกัด	ลำดับและการหาพจน์ทั่วไปของลำดับจำกัด

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	5. เข้าใจความหมายของลำดับเลขคณิต และลำดับเรขาคณิต หาพจน์ต่าง ๆ ของลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต และนำไปใช้	ลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม. 4-6	1. เขียนแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์แสดงเซต และนำไปใช้แก้ปัญหา	แผนภาพเวนน์-ออยเลอร์
	2. ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการให้เหตุผลโดยใช้แผนภาพเวนน์-ออยเลอร์	การให้เหตุผล
	3. แก้สมการและอสมการตัวแปรเดียว ดีกรีไม่เกินสอง	สมการและอสมการตัวแปรเดียวดีกรีไม่เกินสอง
	4. สร้างความสัมพันธ์หรือฟังก์ชันจากสถานการณ์ หรือปัญหาและนำไปใช้ในการแก้ปัญหา	ความสัมพันธ์หรือฟังก์ชัน
	5. ใช้กราฟของสมการ อสมการ ฟังก์ชันในการแก้ปัญหา	กราฟของสมการ อสมการ ฟังก์ชัน และการนำไปใช้
	6. เข้าใจความหมายของผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิตและอนุกรมเรขาคณิต หาผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิตและอนุกรมเรขาคณิต โดยใช้สูตรและนำไปใช้	อนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิต

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม. 4-6	1. เข้าใจวิธีการสำรวจความคิดเห็นอย่างง่าย	การสำรวจความคิดเห็น
	2. หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัชยฐาน ฐานนิยม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปอร์เซ็นต์ไทล์ของข้อมูล	ค่ากลางของข้อมูล การวัดการกระจายของข้อมูล การหาตำแหน่งที่ของข้อมูล
	3. เลือกใช้ค่ากลางที่เหมาะสมกับข้อมูลและวัตถุประสงค์	

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม. 4-6	1. นำผลที่ได้จากการสำรวจความคิดเห็นไปใช้คาดการณ์ในสถานการณ์ที่กำหนดให้	การสำรวจความคิดเห็น
	2. อธิบายการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ และนำผลที่ได้ไปใช้คาดการณ์ในสถานการณ์ที่กำหนดให้	กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ การทดลองสุ่มแซมเป็ลสเปซ เหตุการณ์ ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม. 4-6	1. ใช้ข้อมูลข่าวสารและค่าสถิติช่วยในการตัดสินใจ	สถิติและข้อมูล
	2. ใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา	ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม. 4-6	1. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา 2. ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม	-
ม. 4-6	3. ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม 4. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน 5. เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ 6. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	-

การจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้แบบปกติ

การสอนแบบปกติเป็นการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้โดยครูเป็นผู้เตรียมการศึกษาหาความรู้ ความเข้าใจในเรื่องที่จะสอนจากตำรา แบบเรียนหรือหนังสืออ้างอิงต่าง ๆ แล้วรวบรวมเรื่องราวทั้งหมดมาถ่ายทอดให้นักเรียน โดยการบรรยาย การบอก การใช้สื่อประกอบการสอน ซึ่งครูและนักเรียนจะร่วมกันอภิปรายซักถาม ตลอดจนช่วยกันสรุปเนื้อเรื่องจากสิ่งที่เรียน

กระทรวงศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้อธิบายส่วนประกอบในการสอนตามปกติไว้ ดังนี้

1. คำแนะนำในการใช้หลักสูตรและหนังสือแบบเรียน

2. จุดประสงค์การใช้หลักสูตรสถานศึกษาเพื่อให้ครูเลือกเนื้อหาในการเรียนการสอนได้ โดยสะดวก และชี้แจง คลีคลายปัญหาในการจัดการเรียนการสอนให้เข้าใจแจ่มชัดและเลือกใช้ กระบวนการเรียนการสอนให้ถูกต้อง

3. เนื้อหาสาระและมาตรฐานในการเรียนรู้ของหลักสูตรสถานศึกษาประกอบด้วยคำนำ หลักการ จุดมุ่งหมาย โครงสร้างหลักสูตรและคำชี้แจงในเรื่องการทำเครื่องมือในแต่ละบท มีโครงสร้าง คือ ประกอบด้วย วิสัยทัศน์ คุณภาพผู้เรียน สาระการเรียนรู้มาตรฐานการเรียนรู้ กระบวนการเรียนรู้ การวัดประเมินผล แหล่งการเรียนรู้

4. วิธีใช้หลักสูตรสถานศึกษา มีไว้สำหรับใช้ประกอบการสอน ซึ่งจะช่วยให้ครูใช้ได้ สะดวกยิ่งขึ้น

สำหรับการการสอนตามปกตินั้นผู้สอนจะต้องยึดหลักสูตรสถานศึกษาของตนเองเป็น สำคัญ เนื่องจากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2555 สถานศึกษาสามารถจัดการเรียนรู้ ได้ตามความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมโดยยึดหลักสูตรแกนกลางเป็นแบบอย่าง

กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

สัทัญญา กัตัญญู (2542, หน้า 55) กล่าวว่า ขั้นตอนการสอนโดยวิธีสอนแบบปกติสามารถ แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นการเตรียมผู้เรียนให้พร้อมที่จะเรียนโดยครูกระตุ้นให้นักเรียน เกิดความสนใจด้วยกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การทายปัญหา ชักถาม ทบทวนบทเรียนที่ผ่านมา

ขั้นสอน เป็นการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ด้วยวิธี ต่าง ๆ เช่น ครูเสนอบทเรียนใหม่โดยการสนทนาชักถาม แล้วให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาในบทเรียน หรือหนังสือเสริมบทเรียน หลังจากนั้นร่วมอภิปรายในกลุ่ม ปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ตามกำหนด ในแผนการจัดการเรียนรู้ เช่น ดำเนินการทดลอง การอภิปราย การเสนอผลการทดลอง

ขั้นสรุปผลและประเมินผล เป็นการสรุปเนื้อหาสาระและความคิดรวบยอดของบทเรียน โดยครูเลือกใช้กิจกรรมการสรุปในลักษณะต่าง ๆ เช่น ให้นักเรียนรายงานผลการทดลอง หน้าชั้นเรียน ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองร่วมกัน การสังเกตและการตอบคำถาม การให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด เป็นการตรวจสอบพฤติกรรมที่กำหนดไว้ในจุดประสงค์ของการเรียน การสอนในแต่ละครั้ง

กรมวิชาการ (2549, หน้า 3) ได้จัดลำดับขั้นตอนการสอนแบบปกติหรือแบบบรรยายไว้ ดังนี้

1. ขั้นนำ ครูแจ้งเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้โดยใช้คำถามเกี่ยวกับเนื้อหาที่จะสอน และทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนแล้วบรรยายเชื่อมโยงกับเรื่องใหม่ เพื่อนำเข้าสู่บทเรียน

2. ชั้นสอน ครูอธิบายเนื้อหาโดยใช้อุปกรณ์ประกอบคำบรรยาย และส่วนใดหากเป็นข้อปฏิบัติให้นักเรียนได้แสดงปฏิบัติตามเนื้อหา

3. ชั้นสรุป และประเมินผล ครูสรุปโยงเนื้อหาตั้งแต่ต้นจนจบให้นักเรียนฟังอีกครั้งหนึ่ง พร้อมให้บันทึกลงในสมุด เปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามและมอบหมายงานให้นักเรียนไปค้นคว้าเพิ่มเติม และตรวจสอบบันทึกที่นักเรียนจดคำบรรยาย ถามคำถามในเนื้อหาที่บรรยาย ให้นักเรียนทำข้อทดสอบย่อย พร้อมทั้งตรวจดูว่านักเรียนได้เรียนรู้ไปมากเพียงใด

โดยในการจัดกระบวนการเรียนรู้สำหรับกลุ่มวิชาคณิตศาสตร์นั้นผู้ที่เกี่ยวข้องควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546)

1. กระบวนการเรียนรู้ควรจัดให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลรวมทั้งวุฒิภาวะของผู้เรียน ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดคำนวณพื้นฐานมีความสามารถในการคิดในใจตลอดจนพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเต็มศักยภาพ

2. การจัดเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์ต้องคำนึงถึงความง่ายยากความต่อเนื่องและลำดับขั้นของเนื้อหาและการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนต้องคำนึงถึงลำดับขั้นของการเรียนรู้โดยจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้จากประสบการณ์จริงรวมทั้งปลูกฝังนิสัยให้รักในการศึกษาและแสวงหาความรู้ทางคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง

3. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ควรจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ที่สมดุลทั้งสามด้านคือ

3.1 ด้านความรู้ประกอบด้วยสาระการเรียนรู้ 5 สาระดังนี้

3.1.1 จำนวนและการดำเนินการ

3.1.2 การวัด

3.1.3 เรขาคณิต

3.1.4 พีชคณิต

3.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

3.2 ด้านทักษะ/ กระบวนการ ประกอบด้วย 5 ทักษะ/ กระบวนการที่สำคัญดังนี้

3.2.1 การแก้ปัญหา

3.2.2 การให้เหตุผล

3.2.3 การสื่อสารการสื่อความหมายและการนำเสนอ

3.2.4 การเชื่อมโยง

3.2.5 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

3.3 ด้านคุณธรรมจริยธรรมและค่านิยมได้แก่

3.3.1 ตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์

3.3.2 สามารถทำงานอย่างเป็นระบบมีระเบียบวินัยรอบคอบ

3.3.3 มีความรับผิดชอบมีวิจรรณญาณและมีความเชื่อมั่นในตนเอง

จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกตินั้น เป็นการใช้วิธีการสอนที่เน้นบทบาทของครูเป็นศูนย์กลาง ซึ่งครูเป็นผู้บอก อธิบายหรือเล่าเรื่องราวให้แก่ นักเรียน นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมน้อยมีการจดบันทึกหรือมีการซักถามบ้าง

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL)

1. ความเป็นมาของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL)

PBL มีการพัฒนาขึ้นครั้งแรกโดยคณะวิทยาศาสตร์สุขภาพ (Faculty of health sciences) ของมหาวิทยาลัย McMaster ที่ประเทศแคนาดาได้ถูกนำมาใช้ในกระบวนการติว (Tutorial process) ให้กับนักศึกษาแพทย์ฝึกหัดวิธีการดังกล่าวต่อมาได้กลายเป็นรูปแบบการเรียนรู้ (Learning model) ที่ทำให้มหาวิทยาลัยในสหรัฐอเมริกานำไปเป็นแบบอย่างในการจัดการเรียนรู้โดยเริ่มจากปลายปี ค.ศ. 1950 มหาวิทยาลัย Case Western Reserve ได้นำมาใช้เป็นแห่งแรกและได้จัดตั้งห้องทดลองสหวิทยาการ (Multi-disciplinary laboratory) เพื่อทำเป็นห้องปฏิบัติการสำหรับทดลองรูปแบบการสอนใหม่ ๆ รูปแบบการสอนที่มหาวิทยาลัย Case Western Reserve พัฒนาขึ้นมานั้นได้กลายมาเป็นพื้นฐานในการพัฒนาหลักสูตรของโรงเรียนหลายแห่งในสหรัฐอเมริกาทั้งในระดับมัธยมศึกษา ระดับอุดมศึกษาและบัณฑิตวิทยาลัย

นอกจากมหาวิทยาลัยในสหรัฐอเมริกาแล้วมหาวิทยาลัยของประเทศแทบทุกส่วนของโลกก็ให้ความสนใจในการนำรูปแบบ PBL ไปใช้สอนเช่นมหาวิทยาลัย Maastricht ที่เนเธอร์แลนด์, มหาวิทยาลัย Newcastle, Monash, Melbourne ที่ออสเตรเลีย, มหาวิทยาลัย Aalborg ที่เดนมาร์ก, มหาวิทยาลัยในประเทศแคนาดาอังกฤษฝรั่งเศสฟินแลนด์อัฟริกาใต้สวีเดนฮ่องกงสิงคโปร์ เป็นต้น ความนิยม PBL ในการสอนที่ต่างประเทศนั้นสามารถเห็นได้ชัดเจนจากการเชื่อมโยงเครือข่ายการเรียนรู้ของมหาวิทยาลัยต่าง ๆ ที่ใช้ PBL ในการสอนเหมือนกันทางอินเทอร์เน็ตและจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) โดยมีการเผยแพร่ทั้งตำราเอกสารและบทความจำนวนมากมีผลงานวิจัยที่เผยแพร่เฉพาะส่วนบทคัดย่อและงานวิจัยทั้งฉบับเป็นร้อยเรื่องโดยส่วนใหญ่จะเป็นผลการวิจัยทางสาขาแพทยศาสตร์มากที่สุดมีวารสารเฉพาะชื่อ The journal of clinical problem-based learning มีการจัดตั้งศูนย์เพื่อการวิจัยและการเรียนการสอน (The center for problem-based learning)

สำหรับในประเทศไทยนั้นปัจจุบันการสอนโดยใช้รูปแบบ PBL ในการสอนทั้งระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานและระดับอุดมศึกษาเป็นที่นิยมกันมากขึ้นมีงานวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียน

การสอนที่เรียกว่าการวิจัยในชั้นเรียนที่ใช้ PBL มากมายมหาวิทยาลัยหลายแห่งที่ส่งเสริมและได้ทดลองนำไปใช้แล้วเช่นจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่นมหาวิทยาลัยมหิดลมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์รวมถึงมหาวิทยาลัยเอกชนหลายแห่งโดยเฉพาะมหาวิทยาลัยเชียงใหม่มีการพัฒนารูปแบบ PBL ในการสอนร่วมกับผู้สอนจากมหาวิทยาลัย Stanford และ Vanderbilt (ไพศาล สุวรรณน้อย, 2549, หน้า 1-3) ทั้งนี้กระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักยังสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 หมวด 4 แนวทางการจัดการศึกษามาตรา 24 ที่กล่าวถึงกระบวนการเรียนรู้ โดยให้มีการจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมที่ให้การฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติ ผสมผสานสาระความรู้ต่าง ๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน และในปัจจุบันได้ขยายไปสาขาอื่น ๆ เช่น วิศวกรรมศาสตร์กฎหมาย สถาปัตยกรรมภาษาศาสตร์ สังคมศาสตร์วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ เป็นต้นนอกจากนี้ยังขยายไปสู่ระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษามากขึ้นอีกด้วย

ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning: PBL)

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning: PBL) หมายถึงวิธีการเรียนรู้อบรมหลักการของการใช้ปัญหาเป็นจุดเริ่มต้นในการเชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่เดิมให้ผสมผสานกับข้อมูลใหม่แล้วประมวลเป็นกับความรู้ใหม่ (Barrows, 1996) เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาโดยฝึกวิธีการคิดเพื่อแก้ปัญหาและค้นคว้าหาความรู้ความเข้าใจทั้งขั้นพื้นฐานและขั้นสูงเป็นวิธีการจัดหลักสูตรให้มีกิจกรรมการเรียนรู้ให้เกิดขึ้น โดยอาศัยปัญหาจริงในการปฏิบัติการของวิชาชีพนั้นเป็นตัวแกนหลักสูตรที่สอน โดยใช้วิธีนี้เริ่มจากการให้ปัญหาที่เป็นสถานการณ์จริงแก่ผู้เรียนแทนที่การบรรยายให้ความรู้ของสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง

บาร์เรลล์ (Barrell, 1998, p. 7) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นกระบวนการของการสำรวจเพื่อจะตอบคำถามสิ่งที่อยากรู้อยากเห็นข้อสงสัยและความไม่มั่นใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติในชีวิตจริงที่มีความซับซ้อนปัญหาที่ใช้ในกระบวนการเรียนรู้จะเป็นปัญหาที่ไม่ชัดเจนมีความยากหรือมีข้อสงสัยสามารถตอบคำถามได้หลายคำตอบ

Duch, Groh, and Allen (2001) ให้ความหมายไว้ว่า การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ปัญหาเป็นเครื่องกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนมีการตัดสินใจที่ดีมีความคิดอย่างมีวิจารณญาณสามารถเรียนรู้การทำงานเป็นทีม ใฝ่รู้ และมีการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต เพื่อให้สามารถก้าวทันกับสภาพการเปลี่ยนแปลงของโลก วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเรียนรู้

วัตนา รัตนพรหม (2548, หน้า 33) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นยุทธศาสตร์การจัดการเรียนการสอน โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะให้นักเรียนได้เรียนจากสถานการณ์ที่เป็นจริงซึ่งอยู่ในรูปของปัญหาที่จะพบได้ในชีวิตจริง ทั้งนี้เพื่อศึกษาถึงองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องในการแก้ไขปัญหาฝึกฝนความสามารถในการแสวงหาความรู้กระบวนการแก้ปัญหาและการทำงานร่วมกันเป็นทีม โดยที่ไม่ได้เน้นการศึกษาเนื้อหาเป็นรายวิชา

ชวลิต ชุกก่าแพง (2551, หน้า 135) สรุปไว้ว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เกิดจากแนวคิดตามทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม โดยให้ผู้เรียนสร้างความรู้จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นในโลกแห่งความเป็นจริงเป็นบริบทของการเรียนรู้

ทศนา แคมมณี (2552, หน้า 137) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดสภาพการณ์ของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นเครื่องมือ ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย ซึ่งผู้สอนอาจนำผู้เรียนไปเผชิญสถานการณ์ปัญหา ฝึกกระบวนการวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในปัญหานั้น รวมทั้งช่วยให้ผู้เรียนเกิดการใฝ่รู้ เกิดทักษะกระบวนการคิดและกระบวนการแก้ปัญหาต่าง ๆ

นภา หลิมรัตน์ (2546 อ้างถึงใน วันดี ต่อเพ็ญ, 2553, หน้า 10) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการเรียนที่เริ่มจากผู้สอนนำปัญหาที่แปลกใหม่ ทำทายและสอดคล้องกับโลกของความเป็นจริง เพื่อเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้และนำความรู้จากประสบการณ์เดิมมาใช้แก้ปัญหา โดยเน้นให้ผู้เรียนรู้จักทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม รู้จักตัดสินใจ และสามารถนำเสนอผลงานได้ ผู้สอนเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกและคอยชี้แนะ

จากการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning: PBL) แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการเรียนรู้บนหลักการของการใช้ปัญหาเป็นจุดเริ่มต้นในการเชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่เดิม ผสมผสานกับข้อมูลใหม่ จนได้ความรู้ใหม่ขึ้น ซึ่งเป็นการฝึกวิธีคิดเพื่อแก้ปัญหา ค้นคว้าหาความรู้ ความเข้าใจ โดยอาศัยปัญหาและข้อเท็จจริงในการปฏิบัติการ

เงื่อนไขที่สนับสนุนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

เงื่อนไขที่สนับสนุนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานประกอบไปด้วยเงื่อนไข 3 ประการ (Hmelo-Silver & Barrows, 2006) ได้แก่

1. มีการกระตุ้นให้นักศึกษาคิดและแสดงออกซึ่งความรู้เดิมก่อน (Activation of prior knowledge)

2. การเรียนในสิ่งที่เหมือนจริงมากที่สุดจะช่วยให้การเรียนบรรลุเป้าหมาย (Encoding specificity) โดยให้ผู้เรียนเรียนรู้เนื้อหาที่ใกล้เคียงสถานการณ์จริงหรือมีประสบการณ์ตรง (จาก โจทย์ปัญหา) จะทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ดีขึ้น

3. การทำความเข้าใจข้อมูลต่าง ๆ ให้สมบูรณ์ (Elaboration of knowledge) โดยให้ผู้เรียน มีโอกาสเสริมต่อความเข้าใจนั้นด้วยการกระทำหลายอย่างเช่น การต่อบันทึกการอภิปรายถกเถียง การถามคำถามการจดบันทึกการรายงานในที่ประชุมการเรียนการสอนที่ดีจึงควรเน้นกิจกรรมที่ให้ โอกาสนักศึกษาได้แสดงออกซึ่งความรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ

ลักษณะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นมีข้อจำกัดและมีลักษณะสำคัญหลายอย่างด้วยกันที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง ดังที่ ปริญญา เชาวนาสัย (2547) ได้กล่าวถึง ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ไว้ดังนี้

1. ต้องมีสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและเริ่มต้นการจัดกระบวนการเรียนรู้ด้วยการใช้ปัญหา เป็นตัวกระตุ้นให้เกิดกระบวนการเรียนรู้

2. ปัญหาที่นำมาใช้ในการจัดกระบวนการเรียนรู้ ควรเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นพบเห็น ได้ใน ชีวิตจริงของผู้เรียนมีโอกาสที่จะเกิดขึ้นจริงและแสวงหาความรู้คำตอบด้วยตนเอง ดังนั้นผู้เรียนจึง ต้องวางแผนการเรียนด้วยตนเอง บริหารเวลาเอง คัดเลือกวิธีการเรียนรู้และประสบการณ์การเรียนรู้ รวมทั้งประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง

3. ผู้เรียนเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย เพื่อประโยชน์ในการค้นหาความรู้ ข้อมูลร่วมกัน เป็นการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุและผล ฝึกให้ผู้เรียนมีทักษะในการรับส่งข้อมูล เรียนรู้ เกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างบุคคล และฝึกการจัดระบบตนเองเพื่อพัฒนาความสามารถใน การทำงานร่วมกันเป็นทีม คำตอบที่ได้มีความหลากหลายองค์ความรู้จะผ่านการวิเคราะห์โดยผู้เรียน มีการสังเคราะห์และตัดสินใจร่วมกันการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นนอกจากการจัด การเรียนเป็นกลุ่มแล้วยังสามารถจัดให้ผู้เรียนเรียนรู้เป็นรายบุคคลได้ แต่อาจทำให้ผู้เรียนขาดทักษะ ในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

4. การเรียนรู้มีลักษณะการบูรณาการความรู้และบูรณาการทักษะกระบวนการต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับความรู้และคำตอบที่กระจ่างชัด

5. ความรู้ที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้จะได้มาภายหลังจากผ่านกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ ปัญหาเป็นฐานแล้วเท่านั้น

6. การประเมินผลเป็นการประเมินผลจากสภาพจริง โดยพิจารณาจากการปฏิบัติงาน ความก้าวหน้าของผู้เรียน การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน สิ่งสำคัญที่สุดคือปัญหาหรือสถานการณ์ที่จะเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ลักษณะสำคัญของปัญหา มีดังนี้

6.1 เกิดขึ้นในชีวิตจริงและเกิดจากประสบการณ์ของผู้เรียน หรือผู้เรียนอาจมีโอกาสเผชิญกับปัญหานั้น

6.2 เป็นปัญหาที่พบบ่อย มีความสำคัญ มีข้อมูลประกอบเพียงพอสำหรับการค้นคว้า

6.3 เป็นปัญหาที่ยังไม่มีคำตอบชัดเจนตายตัว เป็นปัญหาที่มีความซับซ้อน คลุมเครือ หรือผู้เรียนเกิดความสงสัย

6.4 ปัญหาที่เป็นประเด็นขัดแย้ง ข้อถกเถียงในสังคมยังไม่มีข้อยุติ

6.5 เป็นปัญหาอยู่ในความสนใจ เป็นสิ่งที่อยากรู้ แต่ไม่รู้

6.6 ปัญหาที่สร้างความเดือดร้อน เสียหาย เกิดโทษภัยและเป็นสิ่งไม่ดีหากใช้ข้อมูลโดยลำพังคนเดียวอาจทำให้ตอบปัญหาผิดพลาด

6.7 เป็นปัญหาที่มีการยอมรับว่าจริง ถูกต้อง แต่ผู้เรียนไม่เชื่อว่าจริง ไม่สอดคล้องกับความคิดของผู้เรียน

6.8 ปัญหาที่อาจมีคำตอบหรือมีแนวทางในการแสวงหาคำตอบได้หลายทาง ครอบคลุมการเรียนรู้ที่กว้างขวางหลากหลายเนื้อหา

6.9 เป็นปัญหาที่มีความยากความง่าย เหมาะสมกับพื้นฐานของผู้เรียน

6.10 เป็นปัญหาที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที ต้องการการสำรวจค้นคว้าและการรวบรวมข้อมูลหรือทดลองจึงจะได้คำตอบไม่สามารถที่จะคาดเดาหรือทำนายได้ง่าย ๆ ว่าต้องใช้ความรู้อะไร ยุทธวิธีในการสืบเสาะหาความรู้จะเป็นอย่างไรคำตอบหรือผลของความรู้เป็นอย่างไร

6.11 เป็นปัญหาส่งเสริมความรู้ด้านเนื้อหาทักษะ สอดคล้องกับหลักสูตรการศึกษา การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

บาร์รอว์ส (Barrows, 1996, pp. 5-6) กล่าวถึงลักษณะที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

1. เป็นการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยผู้สอนเป็นเพียงผู้แนะนำ ผู้เรียนจะต้องรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง ซึ่งผู้เรียนอาจจะแสวงหาความรู้ได้จากแหล่งที่จะให้ข้อมูลข่าวสารต่างๆ เช่น หนังสือ วารสาร ผู้สอน หรือแหล่งข้อมูลอื่น ๆ

2. เป็นการเรียนโดยกลุ่มย่อย กลุ่มละประมาณ 5-8 คน พร้อมกับผู้สอนเป็นผู้แนะนำประจำกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพด้วยความหลากหลายของบุคคล

3. ผู้สอนเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกหรือผู้แนะแนวทางให้ผู้เรียน โดยการใช้คำถามเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนถามตนเอง และจัดการแก้ปัญหาด้วยตนเอง

4. รูปแบบของปัญหามุ่งเน้นให้มีการรวบรวมข้อมูลและกระตุ้นการเรียนรู้ โดยปัญหาที่นำมาให้ผู้เรียนนั้นต้องเป็นสิ่งท้าทาย และปฏิบัติได้จริง ตรงประเด็นและกระตุ้นการเรียนรู้ให้หาทางแก้ปัญหา

5. ปัญหาต้องเหมาะสมสำหรับการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา

6. ผู้เรียนได้ความรู้ใหม่โดยผ่านการเรียนรู้ด้วยตนเอง การมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ อย่างแท้จริง มีการทำงานร่วมกับผู้อื่น และมีการอภิปราย เปรียบเทียบ ทบทวน โต้แย้งสิ่งที่เรียน เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้อย่างแท้จริง

ซาวิน เบเคน (Savin-Baden, 2000, pp. 139-140) ได้ระบุลักษณะที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

1. ผู้สอนต้องให้ความสำคัญและยอมรับประสบการณ์เรียนรู้ของผู้เรียน
2. ผู้เรียนต้องมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ด้วยตนเอง
3. เนื้อหามีลักษณะตามสาขาวิชา
4. มีการผสมผสานระหว่างภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ
5. ผู้สอนจะให้ความสำคัญกับกระบวนการหาความรู้ของผู้เรียน
6. ในกระบวนการหาความรู้จะเน้นทักษะการสื่อสารและการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนเพื่อให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้
7. ผู้สอนมีบทบาทในการเป็นผู้ให้คำแนะนำ หรือเป็นผู้ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้
8. ผู้เรียนเป็นผู้ประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ทิสนา แคมมณี (2552, หน้า 137-138) กล่าวถึงลักษณะของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ไว้ 10 ประการ คือ

1. ผู้สอนและผู้เรียนมีการร่วมมือกันเลือกปัญหาที่ตรงกับความสนใจหรือความต้องการของผู้เรียน
2. ผู้สอนและผู้เรียนมีการออกไปเผชิญกับสถานการณ์ปัญหาจริง หรือผู้สอนมีการจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียนเผชิญปัญหา
3. ผู้สอนและผู้เรียนมีการร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาและหาสาเหตุของปัญหา
4. ผู้เรียนมีการวางแผนการแก้ปัญหาาร่วมกัน
5. ผู้สอนมีการให้คำปรึกษา แนะนำและช่วยอำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียนในการแสวงหาแหล่งเรียนรู้ การศึกษาข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

6. ผู้เรียนมีการศึกษาค้นคว้า และแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง
7. ผู้สอนมีการกระตุ้นให้ผู้เรียนแสวงหาทางเลือกในการแก้ปัญหาที่หลากหลายและพิจารณาเลือกวิธีที่เหมาะสม
8. ผู้เรียนมีการลงมือแก้ปัญหา รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล สรุป และประเมินผล
9. ผู้สอนมีการติดตามการปฏิบัติงานของผู้เรียนและให้คำปรึกษา
10. ผู้สอนมีการประเมินผลการเรียนรู้ทั้งทางด้านผลงานและกระบวนการ

จากการศึกษาลักษณะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อาจสรุปได้ว่า ลักษณะที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นต้องมีสถานการณ์ที่เป็นปัญหา และนำปัญหานั้นมาใช้ในกระบวนการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยมีการเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย และแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งผู้สอนเป็นเพียงผู้แนะนำแนวทางและกระตุ้นให้ผู้เรียนแก้ปัญหา ตลอดจนประเมินผลตนเองอีกด้วย

ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

บราวน์ และวอลเตอร์ (Brown & Walter, 1990, p. 147) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์ว่าเป็นการเรียนจากปัญหาครูผู้สอนเป็นผู้คอยเสริมแรงเป็นผู้แนะนำให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบกระตุ้นให้อยากที่จะศึกษาปัญหายอมรับปัญหาและใช้ประสบการณ์ความรู้เดิมเพื่อสามารถถามคำถามมีความเข้าใจเกี่ยวกับคำถามก่อนที่จะตอบปัญหาผู้ตอบต้องตอบว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น ทำไมจึงเป็นเช่นนี้ เช่น “ใจ” ใจของฉันทำไมจึงแตก” เหตุผลที่จะอธิบายว่าใจแตกเพราะอะไรนั้นยังไม่ใช่สิ่งที่ครูต้องการ สิ่งที่ต้องการให้เกิดกับนักเรียนก็คือคำถามของนักเรียน การจัดการเรียนรู้โดยเน้นการกำหนดสถานการณ์ปัญหานั้นครูจะต้องเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนคิด เพื่อให้ผู้เรียนเกิดคำถามหรือถกเถียงคำตอบให้ได้หลังจากนั้นครูจะเป็นผู้แนะแนวและชี้แนะโดยวิธีการที่เหมาะสมเพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบคำตอบคำถามนั้นต้องเป็นคำถามที่ตรงและเหมาะสมกับชั้นเรียนนั้น ๆ ด้วย

ผู้เชี่ยวชาญทางคณิตศาสตร์และนักคณิตศาสตร์ (Brown & Walter, 1990, p. 145)

