



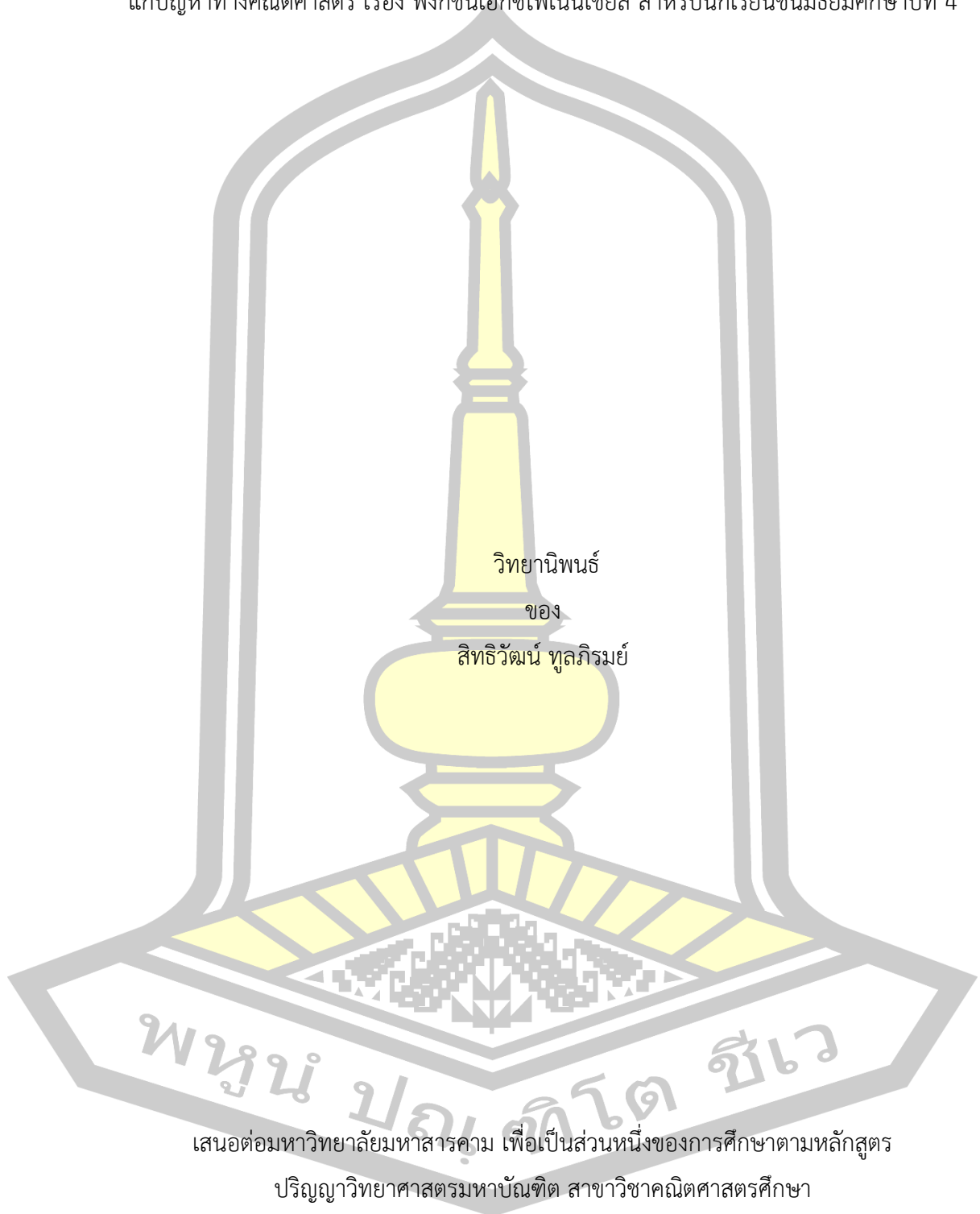
การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการ
แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