ได้คำนึงถึงการกำหนดปัญหาที่มีความสำคัญต่อกิจกรรมคณิตศาสตร์ ฉะนั้นการกำหนดปัญหาจึงเป็นสิ่งที่แยกไม่ได้ออกกับการแก้ปัญหาจะถึงกระบวนการแก้ปัญหาจะต้องผ่านสถานการณ์ปัญหาที่ถูกกำหนดจึงจะทำให้มนุษย์มีประสบการณ์ก่อนที่จะเผชิญกับสถานการณ์จริง เช่น

1. ลักษณะของกิจกรรมที่ต้องใช้กระบวนการคิดหรือความสามารถในกิจกรรมคณิตศาสตร์
2. ลักษณะขั้นตอนที่นักเรียนเรียนได้ถูกไต่ถาม
3. วิธีการที่ปรับปรุงนักเรียนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

4. การทำความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์

จากลักษณะความสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยการกำหนดปัญหาพอจะสรุปได้ว่าส่วนสำคัญที่จะต้องนำมาใช้ในกระบวนการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยเน้นการกำหนดปัญหาเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาที่ครูต้องถามเพื่อช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากที่จะศึกษาปัญหา ยอมรับปัญหา และใช้ประสบการณ์ความรู้เดิมเพื่อสามารถถามคำถามที่มีความเข้าใจเกี่ยวกับคำถามก่อนที่จะตอบปัญหา คำถามที่น่าสนใจสามารถใช้ได้บ่อย ๆ เพื่อเป็นการกระตุ้นความคิดจะช่วยให้นักเรียนมีโอกาสเดาคำถามหรือถกเถียงคำตอบได้

ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน (Schmidt, 1993) ประกอบไปด้วย

ขั้นตอนแรกเป็นการเรียนกลุ่มย่อยครั้งแรกนักเรียนได้รับโจทย์ปัญหาซึ่งเป็นสถานการณ์จริงนักเรียนในกลุ่มช่วยกันวิเคราะห์แยกแยะปัญหาแยกปัญหาออกเป็นประเด็นต่าง ๆ แล้วหยิบยกแต่ละปัญหามาพิจารณาแต่ละข้อว่ามีต้นเหตุความเป็นมาอย่างไรและควรแก้ไขอย่างไร ตั้งสมมติฐานกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อพิสูจน์สมมติฐานผู้สอนควรดูแลชี้แนะให้ผู้เรียนกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ให้ตรงกับวัตถุประสงค์ของหลักสูตร

ขั้นตอนที่สองนักศึกษาแยกย้ายไปค้นคว้าตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ทุกคนค้นคว้าทุกวัตถุประสงค์เมื่อได้ข้อมูลที่ต้องการครบถ้วนจึงกลับมารวมกลุ่มอีกครั้ง

ขั้นตอนที่สามเป็นการเรียนกลุ่มย่อยครั้งที่สองนักเรียนทุกคนจะร่วมกันอภิปรายถกเถียงถึงหัวข้อความรู้ที่ได้ไปค้นคว้ามารู้ว่าตรงประเด็นการแก้ปัญหาหรือไม่สามารถเข้าใจปัญหาเพิ่มขึ้นได้หรือไม่พร้อมทั้งสรุปเป็นความรู้ทั่วไปผู้สอนมีหน้าที่ชี้แนะหากนักเรียนมีข้อมูลไม่ครบหรือไม่ถูกต้องแต่ไม่ได้เป็นผู้สรุปให้นักเรียน

สำนักวิจัยมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย (2553) ได้กำหนดขั้นตอนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดปัญหาในขั้นตอนการกำหนดปัญหา (Problem) ผู้สอนแบ่งกลุ่มนักศึกษาเพื่อร่วมกันระบุปัญหาจากโจทย์ที่ได้รับมอบหมายให้มีความชัดเจน

2. การระดมสมองในขั้นตอนการระดมสมอง (Brain storming) จากกลุ่มนักศึกษาที่แบ่งไว้ในขั้นตอนที่ 1 จะเริ่มเข้าใจปัญหาให้มากขึ้น โดยการแตกปัญหาออกเป็นประเด็นย่อย ๆ เชื่อมโยงปัญหาโดยใช้ “ความรู้เดิม” ก่อน

3. การวิเคราะห์ปัญหาในขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหา (Problem analysis) เริ่มต้นจากการให้กลุ่มนักเรียนวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้เหตุผลซึ่งให้กลุ่มนักเรียนกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้

เพื่อค้นหาข้อมูลที่จะอธิบายผลการวิเคราะห์ที่ตั้งไว้ นักเรียนสามารถบอกได้ว่าความรู้ส่วนใดรู้แล้ว ส่วนใดต้องกลับไปทบทวนส่วนใดยังไม่รู้หรือจำเป็นต้องไปค้นคว้าเพิ่มเติม

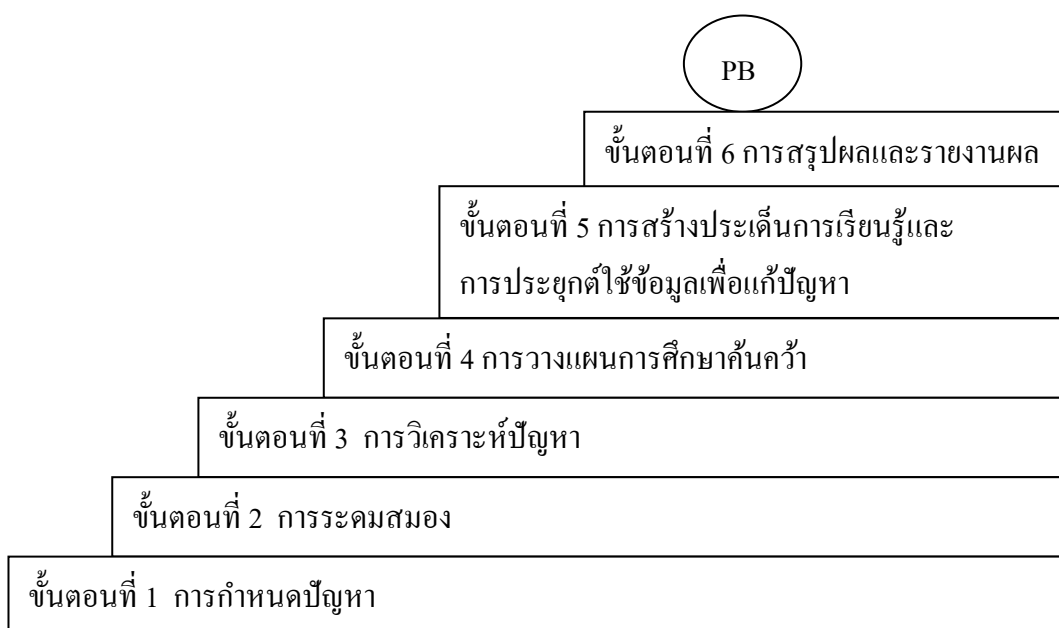
4. การวางแผนการศึกษาค้นคว้าในขั้นตอนการวางแผนการศึกษาค้นคว้า (Planning)

นักเรียนได้วางแผนการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลความรู้จากแหล่งต่าง ๆ การจัดสรรแบ่งงานกันของนักเรียนในกลุ่ม

5. การสร้างประเด็นการเรียนรู้และประยุกต์ใช้ข้อมูลเพื่อแก้ปัญหาในขั้นตอนการสร้างประเด็นการเรียนรู้และประยุกต์ใช้ข้อมูลเพื่อแก้ปัญหา (Learning and application) โดยกลุ่มนักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาซึ่งเป็น “ความรู้ใหม่” เป็น input ของการแก้ปัญหา ซึ่งคาดว่าส่วนหนึ่งจะประกอบด้วยแนวคิดหลักการหรือทฤษฎีที่ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้ในหน่วยการสอนนั้น ๆ รวมทั้งคำตอบบางส่วนที่ได้จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ในขั้นตอนนี้ผู้สอนมีบทบาทที่ต้องศึกษาแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ก่อนมอบหมายให้นักศึกษาไปค้นคว้าแล้วตรวจสอบข้อมูลที่นักเรียนได้รวบรวมมาว่าสอดคล้องกับสิ่งที่ต้องการให้นักศึกษาเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหาและเพียงพอสำหรับการแก้ปัญหาแล้วหรือยัง) จากนั้นกลุ่มนักเรียนทำการวิเคราะห์สังเคราะห์และประยุกต์ใช้ข้อมูลสำหรับการแก้ปัญหาที่ได้กำหนดไว้จนได้ผลลัพธ์ (Output) ซึ่งเป็นคำตอบสำหรับปัญหา

6. การสรุปผลและรายงานผลในขั้นตอนสุดท้ายเป็นการสรุปและรายงานผล (Summary and report) เป็นสิ่งที่ได้เรียนรู้

จากขั้นตอนดังกล่าวสามารถสรุปได้ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (สำนักวิจัยมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย, 2553)

จากการศึกษาถึงขั้นตอนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้วิจัยได้ดำเนินการสังเคราะห์ขั้นตอนการสอน PBL ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางการสรุป การสังเคราะห์ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ PBL

ลำดับ	ผู้ศึกษา/ ผู้วิจัย	ชื่อเรื่อง	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้						เหตุผล
			1	2	3	4	5	6	
1	เบญจมาศ เทพบุตร ดี	การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนความสามารถใน การคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการให้ เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 6 ระหว่างการจัด การเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐาน (PBL) และ การจัดการเรียนรู้แบบปกติเรื่อง การบวกลบคูณหารทศนิยม	สำรวจ ประเด็นที่ เป็นปัญหา	นิยามปัญหา	สืบเสาะหา วิธีการ แก้ปัญหา	ดำเนิน การศึกษา ค้นคว้า แก้ปัญหา	นำเสนอ คำตอบหรือ ผลการ แก้ปัญหา	ทบทวนการ ปฏิบัติใน ส่วนที่ เกี่ยวข้อง	ผู้วิจัยได้จัด กิจกรรม การเรียนรู้ แบบใช้ปัญหา เป็นฐาน (PBL) ตามรูปแบบของ สำนักเลขาธิการ สภาการศึกษา (2550)

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ลำดับ	ผู้ศึกษา/ผู้วิจัย	ชื่อเรื่อง	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้						เหตุผล
			1	2	3	4	5	6	
2	ธนาวุฒิ นิลมณี และคณะ	กรอบแนวคิดรูปแบบ การเรียนรู้เพื่อปรับเหมาะกั ผู้เรียนตามรูปแบบวีเออาร์เค โดยใช้เทคนิคโครงข่ายประสาท เทียมร่วมกับการเรียนรู้แบบ ปัญหาเป็นฐานบน สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบ ทุกหนทุกแห่ง	ขั้นเชื่อมโยง ปัญหา	ขั้น จัดโครงสร้าง	ขั้นเข้าพบ ปัญหา	ขั้นเข้าพบ ปัญหา อีกครั้ง	ขั้นผลิต ผลงาน	ขั้น ประเมิน ผลงาน	ได้แนวคิดมาจาก โรเบิร์ตเดลลีเซิล (Robert Delisle) (Delisle, 1997)
5	วิไล โพธิ์ชื่น- ศิริวรรณ วัฒนาวรรชัย	การพัฒนาความสามารถ ในการคิดแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ ปัญหาเป็นฐาน	นำเสนอ สถานการณ์ ปัญหา	ทำความเข้าใจ ปัญหา	ศึกษาค้นคว้า หาวิธีการแก้ ปัญหา	สังเคราะห์ และรวบรวม ข้อมูล	สรุปนำเสนอ และประเมิน ผลงาน		ได้แนวคิดจากการศึกษา วิจัยจากการศึกษางานวิจัย ของ มัณฑรา ธรรมบุศย์ (2549, หน้า 43-45); เบญจมาศ เทพบุตรดี (2550, หน้า 104);

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ลำดับ	ผู้ศึกษา/ผู้วิจัย	ชื่อเรื่อง	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้						เหตุผล
			1	2	3	4	5	6	
5	รวีพรรณดี พูลลาภ	ผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความพึงพอใจต่อรายวิชา รายวิชาพัฒนามนุษย์และครอบครัว ของนักศึกษา สาขาวิชา คหกรรมศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่	การกำหนดปัญหา	การระดมสมอง	การวิเคราะห์ปัญหา	การวางแผนการศึกษา ค้นคว้า	การสร้างประเด็น การเรียนรู้ และการประยุกต์ใช้ข้อมูล เพื่อแก้ปัญหา	การสรุปและรายงานผล	ยรววัฒน์ คล้ายมงคล (2545, หน้า 56-59); ศุภิสรา โททอง (2547, หน้า 86-88) จากนั้นผู้วิจัยได้มาสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดกระบวนการเรียนรู้เป็น 5 ขั้นตอน ใช้แนวคิดของ เดไลเซล (Delisle, 1997)

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ลำดับ	ผู้ศึกษา/ผู้วิจัย	ชื่อเรื่อง	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้						เหตุผล
			1	2	3	4	5	6	
5	เรียม จันปญญา	การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอกโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL)	กำหนดปัญหา	แบ่งกลุ่มเพื่อทำความเข้าใจกับปัญหา	ดำเนินการศึกษา ค้นคว้า รวบรวมข้อมูล	สังเคราะห์ความรู้ และรวบรวมข้อมูล	สรุปและประเมินค่าคำตอบ	นำเสนอและประเมินผลงาน	นำหลักการท้าวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom action research: CAR) (Kemmis & Mc Taggart, 1990) ในรูปแบบของการวิจัยปฏิบัติการ (Action research) มาประยุกต์ใช้เป็นรูปแบบในการวิจัย

จากการสังเคราะห์ตารางที่ 1 ผู้ศึกษาได้แนวคิดในการกำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังนี้ ขั้นที่ 1 การกำหนดปัญหา ขั้นที่ 2 ระดมสมอง ขั้นที่ 3 การวิเคราะห์ปัญหา ขั้นที่ 4 การวางแผนการศึกษาค้นคว้าขั้นที่ 5 การสร้างประเด็นการเรียนรู้และประยุกต์ใช้ข้อมูลเพื่อแก้ปัญหา และขั้นที่ 6 การสรุปผลและรายงานผล โดยใช้แนวคิดของสำนักวิจัยมหาวิทยาลัยอีสเทิร์น เอเชีย (2553)

สรุปได้ว่าลักษณะการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นจะต้องคำนึงถึงผู้เรียนเป็นสำคัญ การจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมจะต้องสอดคล้องกับวุฒิภาวะ ความสนใจและความถนัดของผู้เรียน ซึ่งในการจัดกิจกรรมเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกปฏิบัติ ฝึกคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหา ดังนั้นกิจกรรมการเรียนการสอนจึงต้องผสมผสานสาระทั้งหมดของด้านเนื้อหาและด้านกระบวนการ ตลอดจนการปลูกฝังคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมที่ดีงาม ถูกต้องและเหมาะสมแก่ผู้เรียน

บทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

มีนักวิชาการกล่าวถึงบทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้ ทอร์พ และเซจ (Torp & Sage, 2002 , pp. 64-65) กล่าวถึง บทบาทของผู้สอนในขณะดำเนินกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

1. ผู้สอนออกแบบและกระตุ้นความสนใจผู้เรียนในกระบวนการเรียนรู้ให้จัดโครงสร้างของการแก้ปัญหาหรือการสร้างยุทธวิธีในการแก้ปัญหา
2. ผู้สอนมอบความเป็นอิสระให้กับผู้เรียนในการเป็นผู้สำรวจและควบคุมกระบวนการสำรวจด้วยตนเอง พร้อมกับเป็นผู้ให้คำแนะนำ ส่งเสริมให้คิดและฝึกฝนกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานให้กับนักเรียน
3. ผู้สอนแนะนำผู้เรียน โดยอยู่ห่าง ๆ ในขณะที่ผู้เรียนดำเนินกระบวนการเรียนรู้จนได้คำตอบของปัญหาออกมา

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2550, หน้า 9-13) กล่าวว่า ในกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้สอนมีบทบาทโดยตรงต่อการจัดการเรียนรู้ ดังนั้นลักษณะของผู้สอนที่เอื้อต่อการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ควรมีลักษณะดังนี้

1. ผู้สอนต้องมุ่งมั่น ตั้งใจสูง รู้จักแสวงหาความรู้เพื่อพัฒนาตนเองอยู่เสมอ
2. ผู้สอนต้องรู้จักผู้เรียนเป็นรายบุคคล เข้าใจศักยภาพของผู้เรียนเพื่อสามารถให้คำแนะนำช่วยเหลือผู้เรียนได้ทุกเวลา
3. ผู้สอนต้องเข้าใจขั้นตอนของแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน อย่างถ่องแท้ ชัดเจนทุกขั้นตอน เพื่อจะได้ให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียนได้ถูกต้อง
4. ผู้สอนต้องมีลักษณะและศักยภาพสูงในการจัดการเรียนรู้และประเมินผลการพัฒนาของผู้เรียน
5. ผู้สอนต้องเป็นผู้อำนวยความสะดวกด้วยการจัดหา สนับสนุนสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ให้เหมาะสมพอเพียง จัดเตรียมแหล่งเรียนรู้ จัดเตรียมห้องสมุด อินเทอร์เน็ต ฯลฯ

6. ผู้สอนต้องมีจิตวิทยาสร้างแรงจูงใจแก่ผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการตื่นตัวในการเรียนรู้ตลอดเวลา

7. ผู้สอนต้องชี้แจงและปรับทัศนคติของผู้เรียนให้เข้าใจและเห็นคุณค่าของการเรียนรู้แบบนี้

8. ผู้สอนต้องมีความรู้ความสามารถ ด้านการวัดและประเมินผลผู้เรียนตามสภาพจริงให้ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการและเจตคติให้ครบทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้

จากบทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานดังกล่าว สรุปได้ว่า บทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้น ครูจะต้องออกแบบกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนการสร้างยุทธวิธีในการแก้ปัญหา การส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดและฝึกฝนด้วยการใช้ปัญหาเป็นฐาน ครูจำเป็นจะต้องปฏิบัติตนเป็นผู้ดูแลและแนะนำเท่านั้น หากไม่จำเป็นผู้เรียนจะต้องแก้ปัญหาด้วยตนเองจึงจะดีที่สุด

บทบาทของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ทอร์พ และเซจ (Torp & Sage, 2002, pp. 64-65) ได้กล่าวถึงบทบาทของผู้เรียนในขณะดำเนินกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

1. ผู้เรียนดำเนินการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ดึงดูดความสนใจ และมีปัญหาเป็นตัวกระตุ้นการเรียนรู้

2. ผู้เรียนจะสำรวจ ค้นคว้าข้อมูลที่ต้องการ ดำเนินการสำรวจอย่างมีเหตุผลและปฏิบัติตามกิจกรรมการเรียนรู้อย่างอิสระ

3. ผู้เรียนเป็นผู้ควบคุมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้

4. ผู้เรียนประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะ เพื่อแก้ปัญหา

5. ผู้เรียนพัฒนาตนเองให้เป็นผู้เรียนรู้โดยการชี้แนะตนเองและเป็นนักแก้ปัญหา

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2550, หน้า 9-13) ได้กล่าวถึงบทบาทของผู้เรียนในกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานดังนี้

1. ผู้เรียนต้องปรับทัศนคติและบทบาทหน้าที่และการเรียนรู้ของตนเอง

2. ผู้เรียนต้องมีคุณลักษณะด้านการใฝ่รู้ ใฝ่เรียน มีความรับผิดชอบสูง รู้จักการทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบ

3. ผู้เรียนต้องได้รับการวางพื้นฐาน และฝึกทักษะในการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เช่น กระบวนการคิด การสืบค้นข้อมูล การทำงานกลุ่ม การอภิปราย การสรุป การนำเสนอผลงานและการประเมิน

4. ผู้เรียนต้องมีทักษะการสื่อสารที่ดีพอ

สุธี พรธนาญ (2547, หน้า 22-23) ได้สรุปบทบาทของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ดังนี้

1. เข้าร่วมในสถานการณ์ปัญหาที่ซับซ้อน มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ โดยจะได้รับการสมมติบทบาทในการเป็นผู้มีส่วนได้เสียจากสถานการณ์ปัญหา หรือเป็นเจ้าของปัญหาที่มีส่วนร่วมและรับผิดชอบในการแก้ปัญหา มากกว่าการที่จะกังวลว่าผู้สอนต้องการอะไร และทำตามที่ผู้สอนต้องการ

2. วิเคราะห์นิยามปัญหาและสร้างแนวทางแก้ปัญหาที่เป็นไปได้อย่างหลากหลาย ใช้ทักษะการคิดใคร่ครวญ (Metacognition) โดยผู้เรียนจะเป็นผู้ระบุสิ่งที่ตนเองรู้แล้ว และสิ่งที่ยังเข้าใจไม่เพียงพอที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา ประเด็นการเรียนรู้เป็นเป้าหมายการเรียนรู้ร่วมกันของกลุ่ม ซึ่งผู้สอนสามารถตรวจสอบความก้าวหน้าตามประเด็นการเรียนรู้

3. รับผิดชอบในสิ่งที่จะเรียนรู้ และวิธีการเรียนรู้ของตนเอง มีอิสระในการเรียนรู้ โดยการระบุสิ่งที่ตนเองรู้หรือไม่รู้ แลกเปลี่ยนสิ่งที่รู้กับเพื่อน ส่วนสิ่งที่ไม่รู้จะตั้งเป็นประเด็นการเรียนรู้ ซึ่งเป้าหมายของกลุ่มที่จะช่วยให้สมาชิกกลุ่มทำงานไปสู่เป้าหมายร่วมกัน ระบุวิธีการและแหล่งที่จะได้ความรู้ เช่น การทดลอง ผู้เชี่ยวชาญ หนังสือ เอกสาร อินเทอร์เน็ต และอื่น ๆ พร้อมทั้งสืบเสาะหาความรู้มาอธิบายให้เพื่อนในกลุ่มเข้าใจด้วยวิธีที่หลากหลาย

4. ทำงานเป็นกลุ่มแบบร่วมมือ มีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมระหว่างกัน ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เพื่อให้เข้าใจในสิ่งที่กำลังเรียนและนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหา มีการใช้คำถามเพื่อท้าทายการคิดซึ่งกันและกัน ท้าทายตนเองขณะทำงาน ขณะคิดและขณะเรียนรู้ และเรียนรู้ที่จะเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่ม

5. จัดการข้อมูลของตนเอง โดยมีการบันทึกการวิเคราะห์ข้อมูล การวางแผนการทดลอง การทำแผนผังแนวคิด พร้อมทั้งมีการบันทึกความเห็นเกี่ยวกับปัญหา วางแผนวิธีทดสอบสมมติฐาน และสะท้อนความคิดที่ได้

6. แต่ละกลุ่มร่วมกันเสนอความรู้ที่ได้จากการสืบเสาะ เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนความรู้ที่ได้รับโอกาสในการทดสอบความคิดของตนเอง โดยใช้การทดลองหรืองานภาคสนามและสามารถสร้างแนวคำตอบที่หลากหลาย และเลือกแนวทางที่ดีที่สุดและนำเสนอแนวคำตอบของปัญหา โดยใช้วาจาหรือการเขียน

7. ประเมินการปฏิบัติกิจกรรมของตนและเพื่อน ซึ่งจะช่วยให้ทราบถึงประสิทธิภาพของการเรียนรู้ด้วยการนำตนเองและการแก้ปัญหาร่วมกัน

จากการศึกษาบทบาทของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า บทบาทของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้น ผู้เรียนจะต้อง

ดำเนินการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการดึงดูความสนใจและมีปัญหาเป็นตัวกระตุ้น ผู้เรียนจะต้องค้นคว้าข้อมูลอย่างอิสระ ใช้ปัญหาเป็นศูนย์กลาง ประยุกต์ใช้ความรู้ทักษะเพื่อแก้ปัญหา และหมั่นพัฒนาตนเอง ให้เป็นผู้เรียนรู้และเป็นผู้แก้ปัญหา

การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

วูดส์ (Woods, 1994) กล่าวว่า การเรียนการสอน โดยใช้ปัญหาเป็นฐานผู้สอนควรให้ผลย้อนกลับ (Feedback) กับผู้เรียนตลอดเวลาที่มีการประเมินขณะเข้ากลุ่มและหลังสิ้นสุดการเรียนการสอนความรู้และเจตคติที่ควรประเมินในการเรียนการสอน โดยใช้ปัญหาเป็นฐานประกอบไปด้วย 11 ด้าน ได้แก่ 1) ความรู้ 2) การทำงานเป็นทีม 3) การทำหน้าที่ประธาน 4) การฟัง 5) การจดบันทึก 6) ทักษะการแก้ปัญหา 7) ความร่วมมือ 8) เคารพความเห็นของผู้อื่น 9) การประเมินวรรณกรรมเชิงวิจารณ์ 10) การเรียน โดยการกำกับตนเอง และ 11) ทักษะการนำเสนอ

พวงรัตน์ บุญญาบุรุษย์ (2544, หน้า 123-128) ระบุว่า การประเมินผลของการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่าเมื่อได้มีการพัฒนาวิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเครื่องมือการประเมินผลสอดคล้องกับแนวทฤษฎีที่ต้องใช้ในการประเมินการพัฒนาของผู้เรียนได้มีการบูรณาการวิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเข้าไว้เป็นการพัฒนาแผนการเรียนรู้แผนการเรียนรู้จึงเป็นเป้าหมายของการพัฒนาทักษะที่มุ่งการปฏิบัติ เช่น การตั้งเป้าหมาย การเลือกวิธีการเรียนรู้ การค้นหาข้อมูลและแหล่งต่าง ๆ และการประเมินความก้าวหน้าแผนการเรียนรู้ที่กล่าวถึงนี้ใช้เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการประเมินผลอย่างต่อเนื่องด้วย

วิธีการประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ได้แก่

1. แฟ้มงานการเรียนรู้ (The learning portfolio)
2. บันทึกการเรียนรู้ (Learning log)
3. การประเมินตนเอง (Self assessment)
4. ข้อมูลย้อนกลับจากเพื่อน (Peer feedback)
5. การประเมินผลรวบยอด (Overall evaluation)

จากการศึกษาข้อมูลการประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สรุปได้ว่า การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้สอนควรให้ผลย้อนกลับกับผู้เรียนตลอดเวลา มีการประเมินขณะเข้ากลุ่มและหลังสิ้นสุดการเรียนการสอน ได้แก่ ความรู้ การทำงานเป็นทีม การทำหน้าที่เป็นประธาน การฟัง การจดบันทึก ทักษะการแก้ปัญหา ความร่วมมือ เคารพความคิดเห็นของผู้อื่น การประเมินเชิงวิจารณ์ การเรียน โดยการกำกับตนเอง และทักษะการนำเสนอ เป็นต้น

ข้อดีข้อเสียของการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

การนำการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนพบว่า มีทั้งข้อดี และข้อเสียดังต่อไปนี้

ข้อดี

1. การเรียนแบบศึกษาด้วยตนเองเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความตระหนักถึงบทบาท ความรับผิดชอบต่อแผนการเรียนของตน ผู้เรียนจะนำการวางแผนและกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ เลือกแหล่งข้อมูลเลือกวิธีการเรียนรู้และประเมินผลด้วยตนเอง (ศิริพันธุ์ ศิริพันธุ์ และวินิภาญจน์ คงสุวรรณ, 2546; วิทยาภรณ์ บุญทา, 2541)

2. การเรียนจะใช้กระบวนการกลุ่มทำให้เกิดข้อดีมากมายเช่น

- 2.1 พัฒนาผู้เรียนให้มีความเข้มแข็งทางอารมณ์โดยผู้เรียนจะมีโอกาสเผชิญกับความ รู้สึกที่รุนแรงความขัดแย้งและทัศนคติที่แตกต่างกันในกลุ่ม
- 2.2 กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้ประสบการณ์ของตนเองและของกลุ่มมาแก้ปัญหา
- 2.3 เกิดการช่วยเหลือกันระหว่างเพื่อนในกลุ่มในการแสดงความรู้สึกประสบการณ์ และสิ่งแวดล้อมการปฏิบัติต่าง ๆ มาใช้ตั้งคำถามและนำมาเป็นประเด็นปัญหา
- 2.4 เปิดโอกาสให้มีการอภิปรายเพื่อให้เกิดคุณค่าและเป้าหมายในทางบวก
- 2.5 ทำให้เกิดความร่วมมือในการทำงานมีโอกาสเรียนรู้ซึ่งกันและกันยอมรับกติกาของกลุ่ม

3. การเรียนจะใช้ปัญหาเป็นหลักทำให้เกิดข้อดีเช่น

3.1 ทำให้ผู้เรียนเกิดความคุ้นเคยในการค้นคว้าหาความรู้อย่างต่อเนื่องและแสวงหา ความรู้จากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ซึ่งต้องอาศัยความสามารถในการแยกแยะและวิเคราะห์ข้อมูล การเชื่อมโยงความสัมพันธ์การให้เหตุผลการศึกษาที่ละเอียดรอบคอบรวมกับการสรุปที่ได้ประเด็น และสาระที่สำคัญ

3.2 ได้ฝึกทักษะการแก้ปัญหาเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติและการให้เหตุผลต้องผ่าน กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณแบบบูรณาการ

ข้อเสีย/ ปัญหาอุปสรรค

จากการศึกษาวิจัยสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก ของนักศึกษาพยาบาลและอาจารย์พยาบาล พบว่า ผลการวิจัยสามารถแยกประเด็นของปัญหาได้ 3 ด้าน ดังนี้ (จิราจันทร์ คณา, 2550; เสริมศรี เวชชะ และทัศนีย์ เกริกกุลธร, 2544)

ด้านผู้สอน

1. การสอนวิธีนี้ต้องใช้อาจารย์ประจำกลุ่มจำนวนมาก 1:8 - 1:10 ทำให้พบปัญหา คือ จำนวนอาจารย์มีน้อยไม่เพียงพอต่อการทำกลุ่ม

2. ผู้สอนอาจารย์ยังไม่เข้าใจวิธีการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักบทบาทอาจารย์ประจำกลุ่มการประเมินผลและการแก้ปัญหาบางรายไม่ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นอาจารย์แต่ละกลุ่มคิดไม่เหมือนกันทำให้นักศึกษาสับสน

3. อาจารย์ไม่ยอมรับการเปลี่ยนแปลงบทเรียนใหม่มีเจตคติไม่ดีต่อวิธีสอนแบบนี้และขาดความสามารถในการกระตุ้นให้นักศึกษาคิด

ด้านผู้เรียน

1. ต้องใช้เวลาในการเรียนมากหากเรียนไม่เสร็จในเวลาต้องเรียนนอกเวลาซึ่งบางครั้งไม่มีเวลาเข้าประชุมกลุ่มได้เพราะมีงานวิชาอื่นที่ต้องทำอีกมาก