วิทยานิพนธ์
ของ
สิทธิวัฒน์ ทูลภิรมย์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
พฤษภาคม 2564

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการ
แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

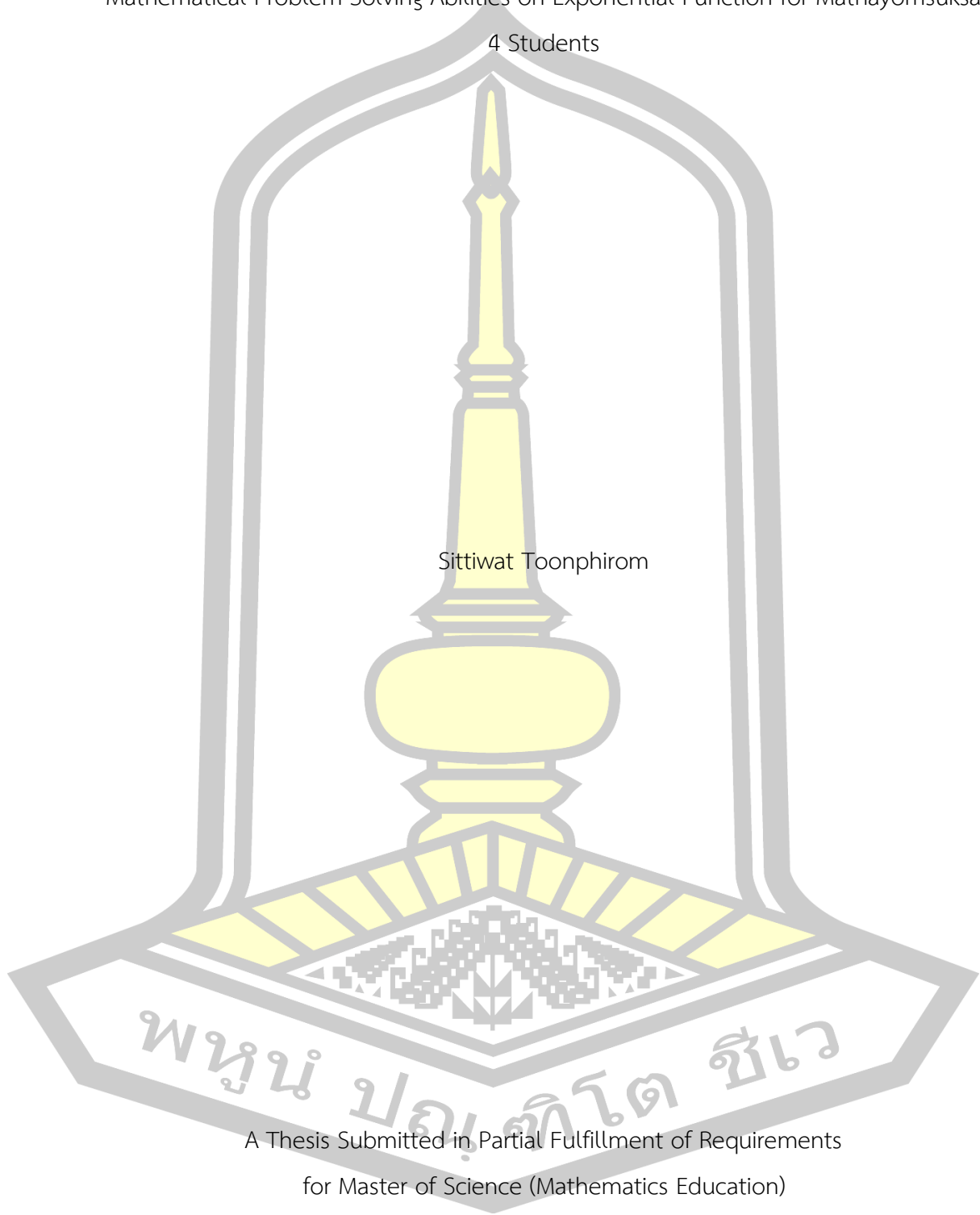
พฤษภาคม 2564

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Learning Management Using KWDL Model to Enhance Critical Thinking and
Mathematical Problem Solving Abilities on Exponential Function for Mathayomsuksa