2. กว่าจะไปถึงประเด็นเนื้อหาทำให้ผู้เรียนคิดมากเกินไปจนทำให้หลงทางและระหว่างการเข้ากลุ่มเมื่อเกิดความขัดแย้งทำให้อุณหภูมิของกลุ่มชะงัก

3. ต้องศึกษาหาข้อมูลเองบางครั้งไม่รู้ว่าความคิดนั้นถูกหรือไม่และรู้สึกว่าจะได้รับเนื้อหาทฤษฎีน้อยเพราะศึกษาไม่ละเอียดจำไม่ได้จะรู้เฉพาะส่วนที่ได้รับมอบหมายให้ไปค้นคว้าเท่านั้น

4. บางครั้งทำให้เกิดภาวะเครียดน่าเบื่อเพราะหาข้อสรุปของกลุ่มไม่ได้

5. การประเมินผลไม่เที่ยงตรงบางครั้งมีการให้คะแนนเฉพาะคนที่แสดงความคิดเห็นส่วนคนที่ไม่แสดงความคิดเห็นเพราะพูดไม่ทันเพื่อนคิดอะไรช้ากว่าคนอื่นสื่อสารให้คนอื่นไม่เข้าใจจะไม่ได้คะแนน

ด้านสื่ออุปกรณ์สิ่งอำนวยความสะดวก

1. ห้องเรียนไม่เพียงพอไม่เหมาะกับการเรียนแบบกลุ่มย่อย

2. จำนวนหนังสือในห้องสมุดมีไม่เพียงพอกับจำนวนนักศึกษา

3. มีจำนวนฐานข้อมูลที่ใช้ในการค้นคว้าไม่เพียงพอ เช่น คอมพิวเตอร์

4. โสตทัศนูปกรณ์สื่อมีจำกัดไม่เพียงพอ เช่น Projector, Overhead, Visual, Presentation, CAI มีน้อย VDO บางเรื่องอาจจะไม่ทันสมัยเป็นต้น

จากการศึกษาข้อดี ข้อเสียของการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานพอสรุปได้ว่า ข้อดีของการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ได้แก่ เป็นการศึกษาและเรียนรู้ด้วยตนเองตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงประเมินผล โดยฝึกให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ในการทำงานกลุ่มและแก้ปัญหา ฝึกทักษะด้านการปฏิบัติงานด้วยเหตุและผลโดยใช้กระบวนการอย่างมีวิจารณญาณแบบบูรณาการ ส่วนข้อเสีย/ปัญหา อุปสรรคนั้น พบว่า ด้านผู้สอนจะต้องเข้าใจกระบวนการการเรียนรู้ทุกขั้นตอนอย่างถ่องแท้มีความละเอียดและรอบคอบ ผู้สอนจะต้องสนใจวางแผนเตรียมการก่อนจัดการเรียนรู้ ด้านผู้เรียนอาจเกิดปัญหาภาวะเครียด น่าเบื่อ เพราะไม่สามารถยุติปัญหาหรือหาข้อสรุปได้ ซึ่งผู้เรียนจะต้องศึกษาหาข้อมูลหรือมีความรู้เดิมในเรื่องนั้น ๆ มาก่อน ด้านสื่อ อุปกรณ์และสิ่งอำนวยความสะดวก

สำหรับการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นอาจไม่เพียงพอและไม่เหมาะสมกับสถานการณ์และปัญหา ซึ่งครูผู้สอนจะต้องวางแผนและเตรียมการล่วงหน้าก่อนดำเนินกิจกรรม

เปรียบเทียบการสอนโดยใช้ PBL กับการสอนรูปแบบอื่น

วูดส์ (Woods, 1985) ได้แบ่งการสอนออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ การสอนโดยใช้ครูเป็นฐาน (Teacher-based) ใช้ตำราหรือสื่อการสอนเป็นฐาน (Text or media based) และใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based) หากนำ PBL ไปเปรียบเทียบกับวิธีสอนกลุ่มอื่นที่ใช้ฐานในการสอนต่างกัน จะเห็นถึงความรับผิดชอบในการเรียนรู้ (Learning responsibility) ของครูและนักเรียนที่แตกต่างกัน ดังเปรียบเทียบให้เห็นในรูปแบบของตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบการสอนโดยใช้ PBL กับการสอนรูปแบบอื่น

ปัจจัยการเรียนรู้	การสอนโดยใช้ครูเป็นฐาน	การสอนโดยใช้ตำราเป็นฐาน	การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
การจัดเตรียมสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้และสื่อการสอน	ครูเป็นผู้เตรียมการและเป็นผู้นำเสนอ	ครูเป็นผู้เตรียมการและผู้นำเสนอ	ครูเป็นผู้นำเสนอสถานการณ์การเรียนรู้ นักเรียนเป็นผู้เลือกสื่อการเรียนรู้
การจัดลำดับการเรียนรู้การจัด	ครูเป็นผู้กำหนด	นักเรียนเป็นผู้กำหนด	นักเรียนเป็นผู้กำหนด
เวลาในการทำแบบฝึก/ ปัญหา	ครูให้แบบฝึกหัดหลังจากเสร็จสิ้นการสอน	ครูนำเสนอสื่อการสอนตั้งแต่ต้นแต่ใช้สื่อตามลำดับของเนื้อหา	ครูนำเสนอปัญหาก่อนเสนอสื่อการสอนอื่น ๆ
ความรับผิดชอบ	ครูเป็นผู้รับผิดชอบ	นักเรียนเป็นผู้รับผิดชอบ	นักเรียนเป็นผู้รับผิดชอบ (เรียนรู้ด้วยตนเอง)
ความเป็นมืออาชีพ	ครูแสดงภาพลักษณ์ความเป็นมืออาชีพ	ครูแสดงภาพลักษณ์ความเป็นมืออาชีพได้ไม่เต็มที่	ครูไม่แสดงภาพลักษณ์ความเป็นมืออาชีพ
การประเมินผล	ครูจัดทำแบบประเมินและเป็นผู้ประเมิน	ครูอาจให้นักเรียนประเมินตนเองส่วนหนึ่ง	นักเรียนเป็นผู้ประเมินตนเอง
การควบคุม	ครูควบคุมนักเรียน	นักเรียนควบคุมตนเอง	นักเรียนควบคุมตนเอง

หากมองโดยภาพรวมแล้ว PBL เป็นรูปแบบการสอนที่สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ดีมากที่สุดวิธีหนึ่ง เพราะสอดคล้องกับแนวการจัดการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 คือ ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหา และคิดอย่างสร้างสรรค์ ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน และได้ลงมือปฏิบัติมากขึ้น นอกจากนี้ ยังมีโอกาสออกไปแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเองจากแหล่งทรัพยากรเรียนรู้ ทั้งภายในและภายนอกสถานศึกษา ในส่วนของผู้สอนก็จะลดบทบาทของการเป็นผู้ควบคุมในชั้นเรียนลง แต่ผู้เรียนจะมีอำนาจในการจัดการควบคุมตนเอง ส่วนจะหาความรู้ใหม่ได้มากหรือน้อยแค่ไหนก็แล้วแต่ความประสงค์ของผู้เรียน เนื่องจากผู้เรียนเป็นฝ่ายรับผิดชอบการเรียนรู้ของตน

การที่ผู้เรียนต้องหาความรู้อย่างต่อเนื่อง ทำให้การเรียนรู้เป็นกระบวนการตลอดชีวิต (Lifelong process) เพราะความรู้เก่าที่ผู้เรียนมีอยู่แล้วจะถูกนำมาเชื่อมโยงให้เข้ากับความรู้ใหม่ตลอดเวลา จึงทำให้ผู้เรียนเป็นคนไม่ล้าหลัง ทันเหตุการณ์ ทันโลก และสามารถปรับตัวให้เข้ากับสังคมโลกในอนาคตได้อย่างดีที่สุด

จากการเปรียบเทียบการสอนโดยใช้ PBL กับการสอนรูปแบบอื่นสรุปได้ว่าการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการสอนรูปแบบอื่น ๆ นั้นผลลัพธ์คือผู้เรียนเกิดองค์ความรู้และประสบการณ์แตกต่างกัน เพราะการใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นผู้เรียนจะต้องมีความรู้และประสบการณ์เดิมนำมาปรับประยุกต์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ใช้ผสมผสานซึ่งกันและกัน เกิดการเรียนรู้ เกิดแนวคิดใหม่ ๆ ขึ้นได้ ทำให้เป็นผู้ที่มีความทันสมัย ทันเหตุการณ์และปรับตัวเข้ากับสังคมโลกในอนาคตได้

ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ความหมายของการคิดวิเคราะห์

มาร์ซาโน (Marzano, 2001, pp. 30-58) ได้ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ไว้ว่าการวิเคราะห์ (Analysis) ตามแนวคิดใหม่นี้เป็นความสามารถในการใช้เหตุผล และความละเอียดถี่ถ้วนในการจำแนกแยกแยะสิ่งต่าง ๆ ซึ่งมีกระบวนการย่อย ๆ 5 ประการ ได้แก่ 1) การจำแนก 2) การจัดหมวดหมู่ 3) การเชื่อมโยง 4) การสรุปความ และ 5) การประยุกต์

บลูม (Bloom, 1961) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่า เป็นความสามารถในการแยกแยะเพื่อหาส่วนย่อยของเหตุการณ์ เรื่องราว หรือเนื้อหาต่าง ๆ ประกอบด้วยอะไร มีสาระสำคัญอย่างไร อะไรเป็นเหตุ อะไรเป็นผล และเป็นอย่างนั้นอาศัยหลักการอะไร

กู๊ด (Good, 1973, p. 680) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์เป็นการคิดอย่างรอบคอบเกี่ยวกับหลักการประเมินและมีหลักฐานอ้างอิงเพื่อหาข้อสรุปที่เป็นไปได้ตลอดจนพิจารณาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องทั้งหมดและใช้กระบวนการทางตรรกวิทยาได้อย่างถูกต้องสมเหตุสมผล

ราชบัณฑิตยสถาน (2546, หน้า 251, 1071) ให้ความหมายคำว่า “คิด” หมายความว่า ทำให้ปรากฏเป็นรูป หรือประกอบให้เป็นรูปหรือเป็นเรื่องขึ้นในใจ ไคร่ครวญ ไตร่ตรอง คาดคะเน คำนวณ มุ่ง จงใจ ตั้งใจ ส่วนคำว่า “วิเคราะห์” มีความหมายว่า ไคร่ครวญ แยกออกเป็นส่วน ๆ เพื่อศึกษาให้ถ่องแท้ ดังนั้นคำว่า คิดวิเคราะห์ จึงมีความหมายว่า เป็นการไคร่ครวญ ตรึกตรอง อย่างละเอียดรอบคอบแยกเป็นส่วน ๆ ในเรื่องราวต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล โดยหาจุดเด่น จุดด้อยของ เรื่องนั้น ๆ และเสนอแนะสิ่งที่เหมาะสมอย่างมีความเป็นธรรมและเป็นไปได้ ดังนั้นการพัฒนา คุณภาพการคิดวิเคราะห์จึงสามารถกระทำได้โดยการฝึกทักษะการคิดและให้นักเรียนมีโอกาสได้คิด วิเคราะห์ สามารถเสนอความคิดของตนเองและอภิปรายร่วมกันในกลุ่มอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ โดยครู และนักเรียนต่างยอมรับเหตุผลและความคิดของแต่ละคน โดยเชื่อว่า ไม่มีคำตอบที่ถูกต้องเพียง คำตอบเดียว

ชาติรี สำราญ (2548, หน้า 40-41) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่า การคิด วิเคราะห์คือ การรู้จักพิจารณา ค้นหาไคร่ครวญ ประเมินค่าโดยใช้เหตุผลเป็นหลักในการหา ความสัมพันธ์เชื่อมโยง หล่อหลอมเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์แบบอย่างสมเหตุสมผล ก่อนที่จะตัดสินใจ

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2549, หน้า 5) ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ ว่าเป็นการระบุเรื่องหรือปัญหา จำแนกแยกแยะ เปรียบเทียบข้อมูลเพื่อจัดกลุ่มอย่างเป็นระบบ ระบุ เหตุผลหรือเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูล และตรวจสอบข้อมูลหรือหาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อให้ เพียงพอในการตัดสินใจ/ แก้ปัญหา/ คิดสร้างสรรค์

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2553, หน้า 69) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่า การคิด วิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะเพื่อสืบค้นข้อเท็จจริงของเหตุการณ์ เรื่องราวหรือ เนื้อหาต่าง ๆ โดยการจำแนกแยกแยะ เปรียบเทียบข้อมูล จัดกลุ่มอย่างเป็นระบบ ตีความ และทำ ความเข้าใจกับองค์ประกอบของสิ่งนั้น โดยมีหลักฐานอ้างอิงเพื่อหาข้อสรุปที่น่าจะเป็นไปได้ และใช้กระบวนการตรรกวิทยาในการสรุปตัดสินใจได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล

จากแนวคิดเกี่ยวกับความหมายของการคิดวิเคราะห์ พอสรุปได้ว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เป็นการรู้จักพิจารณา ค้นหา ไคร่ครวญและประเมินค่า โดยใช้เหตุและผลเป็นหลัก ตรึกตรองอย่างละเอียดรอบคอบ หาจุดเด่นจุดด้อย เสนอแนะสิ่งที่เหมาะสม ดังนั้นการพัฒนา คุณภาพการคิดวิเคราะห์จึงสามารถกระทำได้โดยการฝึกทักษะการคิด และการให้ออกาสได้คิด เสนอความคิดของตนเองและอภิปรายร่วมกันในกลุ่มอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ ซึ่งครูและ นักเรียนต่างยอมรับเหตุผล ความคิดเห็นของแต่ละคน

แนวคิดและทฤษฎีของทักษะการคิดวิเคราะห์

บลูม (Bloom, 1961) ได้กำหนดจุดหมายทางการศึกษาเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ ด้านความรู้สึก และด้านทักษะ และได้จำแนกความรู้ความสามารถในการเรียนรู้เป็น 6 ระดับ ได้แก่ ระดับที่ 1 ระดับความรู้ความจำประกอบด้วยความรู้เฉพาะสิ่งความรู้เกี่ยวกับวิธีการจัดการกับสิ่งเฉพาะความรู้เรื่องแบบแผนนิยมนิยมนความรู้เรื่องแนวโน้มและลำดับเหตุการณ์ความรู้เกี่ยวกับการจัดจำพวกและจำแนกประเภทความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ต่าง ๆ และความรู้เรื่องระเบียบวิธีความรู้เรื่องสากลและนามธรรมในสาขาต่าง ๆ ความรู้เรื่องหลักการและข้อสรุปทั่วไปความรู้เรื่องทฤษฎีและโครงสร้าง

ระดับที่ 2 ระดับความเข้าใจได้แก่การแปลความการตีความและการสรุปอ้างอิง

ระดับที่ 3 ระดับการนำไปใช้หรือการประยุกต์เป็นความสามารถในการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้

ระดับที่ 4 ระดับการวิเคราะห์ประกอบด้วยการวิเคราะห์หน่วยย่อยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์การวิเคราะห์หลักการจัดระเบียบ

ระดับที่ 5 ระดับการสังเคราะห์แยกเป็นการสังเคราะห์การสื่อความหมายการสังเคราะห์แผนงานและการสังเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงนามธรรม

ระดับที่ 6 ระดับการประเมินเป็นการประเมินโดยอาศัยการตัดสินใจตามเกณฑ์ภายในและภายนอกการที่บุคคลจะมีทักษะในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจบุคคลนั้นจะต้องสามารถวิเคราะห์และเข้าใจสถานการณ์ใหม่หรือข้อความจริงใหม่ได้

ความสามารถทางการคิดของบุคคลของบลูมในระดับการคิดเชิงวิเคราะห์เป็นทักษะการคิดระดับพื้นฐานของนักเรียนสู่ความสามารถทางการคิดในระดับสูงเพราะนักเรียนจะเข้าใจเหตุการณ์ต่าง ๆ อย่างชัดเจนผ่านกระบวนการวิเคราะห์หน่วยย่อยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์และการวิเคราะห์หลักการโดยนักเรียนสามารถวิเคราะห์ประเด็นต่าง ๆ จากส่วนย่อยสู่ส่วนใหญ่และเชื่อมความสัมพันธ์ของประเด็นต่าง ๆ เข้าด้วยกันจนสามารถสรุปอย่างเป็นหลักการโดยมีเหตุผลรองรับ

มาร์ซาโน (Marzano, 2001, pp. 30-58) การคิดวิเคราะห์ตามทฤษฎีของมาร์ซาโนจะประกอบด้วยทักษะการคิด 5 ด้าน ได้แก่

1. ทักษะการจำแนก เป็นความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อยต่าง ๆ ทั้งเหตุการณ์เรื่องราว สิ่งของออกเป็นส่วนย่อย ๆ ให้เข้าใจง่าย อย่างมีหลักเกณฑ์ สามารถบอกรายละเอียดของสิ่งของต่าง ๆ ได้

2. ทักษะการจัดหมวดหมู่ เป็นความสามารถในการจัดประเภท จัดลำดับ จัดหมู่ของสิ่งที่มีลักษณะคล้ายคลึงเข้าด้วยกัน โดยยึดโครงสร้างลักษณะหรือคุณสมบัติที่เป็นประเภทเดียวกัน

3. ทักษะการเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ว่าสัมพันธ์กันอย่างไร

4. ทักษะการสรุปความ ความสามารถในการจับประเด็นและสรุปผลจากสิ่งที่กำหนดให้

5. การประยุกต์ เป็นความสามารถในการนำความรู้ หลักการและทฤษฎีมาใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ สามารถคาดการณ์ กะประมาณ พยากรณ์ ขยายความ คาดเดาสิ่งที่เกิดขึ้นในอนาคตได้

จากการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีของทักษะการคิดวิเคราะห์นั้น สรุปว่า สามารถแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะ ได้แก่ การคิดวิเคราะห์ความสำคัญ การคิดวิเคราะห์เชิงหลักการ และการคิดวิเคราะห์เชิงสัมพันธ์ ซึ่งกล่าวได้ว่า การคิดวิเคราะห์เป็นกิจกรรมที่ต้องใช้เหตุผล ใช้การคิดอย่างลุ่มลึกและหลากหลาย ละเอียดถี่ถ้วน รอบคอบ รอบด้าน และมีเหตุผล

ความสำคัญของการคิดวิเคราะห์

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2553, หน้า 1) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของการคิดเชิงวิเคราะห์ว่า การคิดวิเคราะห์เป็นพื้นฐานให้กับความคิดในมิติอื่น ๆ ดังนี้

1. การคิดเชิงวิเคราะห์เป็นตัวที่ทำหน้าที่เป็นตัวหลักในการคิดมิติอื่นไม่ว่าจะเป็นการคิดเชิงวิพากษ์ การคิดเชิงสร้างสรรค์ การคิดเชิงกลยุทธ์ การคิดเชิงบูรณาการ การคิดเชิงอนาคต เป็นต้น การคิดเชิงวิเคราะห์จะช่วยเสริมสร้างให้เกิดมุมมองเชิงลึกและครบถ้วนในเรื่องนั้นอันจะนำไปสู่การตัดสินใจและการแก้ปัญหาได้บรรลุวัตถุประสงค์การคิดช่วยในการแก้ปัญหา การคิดเชิงวิเคราะห์เกี่ยวกับการจำแนกแยกแยะองค์ประกอบต่าง ๆ และการทำความเข้าใจสิ่งที่เกิดขึ้น เมื่อพบปัญหาใด ๆ จะสามารถวิเคราะห์ปัญหานั้นได้ว่า มีองค์ประกอบอะไรบ้าง เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น ซึ่งจะนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ตรงกับประเด็นของปัญหานั้นช่วยในการประเมินและการตัดสินใจ การคิดเชิงวิเคราะห์ช่วยให้มองเห็น โอกาสความเป็นไปได้ของสิ่งที่ยังไม่เกิดขึ้น ช่วยให้เกิดการคาดการณ์ในอนาคต และหากปฏิบัติตามนั้น โอกาสความสำเร็จย่อมมีความเป็นไปได้

2. ช่วยให้ความคิดสร้างสรรค์สมเหตุสมผล การคิดเชิงวิเคราะห์ช่วยให้การคิดต่าง ๆ อยู่บนรากฐานของตรรกะและความน่าจะเป็นไปได้ อย่างมีเหตุมีผล มีหลักเกณฑ์ ส่งผลให้เมื่อคิดจินตนาการหรือสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ จะได้รับการตรวจสอบว่า ความคิดใหม่นั้นใช้ได้จริงหรือไม่

3. ช่วยให้เห็นแจ่มกระจ่าง การคิดเชิงวิเคราะห์ช่วยให้เราประเมินและสรุปผลสิ่งต่าง ๆ ไปตามข้อเท็จจริงที่ปรากฏ ไม่ใช่สรุปตามอารมณ์ความรู้สึก ทำให้เรารับรู้ข้อมูลที่เป็นจริง ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจ ที่สำคัญยังช่วยให้เราเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างเข้าใจถ่องแท้มากขึ้น เพราะการคิดเชิงวิเคราะห์ทำให้สิ่งที่คลุมเครือเกิดความกระจ่างมากขึ้น

จากข้อมูลข้างต้นสรุปว่า ความสำคัญของการคิดวิเคราะห์ทำหน้าที่เป็นตัวหลักไม่ว่าจะเป็นการคิดเชิงวิพากษ์ เชิงสร้างสรรค์ เชิงกลยุทธ์ เชิงบูรณาการ และเชิงอนาคต เป็นต้น นับเป็นการใช้ความคิดอย่างสร้างสรรค์และมีเหตุผล ช่วยให้เกิดความเข้าใจอย่างกระจ่าง และช่วยให้เราประเมินและสรุปผลสิ่งต่าง ๆ ไปตามข้อเท็จจริงได้

ลักษณะของการคิดวิเคราะห์

เสถียร โตรัตน์ (2546, หน้า 28) กล่าวถึง ลักษณะของการคิดวิเคราะห์ไว้ว่า การคิดวิเคราะห์ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 2 องค์ประกอบ คือ ทักษะในการจัดระบบข้อมูล ความเชื่อถือได้ของข้อมูล และการใช้ทักษะเหล่านั้นอย่างมีปัญญาเพื่อการขึ้นาพฤติกรรม ดังนั้น การคิดวิเคราะห์จึงมีลักษณะต่อไปนี้

1. การคิดวิเคราะห์จะไม่เป็นเพียงการรู้หรือการจำข้อมูลเพียงอย่างเดียว เพราะการคิดวิเคราะห์จะเป็นการแสวงหาข้อมูลและการนำข้อมูลไปใช้
2. การคิดวิเคราะห์ไม่เพียงแต่การมีทักษะเท่านั้น แต่การคิดวิเคราะห์จะต้องเกี่ยวกับการใช้ทักษะอย่างต่อเนื่อง
3. การคิดวิเคราะห์ไม่เพียงแต่การฝึกทักษะอย่างเดียวเท่านั้น แต่จะต้องมีทักษะที่จะต้องคำนึงถึงผลที่ยอมรับได้

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2553, หน้า 15-16) กล่าวถึง ลักษณะของการคิดวิเคราะห์และ กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์ไว้ว่า การจัดกิจกรรมต่าง ๆ ที่ประกอบเป็นการคิดวิเคราะห์แตกต่างกันไปตามทฤษฎี การเรียนรู้ โดยทั่วไปสามารถแยกแยะกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์ได้ดังนี้

1. การสังเกต จากการสังเกตข้อมูลมาก ๆ สามารถสร้างเป็นข้อเท็จจริงได้
2. ข้อเท็จจริง จากการรวบรวมข้อเท็จจริง และการเชื่อมโยงข้อเท็จจริงบางอย่างที่ขาดหายไป สามารถทำให้มีการตีความได้
3. การตีความ เป็นการทดสอบความเที่ยงตรงของการอ้างอิง จึงทำให้เกิดการตั้งข้อตั้งสงสัยเบื้องต้น
4. การตั้งข้อตั้งสงสัยเบื้องต้น ทำให้สามารถมีความคิดเห็น
5. ความคิดเห็น เป็นการแสดงความคิดจะต้องมีหลักและเหตุผลเพื่อพัฒนาข้อวิเคราะห์ นอกจากนั้น เป็นกระบวนการที่อาศัยองค์ประกอบเบื้องต้นทุกอย่างร่วมกัน โดยทั่วไปนักเรียนจะไม่เห็นความแตกต่างระหว่างการสังเกตและข้อเท็จจริง หากนักเรียนเข้าใจถึงความแตกต่างก็จะทำให้นักเรียนเริ่มพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ได้

สุวิทย์ มูลคำ (2550, หน้า 23-24) ได้จำแนกลักษณะของการคิดวิเคราะห์ ไว้เป็น 3 ด้าน คือ

1. การวิเคราะห์ส่วนประกอบ เป็นความสามารถในการแยกแยะค้นหาส่วนประกอบที่สำคัญของสิ่งหรือเรื่องราวต่าง ๆ เช่น การวิเคราะห์ส่วนประกอบของพืช หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ตัวอย่างคำถาม เช่น อะไรเป็นสาเหตุสำคัญของการระบาดไข้หวัดนกในประเทศไทย
2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญต่าง ๆ โดยระบุความสัมพันธ์ระหว่างความคิด ความสัมพันธ์ในเชิงเหตุผล หรือความแตกต่างระหว่างข้อโต้แย้งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง ตัวอย่างคำถาม เช่น การพัฒนาประเทศกับการศึกษามีความสัมพันธ์กันอย่างไร
3. การวิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถในการหาหลักความสัมพันธ์ส่วนสำคัญในเรื่องนั้น ๆ ว่าสัมพันธ์กันอยู่โดยอาศัยหลักการใด ตัวอย่างคำถาม เช่น หลักการสำคัญของศาสนาพุทธ ได้แก่อะไร

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2548, หน้า 52) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ประกอบด้วย

1. การตีความ ความเข้าใจ และให้เหตุผลแก่สิ่งที่ต้องการวิเคราะห์เพื่อแปลความของสิ่งนั้นขึ้นกับความรู้ประสบการณ์และค่านิยม
2. การมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะวิเคราะห์
3. การช่างสังเกต สงสัย ช่างถาม ขอบเขตของคำถาม ที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงวิเคราะห์จะยึดหลัก 5 W 1 H คือ ใคร (Who) อะไร (What) ที่ไหน (Where) เมื่อไร (When) ทำไม (Why) อย่างไร (How)
4. การหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล (คำถาม) ค้นหาคำตอบได้ว่า อะไรเป็นสาเหตุให้เรื่องนั้นเชื่อมกับสิ่งนี้ได้อย่างไร เรื่องนี้ใครเกี่ยวข้อง เมื่อเกิดเรื่องนี้ส่งผลกระทบต่ออย่างไร มีองค์ประกอบใดบ้างที่นำไปสู่สิ่งนั้น มีวิธีการ ขั้นตอนการทำให้เกิดสิ่งนี้อย่างไร มีแนวทางแก้ไขปัญหายังไงบ้าง ถ้าทำเช่นนี้จะเกิดอะไรขึ้นในอนาคต ลำดับเหตุการณ์นี้ดูว่าเกิดขึ้นได้อย่างไรเขาทำสิ่งนี้ได้อย่างไร สิ่งนี้เกี่ยวข้องกับสิ่งที่เกิดขึ้นได้อย่างไร

จากการศึกษาข้อมูลสรุปว่าลักษณะของการคิดวิเคราะห์แบ่งได้เป็น 2 องค์ประกอบ คือ ทักษะในการจัดระบบข้อมูล ความเชื่อถือได้ของข้อมูล และการใช้ทักษะเหล่านั้นอย่างมีปัญญาเพื่อชี้นำพฤติกรรม ดังนั้นการคิดวิเคราะห์จึงมีลักษณะไม่เป็นเพียงการรู้หรือจำข้อมูลเพียงอย่างเดียว แต่จะเป็นการแสวงหาข้อมูลและนำข้อมูลไปใช้อย่างต่อเนื่องอีกด้วย

กระบวนการคิดวิเคราะห์

กระบวนการคิดวิเคราะห์ เป็นการแสดงให้เห็นจุดเริ่มต้น สิ่งที่สืบเนื่องหรือเชื่อมโยงสัมพันธ์กันในระบบการคิด และจุดสิ้นสุดของการคิด โดยกระบวนการคิดวิเคราะห์มีความสอดคล้องกับองค์ประกอบเรื่องความสามารถในการให้เหตุผลอย่างถูกต้อง รวมทั้งเทคนิคการตั้งคำถามจะต้องเข้าไปเกี่ยวข้องกับทุก ๆ ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุหรือทำความเข้าใจกับประเด็นปัญหา ผู้ที่จะทำการคิดวิเคราะห์จะต้องทำความเข้าใจปัญหาอย่างกระจ่างแจ้ง ด้วยการตั้งคำถามหลาย ๆ คำถาม เพื่อให้เข้าใจปัญหาต่าง ๆ ที่กำลังเผชิญอยู่นั้นอย่างดีที่สุด ตัวอย่างคำถาม เช่น ปัญหานี้เป็นปัญหาที่สำคัญที่สุดของบ้านเมืองใช่หรือไม่ (ความสำคัญ) ยังมีปัญหาอื่น ๆ ที่สำคัญไม่ยิ่งหย่อนกว่ากันอีกหรือไม่ (ความสำคัญ) ทราบได้อย่างไรว่าเรื่องนี้เป็นปัญหาที่สำคัญที่สุด (ความชัดเจน)

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ในขั้นนี้ผู้ที่ทำการคิดวิเคราะห์ จะต้องรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เช่น จากการสังเกต จากการอ่าน จากข้อมูลการประชุม จากข้อเขียน บันทึกการประชุม บทความ จากการสัมภาษณ์ การวิจัย และอื่น ๆ การเก็บข้อมูลจากหลาย ๆ แหล่ง และด้วยวิธีการหลาย ๆ วิธีจะทำให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์ ชัดเจน และมีความเที่ยงตรงคำถามที่จะต้องตั้งในตอนนี้ ได้แก่

- เราจะหาข้อมูลให้ครบถ้วนโดยวิธีใดได้อีกบ้างและหาอย่างไร (เที่ยงตรง)
- ข้อมูลนี้มีความเกี่ยวข้องกับปัญหาอย่างไร (ความสัมพันธ์เกี่ยวข้อง)
- จำเป็นต้องหาข้อมูลเพิ่มเติมในเรื่องใดอีกบ้าง (ความกระชับพอดี)

ขั้นที่ 3 พิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูล หมายถึงผู้ที่คิดวิเคราะห์พิจารณาความถูกต้องเที่ยงตรงของสิ่งที่นำมาอ้างอิง รวมทั้งการประเมินความพอเพียงของข้อมูลที่จะนำมาใช้ คำถามที่ควรจะนำมาใช้ในตอนนี้ ได้แก่

- ข้อมูลที่ได้มาีความเป็นไปได้มากน้อยเพียงไร (ความเที่ยงตรง)
- เราจะหาหลักฐานได้อย่างไรถ้าข้อมูลที่ได้มาเป็นเรื่องจริง (ความเที่ยงตรง)
- ยังมีเรื่องอะไรอีกในส่วนนี้ที่ยังไม่รู้ (ความชัดเจน)
- ยังมีข้อมูลอะไรในเรื่องนี้อีกที่ยังไม่นำมากล่าวถึง (ความกว้างของการมอง)

ขั้นที่ 4 การจัดข้อมูลเข้าเป็นระบบ เป็นขั้นที่ผู้คิดจะต้องสร้างความคิด ความคิดรวบยอด หรือสร้างหลักการขึ้นให้ได้ด้วยการเริ่มต้นจากการระบุลักษณะของข้อมูล แยกแยะข้อเท็จจริง ข้อคิดเห็นจัดลำดับความสำคัญของข้อมูล พิจารณาขีดจำกัดหรือขอบเขตของปัญหา รวมทั้งข้อตกลงพื้นฐาน การสังเคราะห์ข้อมูลเข้าเป็นระบบและกำหนดข้อสันนิษฐานเบื้องต้นคำถามที่ควรนำมาใช้ในตอนนี้ ได้แก่

- ข้อมูลส่วนนี้เกี่ยวข้องกับปัญหาอย่างไร (ความสัมพันธ์เกี่ยวข้อง)
- จำเป็นต้องหาข้อมูลเพิ่มเติมในเรื่องนี้อีกหรือไม่ จากใครที่ใด (ความกว้างของการมอง)
- อะไรบ้างที่ทำให้การจัดข้อมูลในเรื่องนี้เกิดความลำบาก (ความลึก)
- จะตรวจสอบได้อย่างไรว่าการจัดข้อมูลมีความถูกต้อง (ความเที่ยงตรง)
- สามารถจัดข้อมูลโดยวิธีอื่นได้อีกหรือไม่ (ความกว้างของการมอง)

ขั้นที่ 5 ตั้งสมมติฐาน เป็นขั้นที่นักคิดวิเคราะห์จะต้องนำข้อมูลที่จัดระบบระเบียบแล้วมาตั้งเป็นสมมติฐานเพื่อกำหนดขอบเขตและการหาข้อสรุปของข้อคำถาม หรือปัญหาที่กำหนดไว้ซึ่งจะต้องอาศัยความคิดเชื่อมโยงสัมพันธ์ในเชิงของเหตุผลอย่างถูกต้อง สมมติฐานที่ตั้งขึ้นจะต้องมีความชัดเจนและมาจากข้อมูลที่ถูกต้องปราศจากอคติหรือความลำเอียงของผู้ที่เกี่ยวข้องคำถามที่ควรนำมาใช้ในตอนนี้ได้แก่

- ถ้าสมมติฐานที่ตั้งขึ้นถูกต้อง เราจะมีวิธีตรวจสอบได้อย่างไร (ความเที่ยงตรง)
- สามารถทำให้กระชับกว่านี้ได้หรือไม่ (ความกระชับ ความพอดี)
- รายละเอียดแต่ละส่วนเกี่ยวข้องกับปัญหาอย่างไร (ความสัมพันธ์เกี่ยวข้อง)

ขั้นที่ 6 การสรุป เป็นขั้นตอนของการลงความเห็น หรือการเชื่อมโยงสัมพันธ์ระหว่างเหตุผลกับผลอย่างแท้จริง ซึ่งผู้คิดวิเคราะห์จะต้องเลือกพิจารณาเลือกวิธีการที่เหมาะสมตามสภาพของข้อมูลที่ปรากฏ โดยใช้เหตุผลทั้งทางตรรกศาสตร์ เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ และพิจารณาถึงความเป็นไปได้ตามสภาพที่เป็นจริงประกอบกัน คำถามที่ควรนำมาถามได้แก่

- เราสามารถตรวจสอบได้หรือไม่ ตรวจสอบอย่างไร (ความเที่ยงตรง)
- ผลที่เกิดขึ้นมันมีที่มาอย่างไร (ความสัมพันธ์เกี่ยวข้อง)
- ข้อสรุปนี้ทำให้เราเข้าใจอะไรได้บ้าง (ความสัมพันธ์เกี่ยวข้อง)
- สิ่งที่สรุปนั้นเป็นเหตุผลที่สมบูรณ์หรือไม่ (หลักตรรกวิทยา)

ขั้นที่ 7 การประเมินข้อสรุป เป็นขั้นสุดท้ายของการคิดวิเคราะห์ เป็นการประเมินความสมเหตุสมผลของการสรุป และพิจารณาผลสืบเนื่องที่จะเกิดขึ้นต่อไป เช่น การนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริง หรือการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริง ๆ คำถามที่ควรนำมาถามได้แก่

- ส่วนไหนของข้อสรุปที่มีความสำคัญที่สุด (ความสำคัญ)
- ยังมีข้อสรุปเรื่องใดอีกที่ควรนำมากล่าวถึง (ความกว้างของการมอง)
- ถ้านำเรื่องนี้ไปปฏิบัติจะมีปัญหาอะไรเกิดขึ้นบ้าง (ความกว้างของการมอง)
- อะไรจะทำให้ปัญหามีความซับซ้อนยิ่งขึ้น (ความลึก)

กล่าวโดยสรุปได้ว่า กระบวนการคิดวิเคราะห์เป็นการแสดงให้เห็นจุดเริ่มต้นการเชื่อมโยงข้อมูลในระบบการคิด จุดสิ้นสุดของการคิด กระบวนการคิด ความสามารถในการใช้

เหตุและผลอย่างถูกต้อง ตลอดจนเทคนิคการตั้งคำถามที่สามารถใช้ในทุกขั้นตอน ได้แก่ ระบุหรือทำความเข้าใจกับประเด็นปัญหา รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา พิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูล การจัดข้อมูลเข้าเป็นระบบ การตั้งสมมติฐาน การสรุปเป็นขั้นตอนและการประเมินข้อสรุปตามลำดับ

วิธีการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ (Watson & Glaser, 1964, p. 11) คือ การวัดความสามารถในการวิเคราะห์วิจารณ์โดยมีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาเป็นเหตุผลในการพิจารณาในการตัดสินใจในเรื่องราวต่าง ๆ หรือสถานการณ์ต่าง ๆ นอกจากนั้นที่สำคัญในเหตุการณ์หรือสถานการณ์ก็จะต้องมีความเกี่ยวข้องเป็นเหตุเป็นผลกันซึ่งจะเห็นว่าการคิดวิเคราะห์จะต้องมีการหาสาเหตุและผลมาเพื่อพิจารณาอยู่เสมอการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์จึงมี 5 ขั้นตอน คือ

1. การระบุปัญหาจะเป็นการกำหนดปัญหาและทำความเข้าใจกับปัญหาพิจารณาข้อมูลเพื่อกำหนดปัญหาข้อโต้แย้งหรือข้อมูลที่คลุมเครือรวมทั้งการนิยามความหมายของคำและข้อความการระบุปัญหาเป็นกระบวนการเริ่มต้นของการคิดวิเคราะห์หรือการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการกระตุ้นให้บุคคลเริ่มต้นคิดเมื่อตระหนักว่ามีปัญหาหรือข้อโต้แย้งหรือได้รับข้อมูลข่าวสารที่คลุมเครือจะพยายามหาคำตอบที่สมเหตุสมผลเพื่อทำความเข้าใจกับปัญหานั้นปัญหาจึงเป็นสิ่งเร้าซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการคิดวิเคราะห์หรือคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2. การตั้งสมมติฐานเป็นการพิจารณาแนวทางการสรุปอ้างอิงของปัญหาข้อโต้แย้งหรือข้อมูลที่คลุมเครือ โดยการนำข้อมูลที่มีการจัดระบบแล้วมาพิจารณาเชื่อมโยงหาความสัมพันธ์เพื่อกำหนดแนวทางการสรุปที่น่าจะเป็นไปได้ว่าจากข้อมูลที่ปรากฏสามารถเป็นไปได้ในทิศทางใดบ้างเพื่อที่จะได้พิจารณาเลือกแนวทางที่เป็นไปได้มากที่สุดหรือการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผลในการสรุปอ้างอิงต่อไป

3. การตรวจสอบสมมติฐานเป็นการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาข้อโต้แย้งหรือข้อมูลที่คลุมเครือจากแหล่งต่าง ๆ รวมทั้งการดึงข้อมูลหรือความรู้จากประสบการณ์เดิมที่มีอยู่มาใช้เพื่อออกแบบการทดลองหรือวิธีการแก้ปัญหาเป็นการตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผลในการสรุปอ้างอิงต่อไป

4. การสรุปอ้างอิงโดยใช้หลักตรรกศาสตร์เป็นการพิจารณาเลือกแนวทางที่สมเหตุสมผลที่สุด จากข้อมูลหรือหลักฐานที่มีอยู่หลังจากกำหนดแนวทางเลือกที่อาจเป็นไปได้ก็จะพยายามเลือกวิธีการหรือแนวทางที่เป็นไปได้มากที่สุดที่จะนำไปสู่การสรุปที่สมเหตุสมผลของการคิดวิเคราะห์หรือการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพราะการคิดที่คืบคลานขึ้นอยู่กับการใช้เหตุผลที่ดีและข้อสรุปที่ดีที่สุด

จะต้องได้รับการสนับสนุนจากเหตุผลที่ดีที่สุดด้วย ดังนั้นการคิดวิเคราะห์หรือการคิดอย่างมี
 วิจารณญาณจึงจำเป็นต้องใช้เหตุผลที่ดีเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลและคุณลักษณะ
 การคิดวิเคราะห์หรือการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความสัมพันธ์กับการใช้เหตุผลแบบตรรกศาสตร์
 หรือใช้เหตุผลแบบอุปมานและอนุมานเพราะฉะนั้นกระบวนการที่สำคัญที่จะช่วยให้การสรุป
 อ้างอิงเป็นไปอย่างสมเหตุสมผลคือการใช้เหตุผลแบบอุปมานและอนุมาน (Stemberg, 1985) หรือ
 การสรุปอ้างอิงโดยหลักตรรกศาสตร์

5. การประเมินการสรุปอ้างอิงเป็นการประเมินความสมเหตุสมผลของการสรุปอ้างอิง
 หลังจากตัดสินใจสรุปโดยใช้หลักตรรกศาสตร์จะต้องประเมินข้อสรุปอ้างอิงว่าสมเหตุสมผล
 หรือไม่รวมทั้งพิจารณาว่าข้อสรุปนั้นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หรือไม่ผลที่เกิดจะเป็นอย่างไร
 ถ้าข้อมูลที่ได้รับมีการเปลี่ยนแปลงและได้รับข้อมูลเพิ่มเติมต้องกลับไปรวบรวมข้อมูลที่มีอยู่อีกครั้ง
 หนึ่งเพื่อตั้งสมมติฐานสรุปอ้างอิงใหม่

การคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของบลูม (Bloom, 1961) ได้กล่าวถึงการวัดความสามารถ
 ในการคิดวิเคราะห์ สรุปได้ว่า เป็นการวัดความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อย ๆ ของเหตุการณ์
 เรื่องราว หรือเนื้อหาต่าง ๆ ว่า ประกอบด้วยอะไร มีจุดมุ่งหมายหรือประสงค์สิ่งใด นอกจากนั้นยังมี
 ส่วนย่อย ๆ ที่สำคัญในแต่ละเหตุการณ์เกี่ยวพันกันอย่างไรบ้าง และเกี่ยวพันโดยอาศัยหลักการใด
 จะเห็นว่าสมรรถภาพด้านการคิดวิเคราะห์เต็มไปด้วยการหาเหตุและผลเกี่ยวข้องกันเสมอ การวิเคราะห์
 จึงอาศัยพฤติกรรมด้านความจำ ความเข้าใจ และด้านการนำไปใช้ มาประกอบการพิจารณาการวัด
 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. การวิเคราะห์ความสำคัญ (Analysis of elements) เป็นการวิเคราะห์ว่าสิ่งที่อยู่นั้นมี
 อะไรสำคัญ หรือจำเป็นหรือมีบทบาทที่สุด ตัวไหนเป็นเหตุ ตัวไหนเป็นผล เหตุผลใดถูกต้องและ
 เหมาะสมที่สุด ตัวอย่างคำถาม สิ่งใดที่ขาดไม่ได้ สอนแบบใดผู้เรียนจึงอย่างเรียนมากกว่าวิธีอื่น
2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of relationships) เป็นความสามารถในการค้นหาว่า
 ความสำคัญย่อย ๆ ของเรื่องราวหรือเหตุการณ์นั้นต่างเกี่ยวพันกันอย่างไร สอดคล้องหรือขัดแย้งกัน
 อย่างไร วิเคราะห์ความสัมพันธ์อาจจะถามความสัมพันธ์ของเนื้อเรื่องกับเหตุ เนื้อเรื่องกับผล เหตุ
 กับผล เช่น เพราะเหตุใดจึงวิ่งไล่ตามแนวโค้งของโลก เหตุใดคนตกมากจึงเป็นลม
3. การวิเคราะห์หลักการ (Analysis of organizational principles) เป็นความสามารถที่จะ
 จับเค้าโครงของเรื่องนั้นว่ายึดหลักการใด มีเทคนิคการเขียนอย่างไร จึงชวนให้คนอ่านมีมโนภาพ
 หรือยึดหลักปรัชญาใด อาศัยหลักการใดเป็นสื่อสารสัมพันธ์เพื่อให้เกิดความเข้าใจ คำถามวิเคราะห์
 หลักการมักจะมีคำถามท้ายว่า ยึดหลักการใด มีหลักการใดอยู่เสมอ เช่น รถยนต์วิ่งได้ด้วยหลักการใด

หลักการสร้างแบบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์

ในการวัดความสามารถทางด้านการคิดของบุคคลผู้สร้างเครื่องมือจะต้องมีความรอบรู้ในแนวคิดหรือทฤษฎีเกี่ยวกับการคิด เพื่อนำมาเป็นกรอบหรือโครงสร้างของการคิด เมื่อมีการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของโครงสร้างและองค์ประกอบการคิดแล้วจะทำให้ได้ตัวชี้วัดหรือลักษณะพฤติกรรมเฉพาะที่เป็นรูปธรรม ซึ่งสามารถบ่งชี้ถึงโครงสร้างองค์ประกอบของการคิด จากนั้นจึงเขียนข้อความตัวชี้วัดหรือลักษณะพฤติกรรมของแต่ละองค์ประกอบของการคิด

สุวิทย์ คำมูล (2551, หน้า 19) กล่าวถึง การสร้างแบบวัดกระบวนการคิดวิเคราะห์ ประกอบด้วย

ขั้นที่ 1 กำหนดสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ สิ่งของ หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ขึ้นมา เพื่อเป็นต้นเรื่องที่จะใช้วิเคราะห์ เช่น พืช สัตว์ หิน ดิน รูปภาพ บทความ เรื่องราว เหตุการณ์ หรือสถานการณ์จากข่าว ของจริงหรือสื่อเทคโนโลยีต่าง ๆ

ขั้นที่ 2 กำหนดปัญหาหรือวัตถุประสงค์ เป็นการกำหนดประเด็นข้อสงสัยจากปัญหาของสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ ซึ่งอาจจะกำหนดเป็นคำถามหรือเป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์เพื่อค้นหาความจริง สาเหตุหรือความสำคัญ เช่น ภาพนี้บทความต้องการสื่อหรือบอกอะไรที่สำคัญที่สุด

ขั้นที่ 3 กำหนดหลักการหรือกฎเกณฑ์ เป็นการกำหนดข้อกำหนดสำหรับใช้แยกส่วนประกอบของสิ่งที่กำหนดให้ เช่น ความสัมพันธ์เชิงเหตุผล อาจเป็นลักษณะความสัมพันธ์ที่มีความคล้ายคลึงกันหรือขัดแย้งกัน

ขั้นที่ 4 พิจารณาแยกแยะ เป็นการพินิจวิเคราะห์ทำการแยกแยะ กระจาย สิ่งที่กำหนดให้ออกเป็นส่วนย่อย ๆ โดยอาจใช้เทคนิคคำถาม 5 W 1 H ประกอบด้วย What (อะไร) Where (ที่ไหน) When (เมื่อไร) Why (ทำไม) Who (ใคร) และ How (อย่างไร)

ขั้นที่ 5 สรุปคำถาม เป็นการรวบรวมประเด็นที่สำคัญเพื่อหาข้อสรุปเป็นคำตอบ หรือตอบปัญหาของสิ่งที่กำหนดให้

จากการศึกษาวิธีการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สรุปได้ว่า การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์เป็นการวัดความสามารถในการวิเคราะห์โดยมีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาเป็นเหตุผล ประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้ 1) การระบุปัญหา 2) การตั้งสมมติฐาน 3) การตรวจสอบสมมติฐาน 4) การสรุปอ้างอิง และ 5) การประเมินการสรุปอ้างอิง โดยมีขั้นตอนการสร้างแบบวัดกระบวนการคิดวิเคราะห์ ประกอบด้วยขั้นที่ 1 กำหนดสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ ขั้นที่ 2 กำหนดปัญหาหรือวัตถุประสงค์ ขั้นที่ 3 กำหนดหลักการหรือกฎเกณฑ์ขั้นที่ 4 พิจารณาแยกแยะ และขั้นที่ 5 สรุปคำถาม

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Good (1973, p. 7) กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์หมายถึงการทำให้เสร็จ (Accomplishment) หรือประสิทธิภาพทางการกระทำในทักษะที่กำหนดให้หรือในด้านความรู้ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึงการเข้าถึงความรู้ (Knowledge attained) การพัฒนาทักษะในการเรียนซึ่งอาจพิจารณาจากคะแนนสอบที่กำหนดให้คะแนนที่ได้จากครุมอบหมายงาน

Eysenck, Arnold and Meili (1972) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากการเรียน โดยอาศัยความสามารถเฉพาะตัวของบุคคล โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอาจได้จากการทดสอบ เช่นการสังเกต หรือการตรวจการบ้าน หรือเกรดของการเรียน ซึ่งต้องอาศัยกระบวนการที่ซับซ้อนและระยะเวลา หรืออาจวัดด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วไป

ราชบัณฑิตยสถาน (2546, หน้า 1171) ให้ความหมายของ “ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน” ว่า หมายถึง ความสามารถในการที่จะพยายามเข้าถึงความรู้ ซึ่งเกิดจากการกระทำประสานกัน และต้องอาศัยความพยายามอย่างมาก ทั้งองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญา และองค์ประกอบที่ไม่ใช่สติปัญญาแสดงออกในรูปของความสำเร็จ ซึ่งสามารถสังเกตและวัดได้ด้วยเครื่องมือทางสติปัญญา หรือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทั่วไป

สุดาลักษณ์ เข้มพรมมา (2548, หน้า 20) ให้ความหมายของ “ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน” ว่า หมายถึง ความรู้หรือทักษะของบุคคลอันเกิดจากการเรียนรู้ โดยการแสดงออกซึ่งความสำเร็จของบุคคลในการเข้าถึงความรู้ใด ๆ นั้นสามารถวัดได้ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทั่วไป

การศึกษาความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถสรุปว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ที่ได้รับหรือทักษะที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ในวิชานั้น ซึ่งวัดได้จากคะแนนที่ผู้สอนให้หรือคะแนนที่ได้รับจากการทดสอบ โดยการแสดงออกซึ่งความสำเร็จของบุคคลในการเข้าถึงความรู้ใด ๆ นั้นสามารถวัดได้ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์นั่นเอง

องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

อนาสตาซี (Anastasi, 1982, p. 148) ได้กล่าวว่าผู้เรียนจะประสบความสำเร็จทางการศึกษาได้ดีเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบดังต่อไปนี้

1. องค์ประกอบด้านสติปัญญา (Intellectual-factor) เป็นความสามารถในการคิดของบุคคล อันเป็นผลมาจากการสะสมของประสบการณ์ต่าง ๆ รวมถึงความสามารถที่คิดด้วมาแต่กำเนิด โดยความสามารถเหล่านี้วัดได้หลายแบบ เช่น วัดความถนัดทางการเรียน ความคิด

สร้างสรรค์ ความสามารถในการแก้ปัญหา สมรรถภาพทางสมอง เป็นต้น ซึ่งองค์ประกอบด้านสติปัญญาเป็นปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. องค์ประกอบที่ไม่ใช่ทางด้านสติปัญญา (Non intellectual-factor) เช่น เพศ อายุ แผนการเรียน อันดับการเลือก รายได้ของบิดามารดา นิสัยในการเรียน เจตคติในการเรียนตลอดจนสภาพแวดล้อมของสถานศึกษา เป็นต้น

กัมปนาท ศรีเชื้อ (2550, หน้า 8) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีองค์ประกอบ 2 ประการ ได้แก่ 1) องค์ประกอบทางด้านสติปัญญา 2) องค์ประกอบที่มีได้เกี่ยวข้องกับสติปัญญา โดยผู้อำนวยการค้นคว้าเรื่องเด็กแห่งมหาวิทยาลัยแมริแลนด์ สหรัฐอเมริกา ได้สรุปถึงองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเฉพาะในด้านที่มีได้เกี่ยวข้องกับสติปัญญาไว้ ดังนี้

1. องค์ประกอบทางด้านร่างกาย (Physical factors) ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโต สุขภาพร่างกาย ข้อบกพร่องทางร่างกาย และลักษณะทางร่างกาย

2. องค์ประกอบทางด้านความรู้ (Love factors) ได้แก่ ความสัมพันธ์ของบิดามารดา ความสัมพันธ์ของบิดากับลูก ความสัมพันธ์ระหว่างลูก ๆ และความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในครอบครัว

3. องค์ประกอบทางวัฒนธรรมและสังคม (Cultural and socialization factors) ได้แก่ ขนบธรรมเนียมประเพณี ความเป็นอยู่ของครอบครัว สภาพแวดล้อมทางบ้าน การอบรมเลี้ยงดู และฐานะเศรษฐกิจทางบ้าน

4. องค์ประกอบทางความสัมพันธ์ในหมู่เดียวกัน (Peer group factors) ได้แก่ ความสัมพันธ์ของนักเรียนกับเพื่อนวัยเดียวกัน ทั้งที่บ้านและทางโรงเรียน

5. องค์ประกอบทางการพัฒนาตนเอง (Self development factors) ได้แก่ สติปัญญา ความสนใจ ทักษะคตินักเรียนต่อการเรียน

6. องค์ประกอบทางการปรับตัว (Self-adjustment factors) ได้แก่ ปัญหาการปรับตัว การแสดงออกทางอารมณ์เห็นได้ว่าองค์ประกอบทางด้านที่ไม่ได้เกี่ยวข้องกับสติปัญญามีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งมีอยู่หลายประการทั้งที่อยู่ภายในตัวผู้เรียนและที่เกิดจากสภาพแวดล้อมภายนอก ซึ่งบางองค์ประกอบจะส่งเสริมการเรียนรู้ บางองค์ประกอบอาจเป็นอุปสรรคในการเรียนรู้

จากการศึกษาองค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสรุปว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีองค์ประกอบแบ่งออกเป็น 2 ประการ ได้แก่ องค์ประกอบด้านสติปัญญาและองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องกับสติปัญญา เช่น อัตราการเจริญเติบโต ความสัมพันธ์ของบิดามารดา ขนบธรรมเนียม

ประเพณี สภาพความเป็นอยู่ของครอบครัว สังคม ตลอดจนปัญหาการปรับตัว การแสดงออกทางอารมณ์ เป็นต้น

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545, หน้า 95) ได้กล่าวว่าเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement test) ซึ่งนักวัดผลและนักการศึกษา มีการเรียกชื่อแตกต่างกัน เช่น แบบทดสอบความสัมฤทธิ์ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ หรือแบบสอบผลสัมฤทธิ์ โดยแบบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ทักษะและความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างไรก็ตามบรรลุผลตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด ซึ่งได้แบ่งประเภทของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่สอน เป็นแบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างขึ้นใช้กัน โดยทั่วไปในสถานศึกษา มีลักษณะเป็นแบบทดสอบข้อเขียน ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้ 1) แบบทดสอบอัตนัย เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำถามหรือปัญหาให้แล้วให้ผู้ตอบเขียน โดยแสดงความรู้ ความคิด เจตคติ ได้อย่างเต็มที่ 2) แบบทดสอบปรนัย หรือแบบให้ตอบสั้น ๆ เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้สอบเขียนตอบสั้น ๆ หรือมีคำตอบให้เลือกแบบจำกัดคำตอบ ผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความรู้ ความคิด ได้อย่างกว้างขวาง เหมือนแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบชนิดนี้แบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ แบบทดสอบถูก-ผิด แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบจับคู่และแบบทดสอบเลือกตอบ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่ว ๆ ไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างดีจนมีคุณภาพ และได้มาตรฐานนำไปเปรียบเทียบกันแล้วผู้เข้าสอบทุกคนจะต้องมีโอกาสได้เรียนรู้ในเรื่องนั้น ๆ เท่าเทียมกัน

วนิดา ดีแป้น (2553, หน้า 24) ได้กล่าวว่า การวัดและการประเมินผลการเรียน คือ กระบวนการตรวจสอบผู้เรียนว่าได้พัฒนาไปถึงจุดหมายปลายทางของหลักสูตรและมีคุณลักษณะที่พึงประสงค์เป็นไปตามที่กำหนดหรือไม่ รวมทั้งเป็นสิ่งที่ทำให้ทราบว่าผู้เรียนเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด โดยการวัดและการประเมินผลการเรียนมีจุดประสงค์ คือ การจัดตำแหน่งเพื่อเป็นการวัดว่าผู้เรียนแต่ละคนมีความรู้หรือทักษะเพียงพอหรือไม่ ซึ่งจะทำให้ทราบจุดเด่นจุดด้อยของผู้เรียนเป็นการประเมินพัฒนาการของเด็ก แล้วนำไปทำนายเพื่อเป็นการแนะแนวทางในการประกอบอาชีพหรือศึกษาต่อ นำไปประเมินค่าซึ่งจะกระทำเมื่อการสอนสิ้นสุดลง

จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นจะต้องมีเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีลักษณะเป็นแบบทดสอบ

ที่ใช้วัดความรู้ ทักษะ และความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่า บรรลุผลตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่เพียงใด

ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น

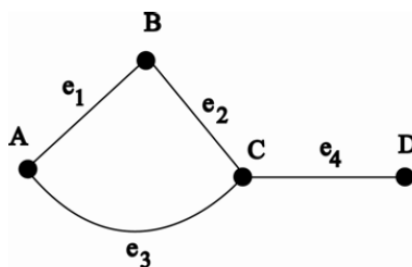
กราฟ

ในเชิงคณิตศาสตร์นิยาม “กราฟ” ดังนี้

บทนิยามกราฟ G ประกอบด้วยเซตจำกัด 2 เซตคือ 1. เซตที่ไม่เป็นเซตว่างของจุดยอด (Vertex) แทนด้วยสัญลักษณ์ $V(G)$ 2. เซตของเส้นเชื่อม (Edge) ที่เชื่อมระหว่างจุดยอดแทนด้วยสัญลักษณ์ $E(G)$

ข้อสังเกต $V(G) \neq \emptyset$ แต่ $E(G)$ อาจเป็นเซตว่างได้

ตัวอย่างที่ 1 กำหนดกราฟ G ดังรูป



จากกราฟ G ที่กำหนดให้จะได้ว่า

$$V(G) = \{A, B, C, D\}$$

$$E(G) = \{e_1, e_2, e_3, e_4\}$$

บทนิยาม

จุดยอด u และจุดยอด v ของกราฟเป็นจุดยอดประชิด (*Adjacent Vertices*) ก็ต่อเมื่อมีเส้นเชื่อมระหว่างจุดทั้งสองและเราเรียกจุดยอด u และ v ว่าจุดปลาย (*End Point*) ของเส้นเชื่อมนั้น

เส้นเชื่อม e ของกราฟเกิดกับ (*Incident*) จุดยอด v ถ้าจุดยอด v เป็นจุดปลายจุดหนึ่งของเส้นเชื่อม

ตัวอย่างที่ 2 จากกราฟของตัวอย่างที่ 1 จะเห็นว่า

จุดยอด A และจุดยอด B เป็นจุดยอดประชิด

จุดยอด A และจุดยอด C เป็นจุดยอดประชิด

จุดยอด B และจุดยอด C เป็นจุดยอดประชิด

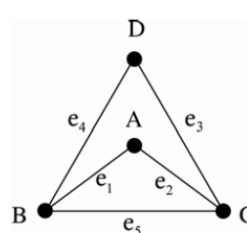
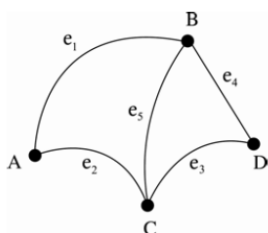
จุดยอด C และจุดยอด D เป็นจุดยอดประชิด

แต่จุดยอด A และจุดยอด D ไม่เป็นจุดยอดประชิด

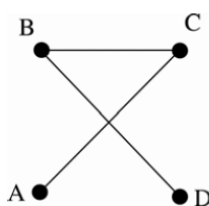
จุดยอด B และจุดยอด D ไม่เป็นจุดยอดประชิด

หมายเหตุ

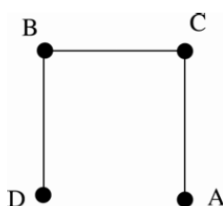
1. ในการเขียนแผนภาพของกราฟนั้นจะกำหนดตำแหน่งของจุดยอดตำแหน่งใดก็ได้ และจะลากเส้นเชื่อมของกราฟเป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้งมีความยาวเป็นเท่าใดก็ได้โดยที่เส้นที่ลากจะไม่ตัดกับตัวมันเองและไม่ลากผ่านจุดยอดที่ไม่ใช่จุดยอดของเส้นนั้นเช่นกราฟต่อไปนี้ถือว่าเป็นกราฟเดียวกัน



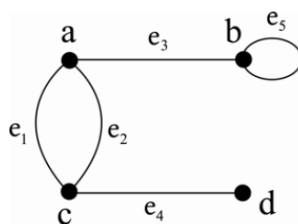
2. เส้นเชื่อมสองเส้นของกราฟอาจลากตัดกันก็ได้โดยที่จุดตัดของเส้นทั้งสองไม่ถือว่าเป็นจุดยอดของกราฟเช่นกราฟ



สามารถเขียนใหม่โดยไม่มีเส้นเชื่อมตัดกันได้ดังนี้



กำหนดกราฟดังรูป



จากกราฟจะเห็นว่า e_1 และ e_2 เป็นเส้นเชื่อมระหว่างจุดยอดคู่เดียวกันคือจุดยอด a และจุดยอด c

เส้นเชื่อม e_5 เป็นเส้นเชื่อมที่เชื่อมจุดยอด b เพียงจุดเดียว

บทนิยาม

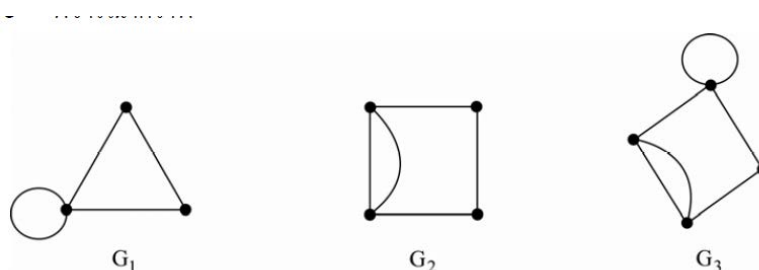
เส้นเชื่อมตั้งแต่ 2 เส้นที่เชื่อมระหว่างจุดยอดคู่เดียวกันเรียกว่า **เส้นเชื่อมขนาน (Parallel Edges)**

เส้นเชื่อมที่เชื่อมจุดยอดเพียงจุดเดียวเรียกว่า **วงวน (Loop)**

จากรูปข้างต้นจะเห็นว่า e_1 และ e_2 เป็นเส้นเชื่อมขนานเส้นเชื่อม e_5 เป็นวงวนในกรณีที่กราฟไม่มีเส้นเชื่อมขนานสามารถใช้สัญลักษณ์ AB เพื่อแทนเส้นเชื่อมระหว่างจุดยอด A และ B ได้ เช่นกราฟในตัวอย่างที่ 1 สามารถเขียนเซตของเส้นเชื่อม $E(G)$ ได้ใหม่เป็น $E(G) = \{AB, BC, AC, CD\}$

บทนิยามเราเรียกกราฟที่ไม่มีเส้นเชื่อมขนานและไม่มีวงวนว่า **กราฟเชิงเดียว (Simple Graph)**

ตัวอย่างที่ 3 พิจารณากราฟ



จะเห็นว่ากราฟ G_1 เป็นกราฟที่มีวงวนกราฟ G_2 เป็นกราฟที่มีเส้นเชื่อมขนานและกราฟ G_3 เป็นกราฟที่มีวงวนและเส้นเชื่อมขนานดังนั้นกราฟ G_1 G_2 และ G_3 ไม่เป็นกราฟเชิงเดียว

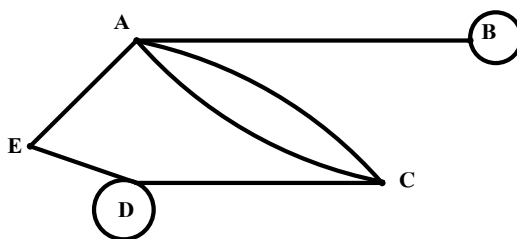
ดีกรีของจุดยอด

บทนิยาม ดีกรีของจุดยอด V ในกราฟ คือจำนวนครั้งทั้งหมดที่เส้นเชื่อมเกิดกับจุดยอด V ใช้สัญลักษณ์

$\deg(V)$ แทนดีกรีของจุดยอด V

จากบทนิยาม จะได้ว่า ดีกรีของจุดยอดในกราฟก็คือ จำนวนเส้นทั้งหมดที่ตกกระทบกับจุดยอดนั้น ๆ กรณีเส้นเชื่อมเป็นวงวนให้นับเส้นเชื่อมเป็น 2 เส้น

ตัวอย่างที่ 1 กำหนดกราฟดังรูป จงหาดีกรีของจุดยอดทุกจุดในกราฟ



วิธีทำ จากบทนิยาม ดีกรีของจุดยอดคือจำนวนครั้งทั้งหมดที่เส้นเชื่อมเกิดกับจุดยอดนั้น ๆ ดังนี้

เส้นเชื่อมที่เกิดกับจุดยอด A คือ AB, AC, AC, AE $\therefore \deg(A) = 4$

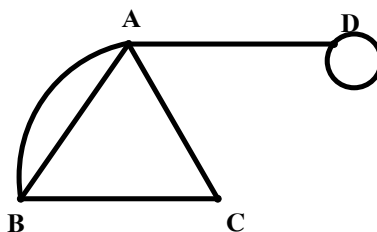
เส้นเชื่อมที่เกิดกับจุดยอด B คือ BA, BB $\therefore \deg(B) = 3$

เส้นเชื่อมที่เกิดกับจุดยอด C คือ CA, CA, CD $\therefore \deg(C) = 3$

เส้นเชื่อมที่เกิดกับจุดยอด D คือ DC, DE, DD $\therefore \deg(D) = 4$

เส้นเชื่อมที่เกิดกับจุดยอด E คือ EA, ED $\therefore \deg(E) = 2$

ตัวอย่างที่ 2 กำหนดกราฟดังรูป จงหาดีกรีของจุดยอดทุกจุดในกราฟ



วิธีทำ จากบทนิยาม ดีกรีของจุดยอดคือจำนวนครั้งทั้งหมดที่เส้นเชื่อมเกิดกับจุดยอดนั้น ๆ ดังนี้

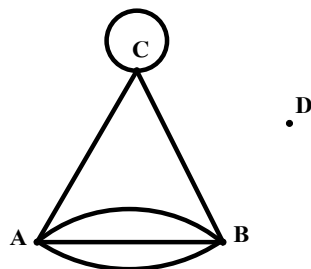
เส้นเชื่อมที่เกิดกับจุดยอด A คือ AB, AB, AC, AD $\therefore \deg(A) = 4$

เส้นเชื่อมที่เกิดกับจุดยอด B คือ BA, BA, BC $\therefore \text{deg}(B) = 3$

เส้นเชื่อมที่เกิดกับจุดยอด C คือ CA, CB $\therefore \text{deg}(C) = 2$

เส้นเชื่อมที่เกิดกับจุดยอด D คือ DA, DD $\therefore \text{deg}(D) = 3$

ตัวอย่างที่ 3 กำหนดกราฟดังรูป จงหาดีกรีของจุดยอดทุกจุดในกราฟพร้อมทั้งบอกเหตุผล



วิธีทำ จากบทนิยาม ดีกรีของจุดยอดคือจำนวนครั้งทั้งหมดที่เส้นเชื่อมเกิดกับจุดยอดนั้นๆ จะได้ว่า

$\text{deg}(A) = 4$ เพราะมีเส้นเชื่อมที่เกิดกับจุดยอด A จำนวน 4 เส้น

$\text{deg}(B) = 4$ เพราะมีเส้นเชื่อมที่เกิดกับจุดยอด B จำนวน 4 เส้น

$\text{deg}(C) = 2$ เพราะมีเส้นเชื่อมที่เกิดกับจุดยอด C จำนวน 2 เส้น

$\text{deg}(D) = 0$ เพราะไม่มีเส้นเชื่อมที่เกิดกับจุดยอด D

ข้อตกลง

1. ดีกรีของจุดยอดที่เป็นวงวน จะมีดีกรีเท่ากับ 2

เช่น ดีกรีของจุดยอด A เท่ากับ 2 ($\text{deg } A = 2$)

2. จุดยอดที่ไม่มีเส้นเชื่อมให้ถือว่าดีกรีของจุดยอดเป็นศูนย์

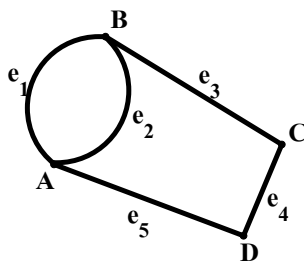
แนวคิด บทนิยาม ให้ u และ v เป็นจุดยอดของกราฟ

แนวคิด $u - v$ ($u - v$ walk) คือ ลำดับจำกัดของจุดยอดและเส้นเชื่อมสลับกัน

$u = u_0, e_1, u_1, e_2, u_2, e_3, \dots, u_{n-1}, e_n, u_n = v$

โดยเริ่มต้นที่จุดยอด u และสิ้นสุดที่จุดยอด v และแต่ละเส้นเชื่อม e_i จะเกิดกับจุดยอด u_{i-1} และ u_i เมื่อ $i \in \{1, 2, 3, \dots, n\}$

ตัวอย่างที่ 1 กำหนดกราฟ G ดังรูป จงหาแนວเดิน A-C, D-B



เพื่อความสะดวกจะเขียนเส้นทาง จาก A-C ด้วยลำดับของจุดยอดและเส้นเชื่อมจากบท
นิยาม

จะได้แนວเดิน A-C ดังนี้

เส้นทางที่ 1 A, e_1 , B, e_2 , A, e_5 , D, e_4 , C หรือ A, B, A, D, C

เส้นทางที่ 2 A, e_1 , B, e_3 , C หรือ A, B, C

เส้นทางที่ 3 A, e_5 , D, e_4 , C หรือ A, D, C

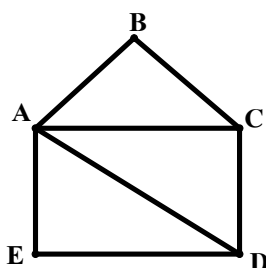
แนວเดิน D-B มีดังนี้

เส้นทางที่ 1 D, e_5 , A, e_1 , B หรือ D, A, B

เส้นทางที่ 2 D, e_5 , A, e_2 , B หรือ D, A, B

เส้นทางที่ 3 D, e_4 , C, e_3 , B หรือ D, C, B

ตัวอย่างที่ 2 กำหนดกราฟ G ดังรูป จงหาแนວเดิน B-D, C-E



เพื่อความสะดวกจะเขียนเส้นทาง จาก B-D ด้วยลำดับของจุดยอดและเส้นเชื่อมจาก
บทนิยาม จะได้แนວเดิน B-D ดังนี้

เส้นทางที่ 1 B, A, E, D

เส้นทางที่ 2 B, A, C, D

เส้นทางที่ 3 B, C, A, E, D

เส้นทางที่ 4 B, C, A, D

เส้นทางที่ 5 B, C, D

เส้นทางที่ 6 B, A, D

จากบทนิยาม จะได้แนวเดิน C-E ดังนี้

เส้นทางที่ 1 C, B, A, D, E

เส้นทางที่ 2 C, B, A, C, D, A, E

เส้นทางที่ 3 C, B, A, C, D, E

เส้นทางที่ 4 C, D, A, E

เส้นทางที่ 5 C, B, A, E

เส้นทางที่ 6 C, A, D, E

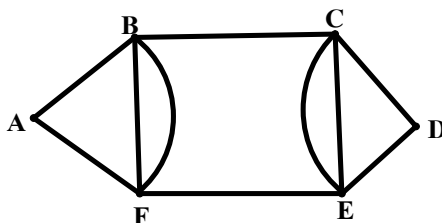
เส้นทางที่ 7 C, D, E

หมายเหตุ สำหรับกราฟใด ๆ ที่ไม่มีเส้นเชื่อมขนานและไม่มีวงวนอาจเขียนแนวเดินด้วยลำดับของจุดยอด เช่น ในตัวอย่างที่ 1 แนวเดิน A-C สามารถเขียนแทนได้ด้วย A, B, C กราฟออยเลอร์

บทนิยาม กราฟที่มีวงจรออยเลอร์ เรียกว่า กราฟออยเลอร์ (Eulerian graph)

จากบทนิยาม กราฟออยเลอร์จะเป็นกราฟเชื่อมโยงเสมอ เพราะว่า ถ้า u และ v เป็นจุดยอดสองจุดที่แตกต่างกันบนกราฟออยเลอร์ แล้วส่วนของวงจรออยเลอร์ที่เชื่อม u และ v จะเป็นแนวเดิน $u-v$

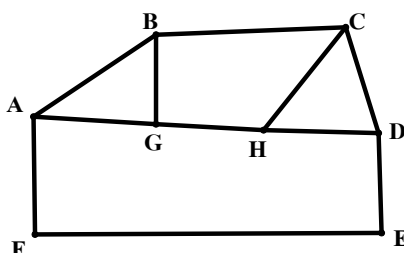
ตัวอย่างที่ 1 จงพิจารณาว่ากราฟ G เป็นกราฟออยเลอร์หรือไม่
กราฟ G



วิธีทำ เนื่องจากกราฟ G มีแนวเดิน A, B, C, D, E, C, E, F, B, F, A เป็นวงจรออยเลอร์ ดังนั้น กราฟ G จึงเป็นกราฟออยเลอร์

ตัวอย่างที่ 2 จงพิจารณาว่ากราฟ G เป็นกราฟออยเลอร์หรือไม่

กราฟ G

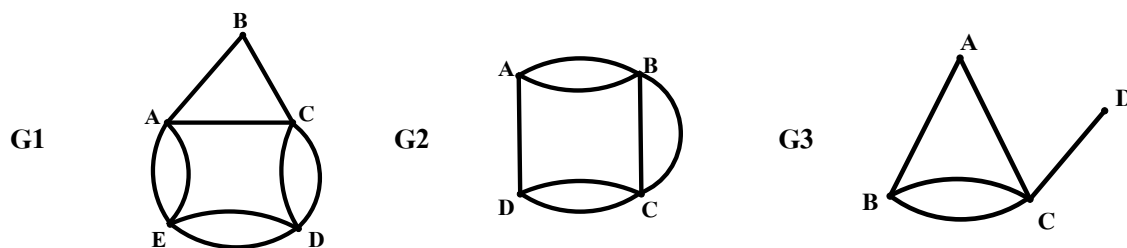


วิธีทำ จากบทนิยามของกราฟออยเลอร์ ไม่มีแนวเดินใดในกราฟ G เป็นวงจรออยเลอร์ ดังนั้น กราฟ G จึงไม่เป็นกราฟออยเลอร์

ในการตรวจสอบว่ากราฟใด ๆ จะเป็นกราฟออยเลอร์หรือไม่นั้น นอกจากตรวจสอบด้วยวงจรออยเลอร์แล้ว ยังมีวิธีการตรวจสอบอีกโดยใช้ทฤษฎีบท 3 ด้วย

ทฤษฎีบท กำหนดให้ G เป็นกราฟเชื่อมโยง
 G จะเป็นกราฟออยเลอร์ ก็ต่อเมื่อ จุดยอดทุกจุดของ G เป็นจุดยอดคู่

ตัวอย่างที่ 3 จงพิจารณาว่ากราฟ G_1 , G_2 และ G_3 เป็นกราฟออยเลอร์หรือไม่ ถ้าเป็นจงหาวงจรออยเลอร์



วิธีทำ

กราฟ G_1 เป็นกราฟออยเลอร์ เพราะจุดยอดทุกจุดของ G_1 เป็นจุดยอดคู่ ซึ่งมีวงจรออยเลอร์แทนด้วยลำดับของจุดยอดดังนี้ $A, B, C, D, E, A, C, D, E, A$

กราฟ G_2 ไม่เป็นกราฟออยเลอร์ เพราะมีจุดยอด A มีดีกรีเท่ากับ 3 และจุดยอด D มีดีกรีเท่ากับ 3

กราฟ G_3 ไม่เป็นกราฟออยเลอร์ เพราะมีจุดยอด B มีดีกรีเท่ากับ 3 และจุดยอด D มีดีกรีเท่ากับ 1

สรุป

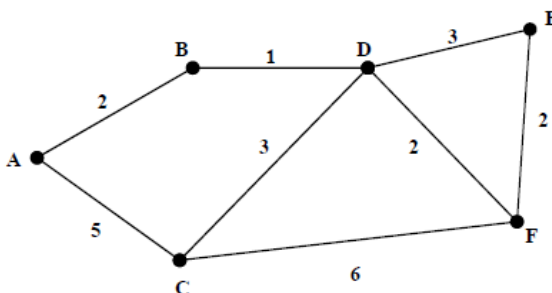
1. กราฟออยเลอร์จะเป็นกราฟเชื่อมโยงเสมอ
2. การตรวจสอบว่ากราฟใดเป็นออยเลอร์นั้นให้ดูว่าจุดยอดทุกจุดในกราฟต้องเป็นจุดยอดคู่

การประยุกต์ของกราฟ

บทนิยาม

ค่าน้ำหนัก (weight) ของเส้นเชื่อม e ในกราฟ คือ จำนวนที่ไม่เป็นลบที่กำหนดไว้บนเส้นเชื่อม e

กราฟถ่วงน้ำหนัก (weight graph) คือ กราฟที่เส้นเชื่อมทุกเส้นมีค่าน้ำหนัก



จะหาเส้นทางจากเมือง A ไปยังเมือง E ทั้งหมดที่ไม่ผ่านเมืองซ้ำกัน

เส้นทางที่ 1 A, B, D, E ระยะทางยาว $2 + 1 + 3 = 4$ กิโลเมตร

เส้นทางที่ 2 A, B, D, F, E ระยะทางยาว $2 + 1 + 2 + 2 = 7$ กิโลเมตร

เส้นทางที่ 3 A, B, D, C, F, E ระยะทางยาว $2 + 1 + 3 + 6 + 2 = 14$ กิโลเมตร

เส้นทางที่ 4 A, C, F, E ระยะทางยาว $5 + 6 + 2 = 13$ กิโลเมตร

เส้นทางที่ 5 A, C, F, D, E ระยะทางยาว $5 + 6 + 2 + 3 = 16$ กิโลเมตร

เส้นทางที่ 6 A, C, D, E ระยะทางยาว $5 + 3 + 3 = 11$ กิโลเมตร

เส้นทางที่ 7 A, C, D, F, E ระยะทางยาว $5 + 3 + 2 + 2 = 12$ กิโลเมตร

จะเห็นว่าเส้นทางที่ 1 A, B, D, E ระยะทางยาว 4 กิโลเมตรเป็นระยะทางที่สั้นที่สุด

จะเห็นว่า วิธี A, B, D, E เป็นวิธีที่สั้นที่สุด

บทนิยาม วิธี (Path) คือ แนวเดินในกราฟที่จุดยอดทั้งหมดแตกต่างกัน

วิธีที่สั้นที่สุด (Shortest path) จากจุดยอด A ถึง Z ในกราฟถ่วงน้ำหนัก คือ วิธี A-Z ที่ผลรวมของน้ำหนักของเส้นเชื่อมทุกเส้นในวิธี A-Z น้อยที่สุด

ต้นไม้แผ่ทั่วที่น้อยที่สุด

วัฏจักร (Cycle) คือวงจรที่ไม่มีจุดยอดซ้ำกัน ยกเว้นจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้าย

ต้นไม้ (Tree) คือ กราฟเชื่อมโยงที่ไม่มีวัฏจักร

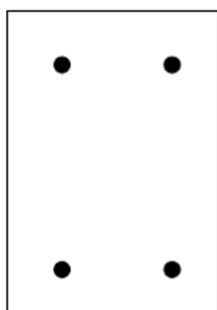
บทนิยาม กราฟย่อย (Subgraph) ของกราฟ G คือ กราฟที่ประกอบด้วยจุดยอดและเส้นเชื่อมใน G กล่าวคือ กราฟ H เป็นกราฟย่อยของกราฟ G ก็ต่อเมื่อ $V(H)$ เป็นสับเซตของ $V(G)$ และ $E(H)$ เป็นสับเซตของ $E(G)$

บทนิยาม ต้นไม้แผ่ทั่ว (Spanning tree) คือ ต้นไม้ซึ่งเป็นกราฟย่อยของกราฟย่อยของกราฟเชื่อมโยง G ที่บรรจุจุดยอดทุกจุดของ G

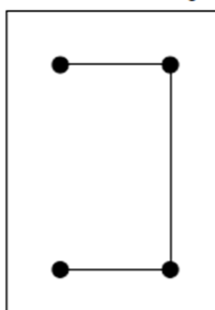
ต้นไม้แผ่ทั่วที่น้อยที่สุด (Minimal spanning tree) คือต้นไม้แผ่ทั่วที่มีผลรวมของค่าน้ำหนักของแต่ละเส้นเชื่อมที่น้อยที่สุด

• ในกรณีที่เรากำลังหาการเชื่อมต่อที่สั้นที่สุดโดยมีลักษณะเป็นต้นไม้แผ่ทั่ว เราจะเรียกต้นไม้ที่ได้ว่า ต้นไม้แผ่ทั่วที่น้อยที่สุด

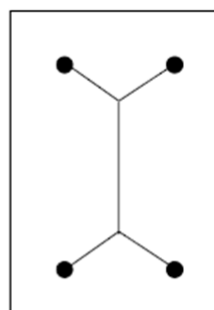
• จากตัวอย่าง จากการต่อจุด 4 จุด ที่มีตำแหน่งการวาง ดังรูป (ก) สามารถเขียนต้นไม้แผ่ทั่วได้ดังรูป (ข) และ (ค)



(ก)



(ข)



(ค)

พบว่า ต้นไม้แผ่ทั่วรูป (ค) คือ ต้นไม้แผ่ทั่วที่น้อยที่สุด

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ราตรี เกตบุตรดา (2546, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักและกลุ่มที่เรียนแบบปกติผลการวิจัยพบว่านักเรียนชั้นที่เรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ คือ ร้อยละ 50 ที่กำหนดไว้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างจากนักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เบญจมาศ เทพบุตรดิ (2550, บทคัดย่อ) ศึกษาเรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) และการจัดการเรียนรู้แบบปกติเรื่องการบวกลบคูณหารทศนิยม ผลการศึกษา พบว่า 1) ประสิทธิภาพของแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติเรื่องการบวกลบคูณหารทศนิยมชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีค่าเท่ากับ 79.34/70.45 และ 78.49/ 70.00 ตามลำดับซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 2) ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติเรื่องการบวกลบคูณหารทศนิยมชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีค่าเท่ากับ 0.4433 และ 0.5102 ซึ่งแสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนรู้เพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.4433 และ 0.5102 หรือคิดเป็นร้อยละ 44.33 และ 51.02 ตามลำดับ และ 3) นักเรียนกลุ่มที่จัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่ากลุ่มที่จัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนไม่แตกต่างกัน

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนแบบ PBL

ศุภิสรา โททอง (2547, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ระหว่างการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) กับการสอนตามคู่มือของ สสวท. กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่องการวัดความยาวผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) มีพึงพอใจที่มีต่อการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) อยู่ในระดับมาก

เรียม จันปญนะ (2558, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการสืบพันธุ์ของพืชดอกโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานด้วยกระบวนการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน กลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 28 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนบุญวัฒนา จังหวัดนครราชสีมา รูปแบบการวิจัยใช้หลักการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 2 ประเภท คือ 1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานด้วยกระบวนการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน จำนวน 7 แผน ใช้เวลาสอนจำนวน 14 ชั่วโมง 2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอกแบบบันทึกประจำวันของครูแบบสังเกตพฤติกรรมการสอนของครู โดยผู้ร่วมวิจัย และแบบสังเกตพฤติกรรมผู้เรียน แล้วนำมาสะท้อนผลการปฏิบัติการกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อใช้เป็นข้อมูลปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องเป็นแนวทางการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในครั้งถัดไป ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผ่านเกณฑ์ที่มีคะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ จึงทำให้นักเรียนมีความสามารถในการเรียนรู้จากกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน นอกจากนี้เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนแต่ละครั้งประสบผลสำเร็จจะต้องเตรียมตัวและวางแผนการสอนเป็นอย่างดีทุกครั้ง เพื่อให้แต่ละชั้นการเรียนรู้นั้นทันต่อระยะเวลาที่กำหนดไว้ และนักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ การจัดการเรียนรู้แต่ละชั้นครูต้องใช้คำถามตลอดเวลาในขณะที่สอน เพราะการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีระบบระเบียบมีขั้นตอน เนื่องจากนักเรียนจะไม่คุ้นเคยกับการเรียนดังกล่าว ทำให้นักเรียนไม่สามารถศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองได้ บรรลุตามวัตถุประสงค์และทันเวลาเท่าที่ควร ถ้าครูไม่ใช้คำถามช่วยในแต่ละชั้นการเรียนรู้นักเรียนจะใช้เวลาานทำให้เวลาในการเรียนรู้ในเรื่องนั้น ๆ ไม่เพียงพอ

สายใจ จำปาหวาย (2549, บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับเรื่องผลการเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและรูปแบบของ สสวท. เรื่องบทประยุกต์ ที่มีต่อการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

มีประสิทธิภาพ 81.41/ 79.44 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และดัชนีประสิทธิผล 0.7104 หรือมีคะแนนเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 71.04 นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากกว่านักเรียนที่เรียนรู้ตามรูปแบบของ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์เรื่อง บทประยุกต์ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและนักเรียนที่เรียนรู้ตามรูปแบบของสสวท. มีความคงทนในการเรียนรู้

วรรณภา ชื่นนอก (2554, บทคัดย่อ) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 2) ศึกษาจำนวนนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม และ 3) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจำนวนจำนวนนักเรียน 21 คนจากจำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 22 คนคิดเป็นร้อยละ 95.46 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์คะแนนร้อยละ 75 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เพ็ญศรี พิลาสันต์ (2551, บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวิธีการปกติ ผลการวิจัยพบว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) และที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวิธีปกติมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.99/ 79.76 และ 80.90/ 74.66 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด มีดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.6374 และ 0.5450 ตามลำดับ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) มีผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามวิธีปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนความคงทนในการเรียนรู้ไม่แตกต่างกัน

วิลาคินีย์ อินทร์ชู (2551, บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผลการศึกษาพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แคนเดลา (Candella, 1998, p. 77) ได้ศึกษาผลการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานกับนักเรียนแบบบรรยายที่มีผลต่อคะแนนสอบแบบตัวเลือกของนักเรียนผู้ช่วยพยาบาล กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาผู้ช่วยพยาบาลชั้นปีที่ 2 จำนวน 73 คน ซึ่งลงทะเบียนเรียนในรายวิชาเดียวกันแต่อยู่คนละวิทยาเขต โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่เรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานและกลุ่มที่เรียนแบบบรรยาย ทั้งสองกลุ่มได้รับการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยข้อสอบชุดเดียวกัน 10 รายการ ผลการศึกษาพบว่า นักศึกษาผู้ช่วยพยาบาลที่เรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีคะแนนสอบสูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบบรรยาย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แต่จากการวัดความพึงพอใจต่อวิธีการเรียนทั้งสองแบบพบว่า กลุ่มที่เรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีความคิดเห็นว่าโครงสร้างของการเรียนสับสนมากกว่า ทั้งนี้ผลมาจากนักศึกษาผู้ช่วยพยาบาลไม่คุ้นเคยกับการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานมาก่อน

พีเดอร์เซน (Pedersen, 2000) ได้ศึกษาผลของเครื่องมือช่วยหาคำแนะนำในการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก พบว่าเครื่องมือช่วยหาคำแนะนำโดยตัวแบบพุทธิปัญญา มีประสิทธิภาพกว่าแบบอื่น ๆ และยังพบว่าการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักสร้างแรงจูงใจในการเรียนมากกว่าการเรียนแบบอื่น

อัลเฟลด์ท์ (Ahlfeldt, 2004, p. 21-A) ได้ศึกษาการใช้การเรียนที่อาศัยปัญหาเป็นฐานในห้องเรียนวิชาพูดในที่สาธารณะผลการวิเคราะห์พบว่า การเรียนที่อาศัยปัญหาเป็นฐานเป็นวิธีการสอนที่มีประสิทธิภาพวิธีหนึ่งในรายวิชาพื้นฐานการพูดในที่สาธารณะนักเรียนในห้องเรียนการเรียนรู้ที่อาศัยปัญหาเป็นฐานทำคะแนนการสอบได้ดีเท่า ๆ กับนักเรียนในห้องเรียนที่เรียนแบบปกติแต่นักเรียนในห้องเรียนที่อาศัยปัญหาเป็นฐานทำคะแนนสุนทรพจน์ได้ดีกว่านักเรียนในห้องเรียนที่เรียนแบบปกติมีการเข้าร่วมการใช้อุปกรณ์และเนื้อหาของรายวิชามากกว่าและมีความวิตกกังวลในการพูดน้อยกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกตินอกจากนี้ นักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม มีระดับความพึงพอใจในรายวิชาและบรรยากาศของห้องเรียนอยู่ในระดับเดียวกัน

คัทวิบูลย์ (Katwibun, 2004, p. 1708-A) ได้ศึกษาเพื่ออธิบายความรู้สึกรับชอบคณิตศาสตร์ในห้องเรียน โดยอาศัยปัญหาเป็นฐานของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นจำนวน 8 คนในโครงการคณิตศาสตร์เชื่อมโยงในหลักสูตรแหล่งเก็บรวบรวมข้อมูลสำคัญได้แก่การสังเกตชั้นเรียนแบบสอบถามเจตคติและความเชื่อการสัมภาษณ์ครูและนักเรียนดำเนินการศึกษาเป็น 4 ระยะ คือเตรียมลงมือปฏิบัติสำรวจและสรุปครูให้ความสะดวกแก่นักเรียนในการหาปัญหาคณิตศาสตร์ในกลุ่มเล็กและอภิปรายในกลุ่มใหญ่ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนเกือบทุกคนมีความรู้สึกรับชอบคณิตศาสตร์ในเชิงบวกนักเรียนอาสาและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นทั้งในสอบสวนกลุ่มร่วมมือขนาดเล็กและการอภิปรายกลุ่มใหญ่นักเรียนเชื่อว่าคณิตศาสตร์เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ ความคิดใหม่ ๆ และคณิตศาสตร์คือชีวิตเพราะคณิตศาสตร์อยู่ทุกในชีวิตประจำวันของตนนักเรียนทั้ง 8 คนชอบกิจกรรมที่ลงมือปฏิบัติและการทำงานเรื่องโครงการคณิตศาสตร์นักเรียนส่วนใหญ่เห็นด้วยว่าพวกตนชอบคณิตศาสตร์เพราะสนุกและมีปฏิสัมพันธ์ส่วนใหญ่เห็นว่าตนเองเก่งคณิตศาสตร์นักเรียนทุกคนเห็นด้วยว่าคณิตศาสตร์มีประโยชน์และเห็นด้วยว่าความสามารถทางคณิตศาสตร์ของพวกเราสามารถเพิ่มขึ้นได้โดยใช้ความพยายามนักเรียนเชื่อด้วยว่าไม่มีความแตกต่างทางเพศในวิชาคณิตศาสตร์แม้ว่าในห้องเรียนของตนพวกเขาตระหนักดีว่านักเรียนชายเรียนได้ดีกว่านักเรียนหญิงนักเรียนส่วนใหญ่เห็นด้วยว่าพวกตนสามารถแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กินเวลามากและเห็นด้วยว่ามีความสำคัญที่จะต้องเข้าใจแนวคิดของคณิตศาสตร์ไม่มีนักเรียนคนใดในพวกตนมีความรู้สึกรับชอบคณิตศาสตร์จำแนกได้เป็น 3 ระดับนักเรียนจำนวนครึ่งหนึ่ง (4 คน) มีความรู้สึกรับชอบอยู่ในระดับมากเพราะเต็มใจติดตามและ/หรือหาทางทำคณิตศาสตร์นอกห้องเรียนจำนวน 3 คนมีความรู้สึกรับชอบคณิตศาสตร์ระดับรองลงมามีความพอใจในการตอบเพราะมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมในห้องเรียนเป็นประจำพึงพอใจและชอบทำคณิตศาสตร์ส่วนอีก 1 คน แสดงว่ามีความรู้สึกรับชอบคณิตศาสตร์ในระดับสุดท้ายมีความเต็มใจรับเพราะได้ฟังทั้งในชั้นเรียนและการอภิปรายกลุ่มแต่ไม่ได้และเปลี่ยนความคิดเห็นหรือขอความช่วยเหลือใด ๆ เมื่อต้องการซอร์และคนอื่น ๆ (Shore, M. Shore, J & Boggs, 2004, pp. 183-189) ได้ศึกษาปัจจัยภายนอกที่สนับสนุนการพัฒนาการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักในวิชาคณิตศาสตร์ โดยการพัฒนานหนังสือคณิตศาสตร์ จำนวน 450 หน้า เนื้อหาประกอบด้วยปัญหาที่หลากหลายสาขา แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน แบบสอบถาม ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้หนังสือดังกล่าวมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่สอนโดยครูคนเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เฮสเตอร์เบิร์ก (Hesterberg, 2005, p. 347-A) ได้ศึกษาเพื่อประเมินรายวิชาหนึ่งซึ่งเป็นการเรียนรู้โดยอาศัยปัญหาเป็นฐานที่ใช้สอนเป็นรายวิชาภาคปฏิบัติงานสังคมด้านการแพทย์ ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยเคนทักกีเพื่อตรวจสอบผลการเรียนรู้โดยอาศัยปัญหาเป็นฐานที่มีต่อทักษะ

การประเมินสมรรถภาพในตนเองและการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรีสาขาวิชาสังคมศาสตร์ การแพทย์มหาวิทยาลัยนั้นจำนวน 39 คนและเพื่อเปรียบเทียบผลเหล่านั้นกับนักศึกษาที่ไม่ได้เรียนรู้ โดยอาศัยปัญหาเป็นฐานจำนวน 53 คนที่ลงทะเบียนเรียนโปรแกรมงานสังคมศาสตร์ด้านการแพทย์ใน มหาวิทยาลัยเทศบาลแห่งหนึ่งและในมหาวิทยาลัยที่ร่วมกับ โบสถ์เอกชนแห่งหนึ่งในการศึกษาแบบ กลุ่มควบคุมโดยใช้แบบทดสอบก่อนและหลังการเรียนทำการวัดทั้ง 2 กลุ่มด้วยแบบวัดก่อนและ หลังการเรียน 2 ชนิดคือแบบประเมินการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ของ Watson Glaser ฟอร์ม S และ แบบวัดสมรรถภาพในตนเองด้านการปฏิบัติขั้นพื้นฐานผลการศึกษาพบว่านักศึกษาที่เรียนรู้โดย อาศัยปัญหาเป็นฐานไม่ได้แสดงให้เห็นว่ามีทักษะการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์สูงกว่านักศึกษาที่ไม่ได้ เรียนรู้โดยอาศัยปัญหาเป็นฐานแต่ลักษณะจำนวนข้อมูลมีข้อจำกัดมากนักศึกษาทั้ง 2 กลุ่มมีคะแนน การทดสอบในแบบวัดสมรรถภาพในตนเองด้านการปฏิบัติขั้นพื้นฐานหลังการเรียนดีขึ้นอย่างมี นัยสำคัญนักศึกษาที่เรียนโดยอาศัยปัญหาเป็นฐานไม่ได้ประมาณค่ารายวิชาต่าง ๆ ที่เรียนรู้โดยอาศัย ปัญหาเป็นฐานสูงกว่านักศึกษาในแผนกอื่น ๆ ที่ไม่ได้เรียนรู้โดยอาศัยปัญหาเป็นฐานเมื่อวัดโดยใช้ เครื่องมือประเมินครู/ รายวิชาของมหาวิทยาลัยเคนทักกีแต่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญว่า เกือบ 75 % ของนักศึกษาที่ไม่ได้เรียนรู้โดยอาศัยปัญหาเป็นฐานที่รายงานว่าพวกตนคาดหวัง เกรด A เมื่อเทียบกับประมาณ 60 % ของนักศึกษาที่ไม่ได้เรียนรู้โดยอาศัยปัญหาเป็นฐานนักศึกษา ที่เรียนโดยอาศัยปัญหาเป็นฐานรายงานว่าใช้เวลามากกว่าชั่วโมงขึ้นต่อสัปดาห์เพื่อเตรียมรายวิชา ภาคปฏิบัติของตนและพบว่าไม่มีตัวแปรตัวใดต่อไปนี้จะสามารถพยากรณ์การปรับปรุงสมรรถภาพ ในตนเองหรือการคิดเชิงวิจารณ์ให้ดีขึ้นในกลุ่มนักศึกษาที่เรียนรู้โดยอาศัยปัญหาเป็นฐานได้คือ จำนวนปีทำงานเป็นผู้ทำงานสังคมศาสตร์ระดับปริญญาตรีอายุเพศจำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่ใช้ คอมพิวเตอร์ในสำนักงานหรือจำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่ใช้คอมพิวเตอร์ที่บ้าน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องภายในประเทศและต่างประเทศ สรุปได้ว่า นักเรียนที่ ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยปัญหาเป็นฐาน (PBL) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นกว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ระหว่างวิธีสอนรูปแบบ Problem-based learning กับรูปแบบการสอนปกติ มีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เฉพาะผู้ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม จำนวน 3 ห้อง โรงเรียนเมืองพัทยา 11 (มัธยมสาธิตพัทยา) สังกัดสำนักงานการศึกษาเมืองพัทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 74 คน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เฉพาะผู้ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ (รายวิชาเพิ่มเติม) โรงเรียนเมืองพัทยา 11 (มัธยมสาธิตพัทยา) สังกัดสำนักงานการศึกษาเมืองพัทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 49 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยผู้วิจัยได้จับสลากห้องเรียนเพื่อกำหนดเป็นกลุ่มตัวอย่าง (Random selection) ได้นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 25 คน เป็นกลุ่มทดลองสำหรับจัดการเรียนรู้รูปแบบ Problem-based learning และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 จำนวน 24 คน เป็นกลุ่มควบคุมสำหรับจัดการเรียนรู้รูปแบบการสอนปกติ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่

1. แผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ Problem-based learning เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น จำนวน 8 แผน ใช้เวลา 16 ชั่วโมง

- 1.2 แผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบการสอนปกติ จำนวน 8 แผน ใช้เวลา 16 ชั่วโมง
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก ก่อนเรียนและหลังเรียน ฉบับละ 30 ข้อ
3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก ก่อนเรียนและหลังเรียน ฉบับละ 20 ข้อ

ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือเพื่อใช้ในการศึกษาดังต่อไปนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบ **Problem-based learning** มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพดังต่อไปนี้

- 1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ รายวิชาเพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
- 1.2 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนเมืองพัทยา 11 (มัธยมสาธิตพัทยา) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาเพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
- 1.3 ศึกษาเอกสารรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น
- 1.4 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับวิธีสอนรูปแบบ Problem-based learning (PBL)
- 1.5 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 8 แผน รวม 16 ชั่วโมง แต่ละแผนมีองค์ประกอบดังนี้
 - สาระสำคัญ
 - ตัวชี้วัด
 - จุดประสงค์การเรียนรู้
 - สาระการเรียนรู้
 - กิจกรรมการเรียนการสอน ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่
 - ขั้นที่ 1 การกำหนดปัญหา
 - ขั้นที่ 2 ระดมสมอง
 - ขั้นที่ 3 การวิเคราะห์ปัญหา
 - ขั้นที่ 4 การวางแผนการศึกษาค้นคว้า
 - ขั้นที่ 5 การสร้างประเด็นการเรียนรู้และประยุกต์ใช้ข้อมูลเพื่อแก้ปัญหา
 - ขั้นที่ 6 การสรุปผลและรายงานผล

- สื่อการเรียนและแหล่งเรียนรู้

- การวัดผลประเมินผล

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างเสร็จแล้วให้คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมของกิจกรรมในการสอนแต่ละครั้ง และนำมาปรับปรุงแก้ไข ให้สมบูรณ์

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน คณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน ตรวจสอบความถูกต้องเชิงเนื้อหาและความเหมาะสม โดยใช้แบบ ประเมินที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating scale) นำมาหาค่าเฉลี่ยและส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำค่าเฉลี่ยมาแปลความหมาย โดยใช้เกณฑ์ของ เบสต์ (Best, 1981, p. 82) มีรายละเอียดดังนี้

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.50-5.00 หมายถึงมีความเหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.50-4.49 หมายถึงมีความเหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.50-3.49 หมายถึงมีความเหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.50-2.49 หมายถึงมีความเหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.00-1.49 หมายถึงมีความเหมาะสมน้อยที่สุด

โดยแผนการจัดการเรียนรู้มีความถูกต้องเชิงเนื้อหาและความเหมาะสมในภาพรวม อยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.10 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.60

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ปรับปรุงและแก้ไขก่อนนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้จริง

2. แผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบการสอนปกติ

มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพดังต่อไปนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาเพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2.2 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนเมืองพัทยา 11 (มัธยมสาธิตพัทยา) กลุ่มสาระ การเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาเพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2.3 ศึกษาเอกสารรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ทฤษฎีกราฟ เบื้องต้น

2.4 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับวิธีสอนรูปแบบการสอนปกติ

2.5 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบการสอนปกติ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามแนวการจัดการเรียนการสอนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์

และเทคโนโลยี (สสวท.) จำนวน 8 แผน รวม 16 ชั่วโมง แต่ละแผนมีองค์ประกอบดังนี้

- สารสำคัญ
- ตัวชี้วัด
- จุดประสงค์การเรียนรู้
- สารการเรียนรู้
- กิจกรรมการเรียนการสอน ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่
 - ขั้นที่ 1 ขั้นนำ
 - ขั้นที่ 2 ขั้นสอน
 - ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป
- สื่อการเรียนรู้และแหล่งเรียนรู้
- การวัดผลประเมินผล

2.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างเสร็จแล้วให้คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมของกิจกรรมในการสอนแต่ละครั้ง และนำมาปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์

2.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน คณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน ตรวจสอบความถูกต้องเชิงเนื้อหาและความเหมาะสม โดยใช้แบบประเมินที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating scale) นำมาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำค่าเฉลี่ยมาแปลความหมาย โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

- ค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.50-5.00 หมายถึงมีความเหมาะสมมากที่สุด
- ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.50-4.49 หมายถึงมีความเหมาะสมมาก
- ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.50-3.49 หมายถึงมีความเหมาะสมปานกลาง
- ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.50-2.49 หมายถึงมีความเหมาะสมน้อย
- ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.00-1.49 หมายถึงมีความเหมาะสมน้อยที่สุด

โดยแผนการจัดการเรียนรู้มีความถูกต้องเชิงเนื้อหาและความเหมาะสมในภาพรวม อยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.42

2.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ปรับปรุงและแก้ไขก่อนนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้จริง

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพดังนี้

3.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาเพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

3.1.2 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนเมืองพญา 11 (มัธยมศึกษาพญา) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาเพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

3.1.3 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัย

แผนผังข้อสอบการวิเคราะห์ (Test blueprint) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เนื้อหา/ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง/ วัตถุประสงค์	ระดับพฤติกรรมกรเรียนรู้						รวม
	ความรู้ความจำ	เข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินค่า	
1. เขียนกราฟเมื่อกำหนดจุดยอดและเส้นเชื่อมให้ และระบุได้ว่ากราฟที่กำหนดให้เป็นกราฟออยเลอร์หรือไม่	2	17	-	11	-	-	38
2. นำความรู้เรื่องกราฟไปใช้แก้ปัญหาบางประการ	-	5	4	6	-	-	22
รวม	2	22	4	17	-	-	45

3.1.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 45 ข้อ

3.1.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ได้แก่

3.1.5.1 นาวาตรี ดร. พงศ์เทพ จิระโร อาจารย์มหาวิทยาลัยบูรพา

3.1.5.2 อาจารย์ ดร. สมคิด อินเทพ อาจารย์มหาวิทยาลัยบูรพา

3.1.5.3 อาจารย์ พาวา พงษ์พันธุ์ อาจารย์มหาวิทยาลัยบูรพา

3.1.5.4 นางสาวอังสุมารินทร์ อนุติ รองผู้อำนวยการสถานศึกษา
วิทยาลัยนานาชาติการพิเศษ
โรงเรียนเมืองพัทยา 5

3.1.5.5 นางอรอนงค์ จตุรปา ครูวิทยาลัยนานาชาติการพิเศษ
โรงเรียนเมืองพัทยา 5

ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.2-1.00 โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องไม่ต่ำกว่า 0.6 ได้ข้อสอบ จำนวน 41 ข้อ

3.1.6 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try-Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนเรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้นแล้ว จำนวน 30 คน

3.1.7 นำแบบทดสอบมาตรวจสอบความสมบูรณ์และวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ โดยหาค่าอำนาจจำแนก (R) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง -.12-.41 โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกไม่ต่ำกว่า 0.2 และค่าความยากง่าย (P) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20-0.97 โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20-0.80 (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

3.1.8 คัดเลือกแบบทดสอบเป็นข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ก่อนเรียนและหลังเรียน จำนวน 30 ข้อ และหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร KR-20 ตามวิธีของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน ได้ค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่ากับ .71

3.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

3.2.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ รายวิชาเพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

3.2.2 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนเมืองพัทยา 11 (มัธยมสาธิตพัทยา) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาเพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

3.2.3 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัย

แผนผังข้อสอบการวิเคราะห์ (Test blueprint) แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เนื้อหา/ ผลการเรียนรู้/ วัตถุประสงค์	ความสามารถในการคิดวิเคราะห์			รวม
	สำคัญ	สัมพันธ์	หลักการ	
1. เขียนกราฟเมื่อกำหนดจุดยอดและเส้นเชื่อมให้ และระบุได้ว่ากราฟที่กำหนดให้เป็นกราฟออยเลอร์ หรือไม่	13	10	5	28
2. นำความรู้เรื่องกราฟไปใช้แก้ปัญหาบางประการ	1	2	9	12
รวม	14	12	14	40

3.2.4 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์แบบปรนัย 4 ตัวเลือก
จำนวน 40 ข้อ

3.2.5 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน
5 คน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ได้ค่าดัชนี
ความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.2-1.00 โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องไม่ต่ำกว่า 0.6
ได้ข้อสอบ จำนวน 37 ข้อ

3.2.6 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนเรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้นแล้ว จำนวน 30 คน

3.2.7 นำแบบทดสอบมาตรวจสอบความสมบูรณ์และวิเคราะห์คุณภาพของ
แบบทดสอบ โดยหาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์
ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง $-.12$ - $-.59$ โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกไม่ต่ำกว่า 0.2 และ
หาค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง
0.29-0.97 โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20-0.80 (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

3.2.8 คัดเลือกแบบทดสอบเป็นข้อสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง
ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ก่อนเรียนและหลังเรียน จำนวน 20 ข้อ และหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
วัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยใช้สูตร KR-20 ตามวิธีของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน ได้ค่า
ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เท่ากับ .71

การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ทดสอบก่อนเรียนกับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน จำนวน 30 ข้อ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ก่อนเรียน จำนวน 20 ข้อ
2. ดำเนินการสอนกับกลุ่มตัวอย่าง เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ระหว่างกลุ่มที่สอนรูปแบบ Problem-based learning และกลุ่มที่สอนรูปแบบการสอนปกติ ซึ่งผู้วิจัยทำการสอนเอง
3. ทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน จำนวน 30 ข้อ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังเรียน จำนวน 20 ข้อ

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การหาคุณภาพเครื่องมือ

1.1 การหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบ Problem-based learning กับ การเรียนรู้รูปแบบการสอนปกติ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)

การหาค่าเฉลี่ย (Mean) โดยใช้สูตร

$$\text{สูตร } \mu = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ μ เป็น ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ เป็น ผลรวมของค่าของคะแนนทั้งหมด

N เป็น จำนวนประชากรทั้งหมด (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยใช้สูตร

$$\text{สูตร } \sigma = \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ σ เป็น ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X^2$ เป็น ผลรวมของกำลังสองของคะแนน

$(\sum X)^2$ เป็น ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

N เป็น จำนวนประชากร (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

1.2 การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสันค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r)

คำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน สูตร KR-20 (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

$$r_{tt} = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(\frac{\sigma_t^2 - \sum pq}{\sigma_t^2} \right)$$

- เมื่อ r_{tt} คือ ค่าสัมประสิทธิ์แห่งความเที่ยงของแบบทดสอบ
 k คือ จำนวนข้อสอบ
 p คือ สัดส่วนของผู้ตอบถูกในแต่ละข้อคำถาม
 q คือ สัดส่วนของผู้ตอบผิดในแต่ละข้อคำถาม ($q = 1 - p$)
 σ_t^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนนสอบทั้งหมด

คำนวณหาค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

$$p = \frac{R}{N}$$

- เมื่อ p คือ ค่าความยากของข้อคำถามแต่ละข้อ
 R คือ จำนวนผู้ที่ตอบข้อคำถามนั้นถูก
 N คือ จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

คำนวณหาค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

$$r = \frac{R_u - R_l}{N/2}$$

- เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ
 R_u แทน จำนวนคนที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มสูง
 R_l แทน จำนวนคนที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มต่ำ
 N แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

2. การทดสอบสมมติฐาน

2.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ก่อนเรียนและหลังเรียนรูปแบบ Problem-based learning โดยใช้ *t*-test แบบ Dependent samples

2.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ก่อนเรียนและหลังเรียนรูปแบบการสอนปกติโดยใช้ *t*-test แบบ Dependent samples โดยใช้สูตรดังนี้

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} ; \quad df = n - 1$$

เมื่อ *t* แทน ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย
n แทน จำนวนคู่ของคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
 $\sum D$ แทน ผลรวมของความแตกต่างจากการเปรียบเทียบกันเป็นรายบุคคลระหว่างคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียน

$\sum D^2$ แทน ผลรวมกำลังสองของความแตกต่างจากการเปรียบเทียบกันเป็นรายบุคคลระหว่างคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียน

2.3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ก่อนเรียนและหลังเรียนรูปแบบ Problem-based learning และรูปแบบการสอนปกติ โดยใช้การทดสอบค่าที (*t*-test Independent sample group) ใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

$df = n_1 + n_2 - 2$

เมื่อ *t* = ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย
 \bar{x}_1 = ค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง
 \bar{x}_2 = ค่าเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม
 S_1^2 = ค่าความแปรปรวนของกลุ่มทดลอง
 S_2^2 = ค่าความแปรปรวนของกลุ่มควบคุม
 n_1 = จำนวนคนในกลุ่มทดลอง
 n_2 = จำนวนคนในกลุ่มควบคุม

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยเริ่มจากการกำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล และการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยกำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

- n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
- \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน
- SD แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)
- T แทน ค่าสถิติในการแจกแจงแบบ t
- p แทน ความน่าจะเป็น
- $*$ แทน นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 4 ตอน คือ

ตอนที่ 1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบ Problem-based learning

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบ Problem-based learning

ตอนที่ 3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างวิธีสอนโดยใช้รูปแบบ Problem-based learning กับรูปแบบการสอนปกติ

ตอนที่ 4 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างวิธีสอนโดยใช้รูปแบบ Problem-based learning กับรูปแบบการสอนปกติ

**ตอนที่ 1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับ
มัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบ Problem-based learning**

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5
ก่อนและหลังเรียนที่เรียน โดยใช้รูปแบบ Problem-based learning

คะแนน	<i>n</i>	\bar{X}	<i>SD</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
ก่อนเรียน	25	9.72	2.89	24	10.803*	.000
หลังเรียน	25	16.84	2.03			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 3 พบว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
คณิตศาสตร์หลังเรียน โดยใช้รูปแบบ Problem-based learning สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทาง
สถิติที่ระดับ .05

**ตอนที่ 2 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5
ก่อนและหลังเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบ Problem-based learning**

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5
ก่อนและหลังเรียนที่เรียน โดยใช้รูปแบบ Problem-based learning

คะแนน	<i>n</i>	\bar{X}	<i>SD</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
ก่อนเรียน	25	5.88	1.64	24	11.854*	.000
หลังเรียน	25	11.16	1.77			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4 พบว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความสามารถในการคิด
วิเคราะห์หลังเรียน โดยใช้รูปแบบ Problem-based learning สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทาง
สถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างวิธีสอนโดยใช้รูปแบบ Problem-based learning กับรูปแบบการสอนปกติ

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ระหว่างวิธีสอน โดยใช้รูปแบบ Problem-based learning กับรูปแบบการสอนปกติ

กลุ่มทดลอง	<i>n</i>	\bar{X}	<i>SD</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
PBL	25	16.84	2.03	23	2.778*	.011
ปกติ	24	14.29	3.72			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 5 พบว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบ Problem-based learning สูงกว่ารูปแบบการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 4 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5
ระหว่างวิธีสอนโดยใช้รูปแบบ Problem-based learning กับรูปแบบการสอนปกติ

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ระหว่างวิธีสอน โดยใช้รูปแบบ Problem-based learning กับรูปแบบการสอนปกติ

กลุ่มทดลอง	<i>n</i>	\bar{X}	<i>SD</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
PBL	25	11.16	1.77	23	6.096*	.000
ปกติ	24	7.96	2.24			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 6 พบว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความสามารถในการคิด
วิเคราะห์ โดยใช้รูปแบบ Problem-based Learning สูงกว่ารูปแบบการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทาง
สถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบ Problem-based learning และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างวิธีสอนโดยใช้รูปแบบ Problem-based learning กับรูปแบบการสอนปกติ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เฉพาะผู้ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ (รายวิชาเพิ่มเติม) โรงเรียนเมืองพัทยา 11 (มัธยมศึกษาสัตตพัทยา) สังกัดสำนักงานการศึกษาเมืองพัทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 49 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยผู้วิจัยได้จับสลากห้องเรียนเพื่อกำหนดเป็นกลุ่มตัวอย่าง (Random selection) ได้นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 25 คน เป็นกลุ่มทดลองสำหรับการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ Problem-based learning และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 จำนวน 24 คน เป็นกลุ่มควบคุมสำหรับการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนปกติ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) การทดสอบค่าที (t -test)

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนโดยใช้รูปแบบ Problem-based learning สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนโดยใช้รูปแบบ Problem-based learning สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบ Problem-based learning สูงกว่ารูปแบบการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยใช้รูปแบบ Problem-based learning สูงกว่ารูปแบบการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบ Problem-based learning ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนเป็นเพราะการสอนโดยใช้รูปแบบ Problem-based learning นั้นมีวิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยมีปัญหาเป็นเครื่องกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนมีการตัดสินใจที่ดี มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณ สามารถเรียนรู้การทำงานเป็นทีม ใฝ่รู้และมีการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง อีกทั้งยังเป็นการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย ผู้สอนนำผู้เรียนเผชิญสถานการณ์ปัญหาจริง ฝึกกระบวนการวิเคราะห์และแก้ปัญหาพร้อมกัน โดยทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในปัญหานั้น ๆ รู้จักตัดสินใจทั้งนี้ผู้สอนจะเป็นเพียงผู้ให้คำปรึกษาให้คำชี้แนะเท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับ วันดี ต่อเพ็ง (2553, หน้า 10) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการเรียนที่เริ่มจากผู้สอนนำปัญหาที่แปลกใหม่ ทำทายและสอดคล้องกับโลกของความเป็นจริง เพื่อเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้และนำความรู้จากประสบการณ์เดิมมาใช้แก้ปัญหา โดยเน้นให้ผู้เรียนรู้จักทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม รู้จักตัดสินใจ และสามารถนำเสนอผลงานได้ ผู้สอนเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกและคอยชี้แนะ และยังสอดคล้องกับ วรณภา ชื่นนอก (2554, บทคัดย่อ) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบ Problem-based learning หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจากการสอนโดยใช้รูปแบบ Problem-based learning เป็นการใช้ยุทธวิธีในการสืบเสาะหาความรู้ หากคำตอบ มุ่งเน้นการรวบรวมข้อมูลและกระตุ้นการเรียนรู้ที่นำปัญหาให้ผู้เรียนได้คิดแก้ไข นับเป็นสิ่งที่ท้าทายและปฏิบัติจริง นอกจากนี้ ยังปลูกฝังให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างแท้จริง มีการทำงานร่วมกับผู้อื่น มีการอภิปราย แสดงความคิดเห็น เปรียบเทียบ ทบทวน สิ่งสำคัญผู้เรียนได้ใช้ความสามารถในการคิดวิเคราะห์สิ่งต่าง ๆ มีการโต้แย้งหรือเห็นด้วยในปัญหาหรือเรื่องราวที่เกิดขึ้น ทั้งนี้เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ที่แท้จริง การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนี้ ครูจะต้องเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนคิด เพื่อให้ผู้เรียนเกิดคำถามหรือถกเถียงคำตอบให้ได้ จากนั้นครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทาง โดยวิธีการที่เหมาะสม มีการระดมกำลังสมอง เพื่อวิเคราะห์ปัญหา โดยใช้เหตุผล กำหนดวัตถุประสงค์ ค้นคว้าหาข้อมูลที่จะอธิบายผลตามการวิเคราะห์ที่ตั้งไว้ เหล่านี้ล้วนเป็นวิธีการสอนที่เพิ่มพูนความสามารถ

ในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนอย่างแท้จริง ซึ่งสอดคล้องกับสำนักมาตรฐานการศึกษาและการพัฒนาการเรียนรู้ (2550, หน้า 8) ได้แบ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ 6 ขั้นตอน คือ 1) ชั้นเชื่อมโยงปัญหาและระบุปัญหาเป็นขั้นที่ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและมองเห็นปัญหาสามารถระบุสิ่งที่เป็นปัญหาที่นักเรียนอยากรู้ อยากเรียนและเกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ 2) ชั้นกำหนดแนวทางที่เป็นไปได้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนการศึกษาค้นคว้าทำความเข้าใจอภิปรายปัญหาภายในกลุ่มระดมสมองคิดวิเคราะห์เพื่อหาวิธีการหาคำตอบครูกอยช่วยเหลือกระตุ้นให้เกิดการอภิปรายภายในกลุ่ม 3) ชั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้านักเรียนกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองด้วยวิธีการหลากหลาย 4) ชั้นสังเคราะห์ความรู้ที่นักเรียนนำข้อค้นพบความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน อภิปรายผลและสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด 5) ชั้นสรุปและประเมินค่าของคำตอบนักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตนเองและประเมินผลงานว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด โดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเอง อย่างอิสระทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง และ 6) ชั้นนำเสนอและประเมินผลงานนักเรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระบบองค์ความรู้และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลายครูประเมินผลการเรียนรู้และทักษะกระบวนการ และยังสอดคล้องกับ เรียม จันปญญา (2558, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการสืบพันธุ์ของพืชดอกโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผ่านเกณฑ์ที่มีคะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ จึงทำให้นักเรียนมีความสามารถในการเรียนรู้จากกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนโดยใช้รูปแบบ Problem-based learning สูงกว่ารูปแบบการสอนปกติ เป็นเพราะรูปแบบการเรียนการสอนแบบ Problem-based learning มุ่งคำนึงถึงผู้เรียนเป็นสำคัญ การจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมจะต้องสอดคล้องกับวุฒิภาวะ ความสนใจและความถนัดของผู้เรียน ซึ่งในการจัดกิจกรรมเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกปฏิบัติ ฝึกคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหา ซึ่งการจัดการเรียนรู้รูปแบบ Problem-based learning ครูจะต้องออกแบบและกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน สร้างยุทธวิธีการแก้ปัญหา ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดและฝึกฝนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ฝึกแก้ปัญหาด้วยตนเอง ประการสำคัญส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความตระหนักถึงบทบาทความรับผิดชอบต่อการเรียนของตนเอง ผู้เรียนจะนำการวางแผนและกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ เลือกวิธีการเรียนรู้ และประเมินผลด้วยตนเอง จึงนับว่าเป็นการสอนที่สามารถพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ได้ดีอีกวิธีหนึ่ง

ซึ่งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้จะต้องมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหา คิดอย่างสร้างสรรค์ ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน ได้ลงมือปฏิบัติจริง และยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง ทั้งจากแหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ภายนอกและภายในสถานศึกษา นอกจากนี้การเรียนรูปแบบ Problem-based learning ยังส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้และประสบการณ์ที่แตกต่างกัน เพราะการใช้ปัญหาเป็นฐานผู้เรียนจะต้องมีความรู้และประสบการณ์เดิมที่สามารถนำมาปรับประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น โดยการผสมผสานซึ่งกันและกัน เกิดการเรียนรู้ เกิดแนวคิดใหม่ ๆ ขึ้นได้ ทำให้เป็นผู้ที่มีความทันสมัย ทันเหตุการณ์ และปรับตัวเข้ากับสังคมโลกได้ ซึ่งสอดคล้องกับ วิลาคินส์ อินทร์ (2551, บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผลการศึกษา พบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยใช้รูปแบบ Problem-based learning สูงกว่ารูปแบบการสอนปกติ เป็นเพราะว่าการสอนรูปแบบ Problem-based Learning เป็นการระบุปัญหา กำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐาน ตรวจสอบสมมติฐาน สรุป ประเมินผล และอ้างอิงตามความสมเหตุสมผล คือ เป็นการวัดความสามารถในการแยกแยะส่วนต่าง ๆ หรือส่วนย่อย ๆ หรือเนื้อหาต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีจุดมุ่งหมายสิ่งใด แต่ละเหตุการณ์เกี่ยวพันกันหรือไม่ อย่างไร เหล่านี้เป็นรูปแบบการสอนที่ฝึกฝนให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดและวิเคราะห์ด้วยตนเอง โดยครูจะต้องดำเนินการเรียนรู้และใช้กระบวนการดึงดูความสนใจ ซึ่งมีปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดค้นอย่างอิสระ ใช้ปัญหาเป็นศูนย์กลาง ประยุกต์ความรู้ ทักษะเพื่อแก้ปัญหาและหมั่นพัฒนาตนเองให้เป็นผู้เรียนรู้และเป็นนักแก้ปัญหา อีกทั้งการเรียนรู้อารมณ์แบบ Problem-based learning ยังมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีการแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนภายในกลุ่มและต่างกลุ่ม ช่วยพัฒนาความสามารถในการทำงานกลุ่มร่วมกัน ระบุวิธีการและแหล่งที่จะได้ความรู้ร่วมกัน เช่น การทดลอง การหาความรู้จากผู้เชี่ยวชาญ เอกสารและแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ พร้อมทั้งจะสืบเสาะแสวงหาความรู้ มาอธิบายให้เพื่อนในกลุ่มหรือต่าง ๆ ได้เข้าใจ ซึ่งสอดคล้องกับ เบนจามา เทพบุตรดี (2550, บทคัดย่อ) ศึกษาเรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) และการจัดการเรียนรู้แบบปกติเรื่องการบวกลบคูณหารทศนิยม ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนกลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา

เป็นฐานมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่ากลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังสอดคล้องกับ ทิศนา แจมมณี (2552, หน้า 137) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนับเป็นการจัดสภาพการณ์ของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นเครื่องมือ ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นไปตามเป้าหมาย เพราะเป็นการฝึกเผชิญสถานการณ์ปัญหา สิ่งสำคัญฝึกกระบวนการวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหาพร้อมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในปัญหานั้น ๆ รวมทั้งช่วยให้ผู้เรียนเกิดการใฝ่รู้ เกิดทักษะกระบวนการคิดและกระบวนการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ อีกทั้งยังสอดคล้องกับสำนักวิจัยมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย (2553) ได้กำหนดขั้นตอนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การกำหนดปัญหาในขั้นตอนการกำหนดปัญหา (Problem) ผู้สอนแบ่งกลุ่มนักศึกษาเพื่อร่วมกันระบุปัญหาจากโจทย์ที่ได้รับมอบหมายให้มีความชัดเจน 2) การระดมสมองในขั้นตอนการระดมสมอง (Brain storming) จากกลุ่มนักศึกษาที่แบ่งไว้ในขั้นตอนที่ 1 จะเริ่มเข้าใจปัญหาให้มากขึ้นโดยการแตกปัญหาออกเป็นประเด็นย่อย ๆ เชื่อมโยงปัญหาโดยใช้ “ความรู้เดิม” ก่อน 3) การวิเคราะห์ปัญหาในขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหา (Problem analysis) เริ่มต้นจากการให้กลุ่มนักเรียนวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้เหตุผลซึ่งให้กลุ่มนักเรียนกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อค้นหาข้อมูลที่จะอธิบายผลการวิเคราะห์ที่ตั้งไว้ นักเรียนสามารถบอกได้ว่าความรู้ส่วนใดรู้แล้วส่วนใดต้องกลับไปทบทวนส่วนใดยังไม่รู้หรือจำเป็นต้องไปค้นคว้าเพิ่มเติม 4) การวางแผนการศึกษาค้นคว้าในขั้นตอนการวางแผนการศึกษาค้นคว้า (Planning) นักเรียนได้วางแผนการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลความรู้จากแหล่งต่าง ๆ การจัดสรรแบ่งงานกันของนักเรียนในกลุ่ม 5) การสร้างประเด็นการเรียนรู้และประยุกต์ใช้ข้อมูลเพื่อแก้ปัญหาในขั้นตอนการสร้างประเด็นการเรียนรู้และประยุกต์ใช้ข้อมูลเพื่อแก้ปัญหา (Learning and application) โดยกลุ่มนักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษา ซึ่งเป็น “ความรู้ใหม่” เป็น Input ของการแก้ปัญหา ซึ่งคาดว่าส่วนหนึ่งจะประกอบด้วยแนวคิดหลัก การหรือทฤษฎีที่ต้องการจากนั้นกลุ่มนักเรียนทำการวิเคราะห์สังเคราะห์และประยุกต์ใช้ข้อมูลสำหรับการแก้ปัญหาที่ได้กำหนดไว้จนได้ผลลัพธ์ (Output) ซึ่งเป็นคำตอบสำหรับปัญหา และ 6) การสรุปผลและรายงานผลในขั้นตอนสุดท้ายเป็นการสรุปและรายงานผล (Summary and report) เป็นสิ่งที่ได้เรียนรู้ ดังกล่าวนี้นับว่าการเรียนรู้แบบ Problem-based learning สามารถพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนได้อย่างแท้จริง

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. คุณภาพของโจทย์ปัญหาต้องเลือกปัญหาที่พบบ่อยในสถานการณ์จริงและสร้างปัญหาให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหลักสูตรปัญหาที่ดีจะต้องน่าสนใจและกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถอภิปรายและเรียนลงไปในระดับลึกจนเข้าใจแนวคิดของปัญหามากกว่าการท่องจำสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมของผู้เรียนกับข้อมูลใหม่
2. ภาระงานกลุ่มทั้งครูและผู้เรียนต้องเข้าใจภาระงานการทำงานกลุ่มบทบาทของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มภาระงานกลุ่มที่ดีจะทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิผลยิ่งขึ้น
3. บทบาทและทักษะของครูกูหรือผู้สอนยังมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแต่จะเปลี่ยนไปจากการสอนแบบบรรยายคือไม่ได้เป็นผู้เอาความรู้มาบอกแต่มีบทบาทที่สำคัญในการออกแบบกิจกรรมและบริหารจัดการให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้ตามที่วางแผนไว้เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และพัฒนาวิธีการเรียนรู้และความสามารถในการแก้ปัญหาไปพร้อม ๆ กัน
4. ครูจะต้องได้รับการพัฒนาและฝึกทักษะต่าง ๆ ซึ่งจะช่วยให้การเรียนการสอนประสบความสำเร็จมากขึ้นผู้เรียนก็ต้องได้รับความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการเตรียมความพร้อมก่อนการเรียนแบบนี้
5. ทรัพยากรการเรียนรู้เนื่องจากเป็นแหล่งข้อมูลหรือความรู้ที่สำคัญการเตรียมและจัดหาแหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ที่หลากหลายพร้อมทั้งเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องจึงมีความจำเป็นต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ระหว่างวิธีสอนรูปแบบ Problem-based learning กับรูปแบบการสอนปกติ ในระดับชั้นประถมศึกษา
2. ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ระหว่างวิธีสอนรูปแบบ Problem-based learning กับรูปแบบการสอนปกติ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2545). การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ.
- กรมวิชาการ. (2549). แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2545-2559. กรุงเทพฯ: กรุงเทพมหานคร.
- กรมวิชาการ. (2551). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กัมปนาท ศรีเชื้อ. (2550). องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. เข้าถึงได้จาก www.lei2.obec.go.th/kpn2550/part1.pdf.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2553). การคิดเชิงวิเคราะห์ (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: ชัคเชส มีเดีย.
- ชวลิต ชูกำแหง. (2551). การพัฒนาหลักสูตร. มหาสารคาม: ทีคิวพี.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2553). การจัดการเรียนรู้แนวใหม่. นนทบุรี: สหมิตรพรินต์ติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.
- ชาติร์ สำราญ. (2548). สอนให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์อย่างไร. *สานปฏิรูป*, 8(83), 40-41.
- ณัฐพร ขำสุวรรณ. (2557). ผลการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่องการให้เหตุผลโดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ความใฝ่รู้ใฝ่เรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยม, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ทิสนา แยมมณี. (2548). *จิตวิทยาการสอน*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมเนจ.
- ทิสนา แยมมณี. (2552). *ศาสตร์การสอนองค์ความรู้เพื่อการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นภดล กมลวิลาสเสถียร. (2549). *เทคนิคช่วยให้ลูกเก่งคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: รักลูกแฟมิลี่กรุ๊ป.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2553). *การวิจัยเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- เบญจมาศ เทพบุตรดี. (2550). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) และการจัดการเรียนรู้แบบปกติเรื่องการบวกลบคูณหารทศนิยม. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

- ปริญญา เชาวนาศัย. (2547). แนวคิดของ PBL และการเรียนการสอนทางด้านการจัดการ. *วารสารวิทยาการจัดการ*, 2(กรกฎาคม-ธันวาคม), 12.
- พวงรัตน์ บุญญานุกฤษ. (2544). *การเรียนรู้โดยใช้ปัญหา*. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- พิชิต ฤทธิจรรยา. (2545). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: เฮาส์ ออฟ เคอร์มิสท์.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และเพยาว์ ยินดีสุข. (2550). *ทักษะ 5C เพื่อการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้และการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิสนุ พงศ์ศรี. (2549). *การประเมินผลทางการศึกษา: แนวคิดสู่การปฏิบัติ*. กรุงเทพฯ: เทียมผาการพิมพ์.
- เพ็ญศรี พิลาสันต์. (2551). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวิธีปกติ*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ไพศาล สุวรรณน้อย. (2549, กรกฎาคม-ธันวาคม). การจัดการเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน: การพัฒนาสู่มหาวิทยาลัยวิจัย. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 29(3-4), 16-26.
- มันตรา ธรรมบุญ. (2545). การพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ โดยใช้ PBL (Problem-based learning). *วิชาการ*, 5(กุมภาพันธ์), 11-17.
- มาเรียม พินิจรอบ. (2549). *ผลการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการกลุ่มที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาเรื่องอัตราส่วนและร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ระวีวรรณ ศรีศรีรามกัน. (2552). *เทคนิคการสอน*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- รังสรรค์ ทองสุขนอก. (2547). *ชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ (Problem-based learning) เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- รัชนีวรรณ สุขเสนา. (2550). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง บทประยุกต์กลุ่มสาระ การเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดกิจกรรม การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) กับการเรียนรู้ตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2546). พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พุทธศักราช 2542. กรุงเทพฯ: นานมีบุ๊คพับลิเคชันส์.
- ราตรี เกตบุตรดา. (2546). ผลของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เรียม จันปญฺญะ. (2558). เอกสารการประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยรังสิตประจำปี 2558 (RSU National Research Conference 2015) วันที่ 24 เมษายน 2558. มหาวิทยาลัยรังสิต.
- วนิดา ดีแป้น. (2553). ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ใน โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเลย โดยการวิเคราะห์หุระดับ. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.
- วรรณภา ชื่นนอก. (2554). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.
- วัฒนา รัตนพรหม. (2548). การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก. *ศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 1, 33-45.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2542). การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพฯ: ดันอ้อ.
- วันดี ต่อเพ็ง. (2553). ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชามัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วาสนา กิมเท็ง. (2553). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) ที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และความรู้ใฝ่เรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- วิภาภรณ์ บุญญา. (2541). การศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอน โดยใช้ปัญหาเป็นหลักในวิทยาลัยพยาบาล สังกัดกระทรวงสาธารณสุข. วิทยานิพนธ์พยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการพยาบาลศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิลาศินีย์ อินทร์ชู. (2551). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- วิษา สำราญใจ. (2552). ปัจจัยที่ส่งผลกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเลย เขต 1. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.
- ศศิธร นาคดิลก. (2549). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพฤติกรรมการคิดแก้ปัญหา วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้และไม่ใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
- ศิริพันธุ์ ศิริพันธุ์ และวินิกาญจน์ คงสุวรรณ. (2546). ความสามารถในการคิดวิจารณ์ของนักศึกษาพยาบาลที่เรียนโดยวิธีการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก. ในรายงานการวิจัยวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีนราธิวาส. นราธิวาส: วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีนราธิวาส.
- ศุภิสรา โททอง. (2547). การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ระหว่างการสอน โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) กับการสอนตามคู่มือของ สสวท. กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่องการวัดความยาวในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สสวท. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มขคณิตศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สสวท. (2551). ทักษะ/ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ส เจริญ การพิมพ์.

- สายใจ จำปาหวาย. (2549). *ผลการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและรูปแบบของ สสวท. เรื่อง บทประยุกต์ที่มีต่อผลการเรียนรู้ของนักเรียน ประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.*
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2548). *สานฝันด้วยการคิด. กรุงเทพฯ: เสมาธรรม.*
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2555). *รายงานการติดตามประเมินผลการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศภายใต้แผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 10 และติดตามความก้าวหน้าปีแรกของแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 11. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.*
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2550). *ยุทธศาสตร์การพัฒนาคุณภาพการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ. กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.*
- สำนักมาตรฐานการศึกษาและพัฒนารการเรียนรู้. (2550). *การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน. กรุงเทพฯ: สำนักมาตรฐานการศึกษาและพัฒนารการเรียนรู้.*
- สำนักวิจัยมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย. (2553). *สังเคราะห์ขั้นตอนการใช้ปัญหาเป็นฐาน. ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย.*
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2549). *แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์. กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา.*
- สุกัญญา กตัญญู. (2542). *ผลของการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาประถมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.*
- สุคนธ์ สิ้นธพานนท์. (2545). *การจัดกระบวนการเรียนรู้: เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.*
- สุดาลักษณ์ เข้มพรมมา. (2548). *ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนกลุ่มบูรพา สังกัดกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยรามคำแหง.*
- สุธี พรรณหาญ. (2547). *การใช้ปัญหาเป็นฐานในการสอนไฟฟ้า ของนักศึกษาสถาบันราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์. วิทยานิพนธ์การศึกษาคณะศึกษาศาสตร์, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.*
- สุวิทย์ มูลคำ. (2550). *กลยุทธ์...การสอนการคิดวิเคราะห์. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.*
- สุวิทย์ มูลคำ. (2551). *21 วิธีจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.*

- สุวิทย์ มูลคำ และคณะ. (2551). *การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการคิด* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: อี. เค. บู้คส์.
- เสริญม โตรัตน์. (2546). การสอนเพื่อสร้างทักษะการคิดวิเคราะห์. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 1(1), 26-36.
- เสริมศรี เวชชะ และทัศนีย์ เกริกกุลธร. (2544). *เจตคติและสมรรถนะในการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาหลักของอาจารย์พยาบาลวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี ในเขตจังหวัดสระบุรี สถาบันพระบรมราชชนก. สระบุรี: วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี สระบุรี.*
- อนุชิต ถ้ายอดมรรคผล. (2542). *เก่งคิดคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ข้าวฟ่าง.
- อรจรรย์ ณ ตะกั่วทุ่ง. (2545). *สื่อยอดพัฒนาการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ: เอ็กชเปอร์เน็ทบุคส์.
- อากรณ์ แสงรัสมิ. (2543). *ผลของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักต่อลักษณะการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.*
- Ahlfeldt, S. L. (2004). Problem-based learning in the public speaking classroom. *Dissertation Abstracts International*, 65(1), 21-A .
- Anastasi, A. (1982). *Psychological testing* (5th ed.). New York: Macmillan.
- Barell, J. (1998). *PBL an inquiry approach*. Illinois: Skylight Training and Publishing.
- Barrows, H. S. (1996). *Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Barrows, H. S. (2000). *Problem-based learning applied to medical education*. Southern Illinois: University School of Medicine.
- Best, J. W. (1981). *Research in education* (4th ed.). New Jersey: Prentice Hall.
- Bloom, B. A. (1961). *Taxonomy of educational objectives handbook I: Cognitive domain*. New York: David Mc Kay.
- Brown, B. L. (2002). Improving teaching practices through action research. *Dissertation abstracts International*, 63(04), 1304-A .
- Brown, S., & Walter, M. (1990). *The art of problem posing* (2nd ed.). New York: Lawrence.
- Candela, L. L. (1998). Problem based learning versus lecture: Effects on multiple choice test scores in associate degree nursing student. *Dissertation Abstracts International*, 60, 177.

- Duch, B. J., Groh, S. E., & Allen, D. E. (2001). *The power of problem-based learning: A practical "How to" for teaching undergraduate courses in any discipline*. Virginia: Stylus.
- Eysenck, J., Arnold, W., & Meili, R. (1972). *Encyclopedia of psychology*. London: Search Press.
- Good, C. V. (1973). *Dictionary of education* (3rd ed.). New York: McGraw-Hill.
- Hesterberg, L. J. (2005). Evaluation of a problem-base learning practice course: DoSelf-efficacy critical thinking, and assessment skills improve?. *DissertationAbstracts International*, 66(1), 347-A .
- Hmelo-Silver, C. E., & Barrows, H. S. (2006). Goals and strategies of a problem-based learning facilitator. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 1, 21-39.
- Katwibun Duanghathai. (2004). Middle school Students' Mathematies Dispositions in a Problem-base Classroom. *Dissertation Abstracts International*, 65(5), 1708-A.
- Marzano, R. J. (2001). *Designing a new taxonomy of educational objectives*. California: Corw in Press.
- Pedersen, S. (2000). *Cognitive modeling during problem- based learning: The effects of a hypermedia expert tool*. Austin, Texas: Unpublish doctoral Dissertation, university of Texas at Austin.
- Savin-Baden, M. (2003). *Facilitating problem-based learning*. England: Open University Press/SRHE.
- Shore, M., Shore, J., & Boggs, S. (2004). Allied health application integrated into developmental mathematics using problem based learning. *Mathematics & Computer Education*, 38, 183-189.
- Torp, L., & Sage, S. (2002). *Problems as possibilities: Problem-based learning for K-16 education*. Alexandria VA: ASCD.
- Walker, P. B. (1985). *A descriptive study of the relationship of teaching level and subject area assignment to teachers attitude toward critical Thinking*. Virginia: Commonwealth University.
- Watson, G., & Glazer, Z. E. M. (1964). *Critical thinking appraisal manual*. New York: Brace and World.
- Woods, D. R. (1994). *Problem-based learning: How to gain the most from PBL*. Hamilton: Woods Publisher.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ
- หนังสือขอความอนุเคราะห์

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นาวาตรี ดร.พงศ์เทพ จิระโร
อาจารย์มหาวิทยาลัยบูรพา
2. อาจารย์ ดร.สมคิด อินเทพ
อาจารย์มหาวิทยาลัยบูรพา
3. อาจารย์ พาวา พงษ์พันธุ์
อาจารย์มหาวิทยาลัยบูรพา
4. นางสาวอังสุมารินทร์ อนุติ
รองผู้อำนวยการสถานศึกษา
วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนเมืองพัทยา 5
5. นางอรอนงค์ จตุรป่า
ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนเมืองพัทยา 5

(สำเนา)

ที่ ศธ ๖๖๒๑/ว.๐๖๒๘

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

๑๖๕ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข

อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑๖ มีนาคม ๒๕๕๕

เรื่อง ขอกความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย
เรียน

สิ่งที่ส่งมาด้วย คำโครงการวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวณัฐพร เอี่ยมทอง นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ที่เรียน โดยรูปแบบ Problem Based Learning กับรูปแบบ การสอนปกติ” โดยอยู่ในความดูแลของ ดร.คมสัน ศรีไพบูลย์ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ใน ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอกความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบ ความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่า จะคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) เชษฐ ศรีสวัสดิ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศรีสวัสดิ์)

รองคณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

ผู้อำนวยการแทนอธิการมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๖

โทรสาร ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๕

ผู้วิจัย

๐๖๑-๕๘๐๖๕๓๕

ภาคผนวก ข

- แผนการจัดการเรียนรู้ (PBL)
- แผนการสอนปกติ

แผนการจัดการเรียนรู้ (PBL)

แผนการเรียนรู้ที่ 2 เขตของจุดยอดและเส้นเชื่อม	หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องทฤษฎีกราฟ
เบื้องต้น รายวิชาเพิ่มเติม คณิตศาสตร์ เล่ม 4	กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559	เวลา 2 ชั่วโมง

ผลการเรียนรู้

ค.ม.5-2/4 เขียนกราฟเมื่อกำหนดเขตของจุดยอดและเส้นเชื่อมให้ และระบุได้ว่ากราฟที่กำหนดให้เป็นกราฟออยเลอร์หรือไม่

ด้านความรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เขียนกราฟ G เมื่อกำหนดเขตของจุดยอด $V(G)$ และเขตของเส้นเชื่อม $E(G)$ มาให้ได้
2. หาเขตของจุดยอด $V(G)$ และเขตของเส้นเชื่อม $E(G)$ ของกราฟที่กำหนดให้
3. หาเส้นเชื่อมขนาน วงวน จากกราฟที่กำหนดให้
4. หาจุดยอดประชิดจากกราฟที่กำหนดให้

ด้านทักษะและกระบวนการ

1. การเชื่อมโยง
2. การสื่อสาร สื่อความหมาย และนำเสนอข้อมูล
3. การแก้ปัญหา

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มุ่งมั่นในการทำงาน
2. มีวินัย

สาระการเรียนรู้

บทนิยาม 1

กราฟ G ประกอบด้วยเซตจำกัด 2 เซตคือ

1. เซตที่ไม่เป็นเซตว่างของจุดยอด (Vertex) แทนด้วยสัญลักษณ์ $V(G)$
2. เซตจำกัดของเส้นที่เชื่อมระหว่างจุดยอด แทนด้วยสัญลักษณ์ $E(G)$

บทนิยาม 2

เส้นเชื่อมตั้งแต่ 2 เส้นที่เชื่อมระหว่างจุดยอดคู่เดียวกัน เรียกว่า เส้นเชื่อมขนาน (Parallel edges) เส้นเชื่อมที่เชื่อมจุดเพียงจุดเดียว เรียกว่า วงวน (loop)

บทนิยาม 3

จุดยอด U และจุดยอด V ของกราฟ เป็นจุดยอดประชิด (adjacent vertices) ก็ต่อเมื่อมีเส้นเชื่อมระหว่างจุดทั้งสอง

เส้นเชื่อม e ของกราฟเกิดกับจุดยอด V ถ้าจุดยอด V เป็นจุดปลายจุดหนึ่งของเส้นเชื่อม e

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
 - ทักษะการคิดแก้ปัญหา
 - ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
3. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
 - กระบวนการปฏิบัติ
 - กระบวนการทำงานกลุ่ม
4. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี
 - กระบวนการสืบค้นข้อมูล

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 การกำหนดปัญหา

1. ครูสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับเส้นทางในการเดินทางในเมืองพัทยาต่าง ๆ ที่มีการใช้เวลานานในการเดินทาง
2. ครูแจกใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง “กราฟ” มาให้นักเรียนพิจารณาศึกษา

ใบกิจกรรมที่ 1 กราฟ

(กำหนด ให้เลือกสมาชิก 1 คนในกลุ่มเป็นสุรพงษ์)

วันหยุดที่ผ่านมาสุรพงษ์กับแม่ได้ไปซื้อของใช้ที่ห้างสรรพสินค้าโลตัส สาขาพญาเหนือ ขณะเดินซื้อของอยู่นั้นพ่อโทรศัพท์เข้ามาบอกเข้าบ้านไม่ได้ เนื่องจากลืมกุญแจอยู่ในบ้าน แม่จึงให้สุรพงษ์กลับไปบ้าน ซึ่งอยู่บริเวณตลาดนาเกลือ โดยให้ใช้เส้นสุชุมวิท ส่วนขากลับมารับแม่ให้ใช้เส้นทางลัด เพื่อแวะรับน้องสาวที่โรงเรียน โปธิสัมพันธ์ฯ

จากสถานการณ์ดังกล่าวให้นักเรียนปฏิบัติดังนี้

- 1) ให้เขียนแผนภาพการเดินทางไป-กลับของสุรพงษ์
- 2) เขียนเซตจำกัดที่ไม่เป็นเซตว่างของจุดแทนด้วยสัญลักษณ์ $V(G)$ พร้อมหาจำนวนของจุดยอด
- 3) เขียนเซตจำกัดของเส้นที่เชื่อมระหว่างจุดแทนด้วยสัญลักษณ์ $E(G)$ พร้อมหาจำนวนของเส้นเชื่อม
- 4) หาเส้นเชื่อมขนาน (Paralle edges)
- 5) หาจุดยอดประชิด

2. นักเรียนแบ่งกลุ่มกลุ่มละ 4-5 คน ซึ่งมีทั้งนักเรียนเก่ง ปานกลางและอ่อนปะปนกัน
3. จากนั้นแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบภายในกลุ่ม โดยหมุนเวียนไม่ให้ซ้ำหน้าที่กัน
4. แต่ละกลุ่มร่วมกันกำหนดปัญหาที่จะเกิดขึ้นจากใบกิจกรรมที่ 1

ขั้นที่ 2 ระดมสมอง

1. นักเรียนร่วมกันบอกถึงปัญหาที่พบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้
2. นักเรียนร่วมกันกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้อันเป็นเครื่องมือที่นำไปสู่การแก้ปัญหาจากสถานการณ์
3. ครูให้แต่ละกลุ่มนำเสนอเรื่องที่จำเป็นต้องศึกษา โดยช่วยกันเติมเต็มหัวข้อเรื่องให้สมบูรณ์และชัดเจนขึ้น

ขั้นที่ 3 การวิเคราะห์ปัญหา

1. ให้สมาชิกภายในกลุ่มอภิปรายวิเคราะห์ปัญหาและตั้งสมมติฐาน หากกลุ่มใดไม่มีความชัดเจนครูคอยชี้แนะช่วยเหลือ
2. นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์หาประเด็นต่าง ๆ เพื่อจะได้ร่วมมือกันแก้ไขปัญหา

3. หัวหน้ากลุ่มคอยซักถามสมาชิกในกลุ่ม หากเพื่อนคนใดไม่เข้าใจก็ช่วยกันบอก ชี้แนะ และให้ความกระจ่างและหากในกลุ่มไม่สามารถให้ข้อชี้แนะได้ก็สามารถขอคำชี้แนะจากครูผู้ดูแลต่อไป

ขั้นที่ 4 การวางแผนการศึกษาค้นคว้า

1. สมาชิกในกลุ่มช่วยกันวางวัตถุประสงค์ เพื่อหาคำตอบของปัญหา

2. วางแผนและขั้นตอนการดำเนินงานร่วมกันสืบค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่นั้นจากแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ

3. หากสมาชิกในกลุ่มมีความคิดเห็นแตกต่างให้นำเสนอแนวคิดนั้น ๆ ได้โดยหาเหตุ และผลให้ความสัมพันธ์กับหัวข้อดังกล่าว

4. เมื่อกลุ่มจัดลำดับความสำคัญและทุกคนเห็นสอดคล้องกันแล้วก็ดำเนินงานในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 5 การสร้างประเด็นการเรียนรู้และประยุกต์ใช้ข้อมูลเพื่อแก้ปัญหา

1. นักเรียนวิเคราะห์ประเด็นปัญหาพร้อมกับการอภิปราย กล่าวถึงข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ โดยครูคอยกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละคนอภิปรายแนวคิดของตนเองออกมา

2. ครูแจกใบความรู้ที่ 1 เรื่อง กราฟ ให้นักเรียนศึกษาด้วยตนเอง เรียนรู้จากใบความรู้ ห้องสมุด Internet หรือแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ตามความสนใจของนักเรียนและเขียนสรุปความรู้ที่ได้ศึกษา

3. เมื่อแต่ละคนศึกษาข้อมูลและความรู้ต่าง ๆ แล้ว นำมาอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม จากนั้นสรุปหาแนวทางของกลุ่ม

4. ครูคอยสังเกตพฤติกรรมและตรวจสอบความชัดเจนในการเรียนรู้ของนักเรียนว่ามีเหตุ หรือผลเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร และครูคอยซักถามถึงเหตุผลของการตัดสินใจ

ขั้นที่ 6 การสรุปผลและรายงานผล

1. ครูให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มรายงานผลการศึกษาค้นคว้า โดยให้รายงานตามหัวข้อ คือ สมาชิกกลุ่ม ปัญหา ข้อเท็จจริงจากปัญหา ประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้า วิธีการศึกษา แหล่งข้อมูล ผลสรุปที่ได้จากการแก้ปัญหา

2. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนคนอื่น ๆ ซักถาม เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และมีข้อมูลที่แตกต่างออกไป

3. ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จากสถานการณ์ที่ 1 ในแง่ของปัญหาที่พบเจอในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้และสิ่งที่ส่งเสริมการเรียนรู้

4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปเกี่ยวกับความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าทั้งหมด สิ่งสำคัญที่ครูเน้นย้ำคือ ปัญหาหรือข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นขอให้แต่ละคนจดจำ เมื่อเกิดขึ้นในคราวต่อไป ก็จะสามารรถแก้ปัญหาได้ นอกจากนี้ครูยังซักถามถึงประเด็นปัญหาต่าง ๆ ที่นักเรียนคนใดยังไม่เข้าใจหรือไม่มีความชัดเจน ครูกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและปฏิบัติกิจกรรมอีกครั้งหนึ่ง

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน โดยการสื่อความหมายที่กระชับ ชัดเจน เข้าใจง่าย

6. แต่ละกลุ่มร่วมกันประเมินวิธีการและเทคนิคการแก้ปัญหา พร้อมกับชี้ให้เห็นถึง คำตอบที่ได้รับ โดยมีเกณฑ์การประเมินที่ครูเตรียมไว้ให้

สื่อการเรียนรู้/ แหล่งเรียนรู้

- ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง “กราฟ”
- ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง “กราฟ”
- หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม คณิตศาสตร์ เล่ม 4 ม.4-6 กระทรวงศึกษาธิการ

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด/ ประเมิน	วิธีการ	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์
<p>ด้านความรู้</p> <p>1. เขียนกราฟ G เมื่อกำหนดเซตของจุดยอด $V(G)$ และเซตของเส้นเชื่อม $E(G)$ มาให้ได้</p> <p>2. หาเซตของจุดยอด $V(G)$ และเซตของเส้นเชื่อม $E(G)$ ของกราฟที่กำหนดให้</p> <p>3. หาเส้นเชื่อมขนาน ววงวน จากกราฟที่กำหนดให้</p> <p>4. หาจุดยอดประชิดจากกราฟที่กำหนดให้</p>	<p>- ตรวจใบกิจกรรม</p> <p>แบบฝึกหัด</p>	<p>- ใบกิจกรรม</p> <p>- แบบฝึกหัด</p>	<p>ถูกต้อง</p> <p>ร้อยละ 80</p> <p>ขึ้นไป</p>
<p>ด้านทักษะและกระบวนการ</p> <p>1. การเชื่อมโยง</p> <p>2. การสื่อสาร สื่อความหมาย และนำเสนอข้อมูล</p> <p>3. การแก้ปัญหา</p>	<p>ตรวจใบกิจกรรม</p> <p>แบบฝึกหัด</p> <p>สังเกตพฤติกรรมระหว่างเรียน</p>	<p>- ใบกิจกรรม</p> <p>- แบบฝึกหัด</p> <p>- แบบประเมินใบกิจกรรม, แบบฝึกหัด</p>	<p>ผ่านเกณฑ์</p> <p>ในระดับดีขึ้นไป</p>

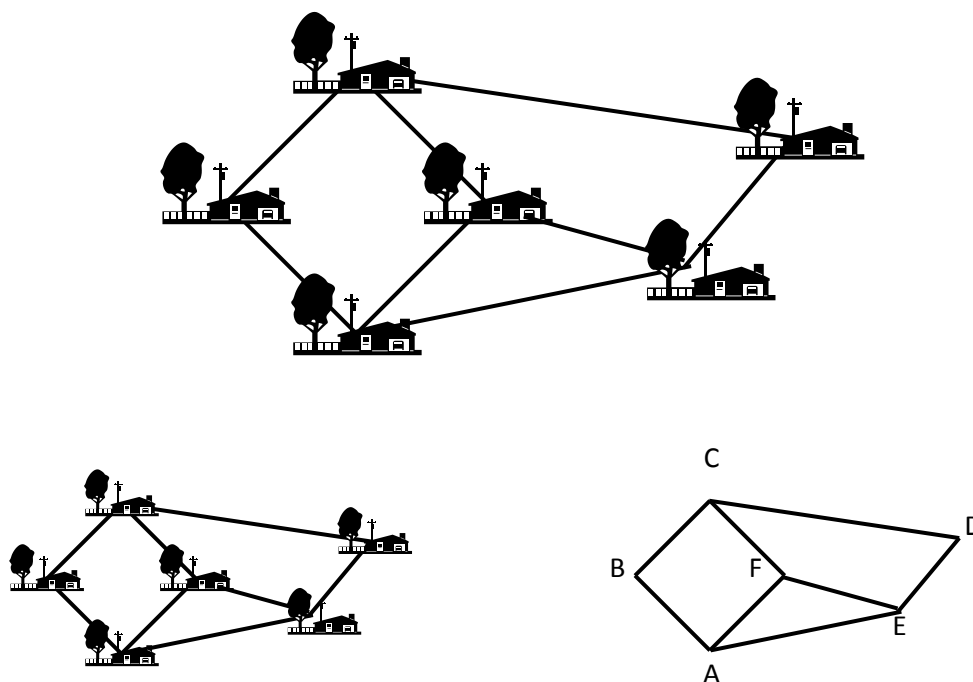
สิ่งที่ต้องการวัด/ ประเมิน	วิธีการ	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์
คุณลักษณะอันพึงประสงค์ 1. มุ่งมั่นในการทำงาน 2. มีวินัย	สังเกตจาก การร่วมกิจกรรม การเรียนรู้	แบบประเมิน พฤติกรรม	ผ่านเกณฑ์ ในระดับดี ขึ้นไป

ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง กราฟ (Graph)

ทฤษฎีกราฟเป็นคณิตศาสตร์แขนงหนึ่งที่สามารถนำความรู้ในเรื่องนี้ไปใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ เช่น ปัญหาที่เกี่ยวกับการวางผังเมือง การวางสายโทรศัพท์ หรือปัญหาอื่น ๆ ในชีวิตประจำวัน ก่อนที่จะศึกษาบทนิยามและทฤษฎีของกราฟ พิจารณาตัวอย่างของถนนเชื่อมระหว่างหมู่บ้านที่อยู่ในตำบลต่าง ๆ ดังนี้

ตัวอย่าง

ในอำเภอหนึ่งมีตำบลอยู่ 6 ตำบล ได้แก่ ตำบล A, B, C, D, E และ F ระหว่างตำบลต่าง ๆ จะมีถนนเชื่อมระหว่างตำบล ซึ่งแสดงด้วยแผนภาพดังนี้



ในรูปจะแทนตำบลต่าง ๆ ด้วยจุด และแทนถนนที่เชื่อมระหว่างตำบลด้วยเส้นที่เชื่อมระหว่างจุดจากแผนภาพจะเห็นว่า ทุกตำบลจะมีถนนเชื่อมติดต่อกันจากตำบล A จะมีถนนเชื่อมตรงไปยังตำบล B, E และ F แต่ถ้าจะเดินทางจากตำบล A ไปยังตำบล D ซึ่งไม่มีถนนเชื่อมโดยตรงจะต้องเดินทางไปให้ถึงตำบล C หรือ E ก่อน เพื่อหาถนนที่เชื่อมต่อไปยังตำบล D เช่น

ใช้ถนนที่เชื่อมระหว่างตำบล A และ E และ ถนนที่เชื่อมระหว่างตำบล E และ D



แผนภาพและแผนผังในตัวอย่างที่กล่าวมาข้างต้นเป็นตัวอย่างหนึ่งของ “กราฟ” ในกราฟแต่ละรูปจะประกอบด้วย จุด (vertex) และเส้น (edge) ที่เชื่อมระหว่างจุด

บทนิยาม

กราฟ (Graph) G ประกอบด้วยเซตจำกัด 2 เซต คือ

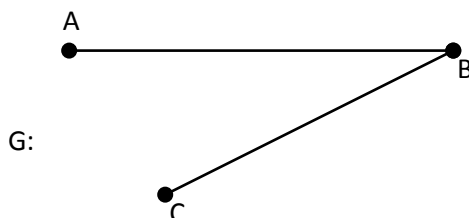
1. เซตจำกัดที่ไม่เป็นเซตว่างของจุด แทนด้วยสัญลักษณ์ $V(G)$
2. เซตจำกัดของเส้นที่เชื่อมระหว่างจุด แทนด้วยสัญลักษณ์ $E(G)$

ตัวอย่างที่ 1 ให้กราฟ G ประกอบด้วย

$$V(G) = \{ A, B, C \} \text{ และ}$$

$$E(G) = \{ \{A,B\}, \{B,C\} \}$$

เขียนภาพแทนกราฟ G ได้ดังนี้

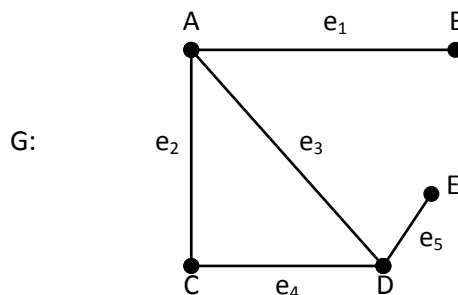


นอกจากการกำหนดเซตของเส้นเชื่อมในตัวอย่างที่กล่าวมาแล้วยังมีวิธีการกำหนดแบบอื่นอีก เช่น

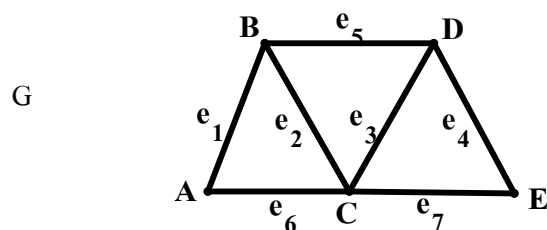
ตัวอย่างที่ 2 กำหนดกราฟ G ดังรูป

$$V(G) = \{ A, B, C, D, E \}$$

$$E(G) = \{ e_1, e_2, e_3, e_4, e_5 \}$$



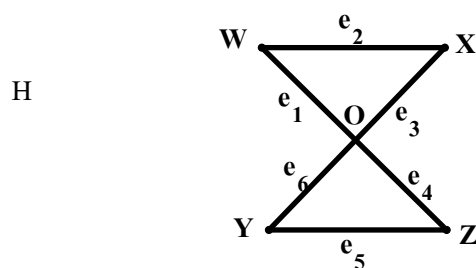
ตัวอย่างที่ 3 จากกราฟ G จงหา $V(G)$, $E(G)$



วิธีทำ จากกราฟ G จะได้ว่า

$V(G) = \{A, B, C, D, E\}$ $E(G) = \{e_1, e_2, e_3, e_4, e_5, e_6, e_7\}$ หรือ $E(G) = \{AB, BC, CD, DE, BD, AC, CE\}$

ตัวอย่างที่ 4 จากกราฟ H จงหา $V(H)$, $E(H)$



วิธีทำ จากกราฟ H จะได้ว่า

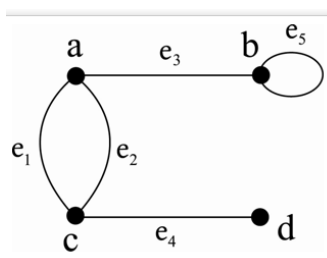
$V(H) = \{W, X, O, Y, Z\}$

$E(H) = \{e_1, e_2, e_3, e_4, e_5, e_6\}$ หรือ

$E(H) = \{WO, WX, XO, OZ, YZ, YO\}$

บทนิยาม

เส้นเชื่อมตั้งแต่ 2 เส้น ที่เชื่อมระหว่างจุดยอดคู่เดียวกันเรียกว่า เส้นเชื่อมขนาน (Parallel edges) เส้นเชื่อมที่เชื่อมจุดยอดเพียงจุดเดียวเรียกว่า “วงวน” (loop)

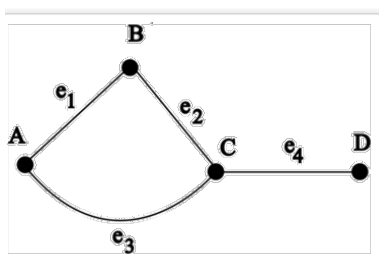


จากรูปจะเห็นว่า

e_1 และ e_2 เป็น เส้นเชื่อมขนาน เส้นเชื่อม e_5 เป็นวงวน ในกรณีที่กราฟไม่มีเส้นเชื่อมขนาน สามารถใช้สัญลักษณ์ AB เพื่อแทนเส้นเชื่อมระหว่างจุดยอด A และ B ได้ เช่น กราฟในตัวอย่างที่ 1 สามารถเขียนเซตของเส้นเชื่อม $E(G)$ ได้ใหม่เป็น $E(G) = \{AB, BC, AC, CD\}$

บทนิยาม

จุดยอด u และจุดยอด v ของกราฟ เป็นจุดยอดประชิด (*Adjacent Vertices*) ก็ต่อเมื่อ มีเส้นเชื่อมระหว่างจุดทั้งสอง และเราเรียกจุดยอด u และ v ว่าจุดปลาย (*End Point*) ของเส้นเชื่อมนั้น เส้นเชื่อม e ของกราฟ เกิดกับ (*Incident*) จุดยอด v ถ้าจุดยอด v เป็นจุดปลายจุดหนึ่งของเส้นเชื่อม



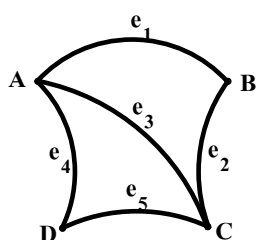
จากกราฟจะเห็นว่า

จุดยอด A และจุดยอด B เป็นจุดยอดประชิด

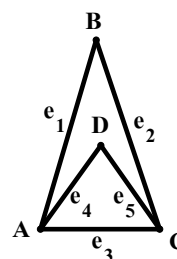
จุดยอด A และจุดยอด C เป็นจุดยอดประชิด
 จุดยอด B และจุดยอด C เป็นจุดยอดประชิด
 จุดยอด C และจุดยอด D เป็นจุดยอดประชิด
 แต่ จุดยอด A และจุดยอด D ไม่เป็นจุดยอดประชิด
 จุดยอด B และจุดยอด D ไม่เป็นจุดยอดประชิด

หมายเหตุ

1. ในการเขียนแผนภาพของกราฟนั้น จะกำหนดตำแหน่งของจุดยอด ณ ตำแหน่งใดก็ได้ และลากเส้นเชื่อมของกราฟเป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้งมีความยาวเป็นเท่าใดก็ได้ เช่น



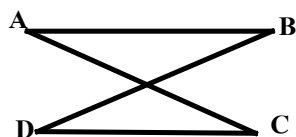
รูปที่ 1



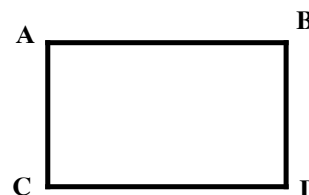
รูปที่ 2

กราฟรูปที่ 1 และกราฟรูปที่ 2 ถือว่าเป็น กราฟเดียวกัน

2. เส้นเชื่อมสองเส้นของกราฟอาจลากตัดกันได้ โดยที่จุดตัดของเส้นทั้งสองไม่ถือว่าเป็นจุดยอดของกราฟ เช่น กราฟ



ซึ่งสามารถเขียนใหม่เป็น



แผนการจัดการเรียนรู้

แผนการเรียนรู้ที่ 2 ดิกรีของจุดยอด	หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น
รายวิชาเพิ่มเติม คณิตศาสตร์ เล่ม 4	กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2	ปีการศึกษา 2559 เวลา 2 ชั่วโมง

ผลการเรียนรู้

- เขียนกราฟเมื่อกำหนดจุดยอดและเส้นเชื่อมให้ และระบุได้ว่ากราฟที่กำหนดให้เป็นกราฟ ออยเลอร์หรือไม่
- นำความรู้เรื่องกราฟไปใช้แก้ปัญหาบางประการ

มาตรฐาน/ ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ตัวชี้วัด

- ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา
- ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม
- ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผล ได้อย่างเหมาะสม
- ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมายและการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้องและชัดเจน
- เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ
- มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

- หาเซตของจุดยอด $V(G)$ และเซตของเส้นเชื่อม $E(G)$ ของกราฟที่กำหนดให้ได้
- เขียนกราฟ G เมื่อกำหนดเซตของจุดยอด $V(G)$ และเซตของเส้นเชื่อม $E(G)$ มาให้ได้
- หาจุดยอดประชิดและเส้นเชื่อมเกิดกับจุดยอดในกราฟที่กำหนดให้ได้
- หาเส้นเชื่อมขนาน (Parallel edges) และวงวน (loop) ได้

5. บอกได้ว่ากราฟที่กำหนดให้เป็นกราฟเชิงเดียว (Simple graph) หรือกราฟหลายเชิง (multi graph)

6. สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยใช้กราฟแทนสถานการณ์ได้

7. แก้ปัญหาบางปัญหาโดยใช้กราฟเป็นแบบจำลองได้

ด้านทักษะและกระบวนการ

1. การเชื่อมโยง

2. การสื่อสาร สื่อความหมาย และนำเสนอข้อมูล

3. การแก้ปัญหา

ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์

1. ใฝ่รู้และทำงานอย่างเป็นระบบ

2. มีระเบียบวินัย

3. รอบคอบ

4. รับผิดชอบ

5. มีวิจารณญาณ

6. มีความเชื่อมั่นในตนเอง

สาระการเรียนรู้

บทนิยาม

ดีกรี (degree) ของจุดยอด V ในกราฟคือ จำนวนครั้งทั้งหมดที่เส้นเชื่อมเกิดกับจุดยอด V

ใช้สัญลักษณ์ $\deg v$ แทนดีกรีของจุดยอด v

ทฤษฎีบท 1: ผลรวมของดีกรีของจุดยอดทุกจุดในกราฟเท่ากับสองเท่าของจำนวน

เส้นเชื่อมในกราฟ

ข้อสังเกต

ผลรวมของดีกรีของจุดยอดทุกจุดในกราฟเป็นจำนวนคู่เสมอ

บทนิยาม

จุดยอดที่มีดีกรีเป็นจำนวนคู่ เรียกว่า จุดยอดคู่ (even vertex)

จุดยอดที่มีดีกรีเป็นจำนวนคี่ เรียกว่า จุดยอดคี่ (odd vertex)

ทฤษฎีบท 2 : ทุกกราฟจะมีจุดยอดคี่เป็นจำนวนคู่

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร

2. ความสามารถในการคิด

- ทักษะการคิดแก้ปัญหา
- ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
- 3. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
 - กระบวนการปฏิบัติ
 - กระบวนการทำงานกลุ่ม
- 4. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี
 - กระบวนการสืบค้นข้อมูล

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำ

1. ครูสนทนาของนักเรียนถึงจังหวัดชลบุรีว่ามีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดใดบ้างและแบ่งพื้นที่ออกได้กี่อำเภอ
2. ครูซักถามนักเรียนแต่ละคนว่าอาศัยอยู่ในอำเภอใดบ้างในจังหวัดชลบุรี
3. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายถึงเส้นทางการคมนาคมของจังหวัดชลบุรี

ขั้นสอน

1. นักเรียนแบ่งกลุ่มโดยมีนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน รวมกันกลุ่มละ 5-6 คน โดยแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบไม่ให้ซ้ำกับกลุ่มเก่า
2. ครูนำใบความรู้ เรื่อง “ดีกรีของจุดยอด” มาแจกให้กับนักเรียนทุกคน
3. นักเรียนแต่ละคนศึกษาใบความรู้ร่วมกัน โดยนักเรียนที่เรียนเก่งจะเป็นผู้คอยให้คำปรึกษาชี้แนะภายในกลุ่ม เมื่อมีปัญหาหรือข้อสงสัย ทั้งนี้ครูผู้สอนจะคอยสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่มอย่างใกล้ชิด
4. นักเรียนแต่ละกลุ่มสนทนาถึงเนื้อหาที่ได้รับจากใบความรู้ โดยให้แต่ละคนแสดงความคิดเห็น แนวคิดต่าง ๆ ออกมา
5. เลขานุการกลุ่มจัดบันทึกและข้อมูลที่ได้รับการศึกษาในใบความรู้ที่ครูแจก
6. นักเรียนแต่ละคนทำใบงานที่ 2 เรื่อง ดีกรีของจุดยอด เมื่อทำเสร็จแล้วหัวหน้ากลุ่มรวบรวมมาส่งที่โต๊ะครู
7. ครูและนักเรียนช่วยกันตรวจผลงานและส่งคืนนักเรียนเพื่อให้นักเรียนแต่ละคนเห็นข้อบกพร่องและข้อผิดพลาดของตนเอง

ขั้นสรุป

1. ครูเรียกตัวแทนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอความรู้ที่ได้รับหน้าชั้นเรียน

2. หากกลุ่มใดเสนอเนื้อหาที่มีข้อบกพร่องและผิดพลาด ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนกลุ่มอื่นให้ข้อชี้แนะ ข้อแนะนำต่าง ๆ ให้เกิดความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

3. ครูสรุปเนื้อหาที่ชัดเจนและสมบูรณ์ให้นักเรียนฟังอีกครั้งหนึ่ง

4. ครูมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดจากหนังสือเรียน เพื่อฝึกฝนทักษะความรู้ที่ได้เรียนไป และนำมาส่งครูในชั่วโมงต่อไป

สื่อการเรียนรู้/ แหล่งเรียนรู้

- ใบความรู้เรื่อง “คีรีของจุดยอด”

- ใบงาน เรื่อง คีรีของจุดยอด

- หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม คณิตศาสตร์ เล่ม 4 ม. 4-6 กระทรวงศึกษาธิการ

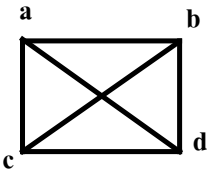
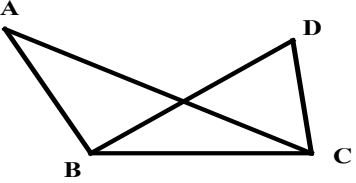
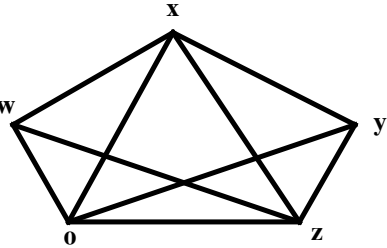
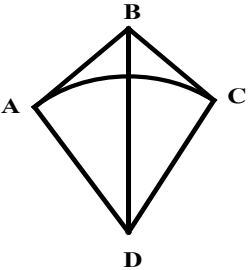
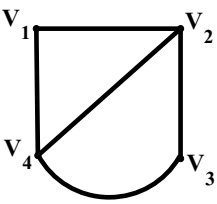
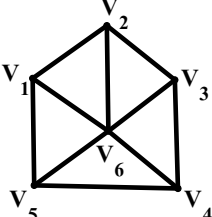
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

1. สังเกตพฤติกรรมการทำงานร่วมกัน

2. ตรวจสอบผลงานจากใบงาน และแบบฝึกหัด

ใบงานที่ 1

1. จงเติมคำตอบลงในช่องว่างแต่ละข้อให้ถูกต้องสมบูรณ์

กราฟ G	V(G)	E(G)
ตัวอย่าง 	{ a , b , c , d }	{ ab , ad , ac , bc , bd , dc }
1. 		
2. 		
3. 		
4. 		
5. 		

2. จงเขียนแผนภาพของกราฟ G เมื่อกำหนดให้

(1) $V(G) = \{ A, B, C, D, E, F \}$

$$E(G) = \{ AB, BC, BD, BE, CD, EF \}$$

(2) $V(G) = \{ v_1, v_2, v_3, v_4, v_5 \}$

$$E(G) = \{ v_1 v_2, v_1 v_3, v_2 v_3, v_3 v_4, v_2 v_5 \}$$

(3) $V(G) = \{ v_1, v_2, v_3, v_4 \}$

$$E(G) = \{ v_1 v_1, v_1 v_2, v_2 v_3, v_2 v_4, v_3 v_3, v_4 v_4 \}$$

(4) $V(G) = \{ k, m, n, q, r \}$

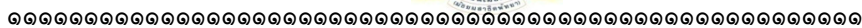
$$E(G) = \{ km, mp, kp, qr \}$$

(5) $V(G) = \{ v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8 \}$

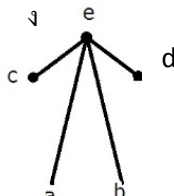
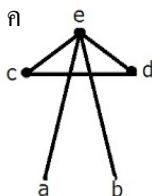
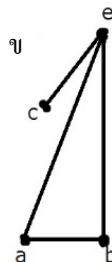
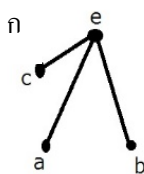
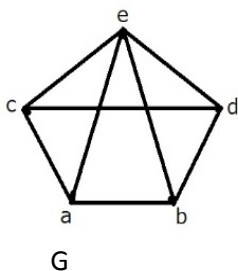
$$E(G) = \{ v_1 v_2, v_3 v_4, v_3 v_8, v_4 v_5, v_4 v_7, v_5 v_6, v_6 v_7, v_7 v_8 \}$$

ผนวก ก

- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น
- เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น
- แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์
- เฉลยแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์



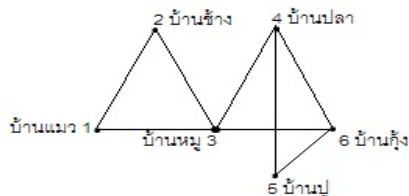
23). กำหนดกราฟ G กราฟในข้อใดต่อไปนี้ เป็นต้นไม้แก่ทั่วกราฟ G (ค ม.5-2/5)



24). ตาข่ายวอลเลย์บอล เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 50 x 700 ช่อง สามารถตัดเส้นตาข่ายได้มากที่สุดกี่เส้นก่อนที่ตาข่ายจะขาดออกจากกัน 2 ส่วน (ค ม.5-2/5)

- ก. 25,000
- ข. 30,000
- ค. 35,000
- ง. 40,000

25). กำหนดข่ายงานการเชื่อมโยงระหว่างเสาไฟฟ้าและสายไฟฟ้าในอำเภอบางละมุงดังรูป อยากรทราบว่ เสาไฟฟ้าต้นใดเมื่อล้มแล้วจะทำให้กราฟเชื่อมโยงของข่ายงานเสียหายมากที่สุด (ค ม.5-2/5)

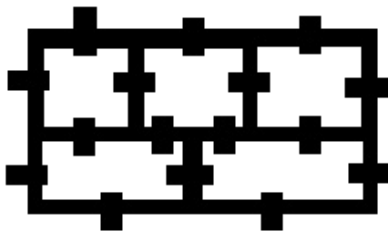


- ก. บ้านแมว
- ข. บ้านหมู
- ค. บ้านปลา
- ง. บ้านปู

ค32202 คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 4



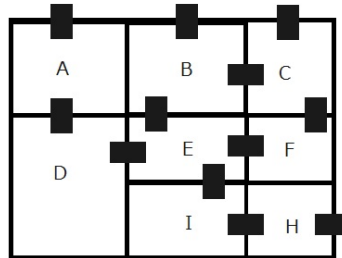
29). กำหนดแผนผังของบ้านหลังหนึ่งซึ่งมีทางเดินระหว่างห้องแต่ละห้องและด้านนอกของตัวบ้าน ดังรูป เป็นไปได้หรือไม่ที่จะเดินจากที่ใดที่หนึ่งในบ้านหรือด้านนอกบ้านผ่านประตูต่าง ๆ แต่ละ ประตูเพียงครั้งเดียวแล้วกลับมาที่เดิม (ค ม.5-2/5)



- ก. เป็นไปได้ สามารถเดินผ่านประตูได้หลายครั้ง
- ข. เป็นไปได้ สามารถเดินผ่านประตูได้ครั้งเดียว
- ค. เป็นไปไม่ได้ สามารถเดินผ่านประตูได้หลายครั้ง
- ง. เป็นไปไม่ได้ สามารถเดินผ่านประตูเพียงครั้งเดียว

30). กำหนดแผนผังบ้านหลังหนึ่งซึ่งมีทางเดินระหว่างห้องแต่ละห้องและด้านนอกของตัวบ้าน ดังรูปเป็นไปไม่ได้หรือไม่ที่จะเดินจากที่ใดที่หนึ่งในบ้านหรือด้านนอกตัวบ้านผ่านจุดต่าง ๆ แต่ละ ประตูเพียงครั้งเดียวแล้วกลับมาที่เดิม (ค ม.5-2/5)

- ก. เดินได้ เพราะ เป็นกราฟเชิงเดียว
- ข. เดินได้ เพราะ เป็นกราฟออยเลอร์
- ค. เดินไม่ได้ เพราะ ไม่เป็นกราฟแผ่ทั่ว
- ง. เดินไม่ได้ เพราะ ไม่เป็นกราฟออยเลอร์



เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น

- | | |
|-------|--------|
| 1. ง | 16. ค |
| 2. ง | 17. ง |
| 3. ค | 18. ก |
| 4. ง | 19. ข |
| 5. ค | 20d. ข |
| 6. ค | 21. ก |
| 7. ง | 22. ก |
| 8. ค | 23. ง |
| 9. ง | 24. ค |
| 10. ข | 25. ข |
| 11. ค | 26. ง |
| 12. ก | 27. ก |
| 13. ก | 28. ข |
| 14. ค | 29. ง |
| 15. ข | 30. ง |



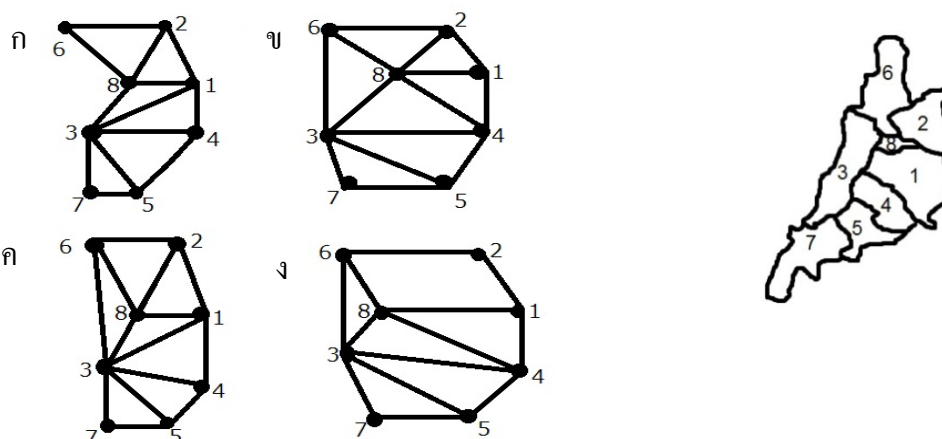
ค32202 คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 4

หน้า 2

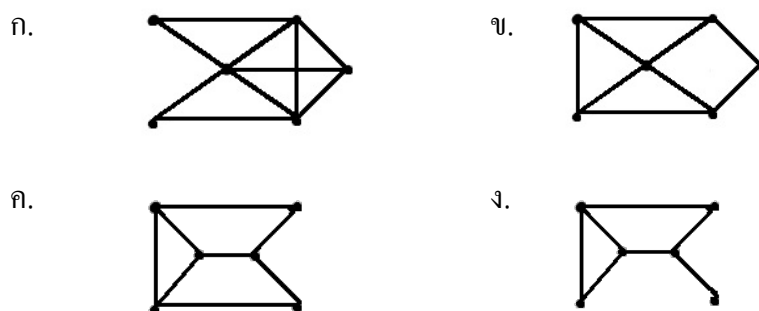
๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑๑

ตอนที่ 1 ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องแล้วระบาย ● ลงในแบบทดสอบ

1). กราฟในข้อใดต่อไปนี้เป็นตัวแทนของแผนที่จังหวัดหนึ่งในประเทศไทย (ค ม.5-2/4)



2). หมู่บ้านแห่งหนึ่งประกอบด้วยบ้าน 6 หลัง โดยมีบ้าน 4 หลังที่แต่ละหลังมีทางเดินเชื่อมกับบ้านหลังอื่นเพียง 3 เส้นทาง, มี 1 หลังที่มีทางเดินเชื่อมกับบ้านหลังอื่นที่เหลือ 4 เส้นทาง และอีก 1 หลังมีทางเดินเชื่อมกับบ้านหลังอื่นที่เหลือเพียง 2 เส้นทาง ข้อใดต่อไปนี้เป็นตัวแทนของปัญหาดังกล่าว (ค ม.5-2/4)



เฉลยแบบทดสอบความสามารถทางการเรียน เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น

- | | |
|-------|-------|
| 1. ค | 11. ค |
| 2. ข | 12. ข |
| 3. ค | 13. ข |
| 4. ง | 14. ข |
| 5. ข | 15. ข |
| 6. ง | 16. ค |
| 7. ข | 17. ข |
| 8. ข | 18. ค |
| 9. ค | 19. ข |
| 10. ข | 20. ค |