4 Students

Sittiwat Toonphirom



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for Master of Science (Mathematics Education)

May 2021

Copyright of Maharakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนายสิทธิวัฒน์ พูลภิรมย์
แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร. สุพจน์ สีบุตร)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผศ. ดร. นงลักษณ์ วิริยะพงษ์)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ผศ. ดร. มนชยา เจียงประดิษฐ์)

กรรมการ

(ผศ. ดร. มนต์รี ทองมูล)

กรรมการ

(ผศ. ดร. ชวลิต บุญปก)

มหาวิทยาลัยขอนแก่นให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พหุปัญญา

(ศ. ดร. ไพโรจน์ ประมวล)

(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง	การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมี วิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4		
ผู้วิจัย	สิทธิวัฒน์ ทูลภิรมย์		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มนชยา เจียงประดิษฐ์		
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต	สาขาวิชา	คณิตศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีที่พิมพ์	2564

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้ มีความมุ่งหมายเพื่อ 1) เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 2) เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 3) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL กับเกณฑ์ร้อยละ 70 4) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL กับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนสະພິວິທາຄາຣ ອຳເຄອຕຣະກາຣພິພຸລ ຈັງຫວັດອຸບຣາຮາຣານີ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 29 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 26 คน จาก 1 ห้อง ซึ่งได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 16 แผน แผนละ 1 คาบ คาบละ 50 นาที แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สถิติสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และการทดสอบสมมติฐานใช้ one sample t-test

ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

1. ผลการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 77.58/73.85 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 ที่ตั้งไว้

2. ผลการศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 นั้นค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.4809 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนคิดเป็นร้อยละ 48.09

3. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1

4. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : KWDL, ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล, การคิดอย่างมีวิจารณญาณ, การแก้ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์

พูน ปณ ทิโต ชีเว

TITLE	Learning Management Using KWDL Model to Enhance Critical Thinking and Mathematical Problem Solving Abilities on Exponential Function for Mathayomsuksa 4 Students		
AUTHOR	Sittiwat Toonphirom		
ADVISORS	Assistant Professor Nongluk Viriyapong , Ph.D. Assistant Professor Monchaya Chiangpradit , Ph.D.		
DEGREE	Master of Science	MAJOR	Mathematics Education
UNIVERSITY	Maharakham University	YEAR	2021

ABSTRACT

The purposes of this research were to 1) develop mathematics lesson plans using KWLD model for enhancing critical thinking and mathematical problem-solving skills on the topic of exponential functions for Mathayomsuksa 4 students based on the 70/70 criterion, 2) find out the effectiveness index of using KWLD model to enhance critical thinking and mathematical problem solving abilities on exponential functions for Mathayomsuksa 4 students, 3) compare the mathematics learning achievement on the topic of exponential functions of Mathayomsuksa 4 students, who were taught by the enhancing mathematical problem-solving skills on the topic of exponential functions for Mathayomsuksa 4 students based on the 70% criterion, and 4) compare mathematics problem-solving abilities of the Mathayomsuksa 4 students, who were taught by the mathematics plans using KWLD model, with the 70% criterion. The sample group was 26 Mathayomsuksa 4 students, who were selected by cluster random sampling. The experiment lasted 16 periods, each covering 50 minutes. The instruments in data collection consisted of sixteen 50-minutes lesson plans, an achievement test on the mathematics subject under the topic of exponential functions, which was a multiple-choice test containing 20 items with four answers to select, and a 6-item subjective test to determine the students' mathematical problem-solving ability. The collected data were analyzed by using means of arithmetic mean, means of percentage, standard deviation, and one-

sample t-test.

The research results are as follows.

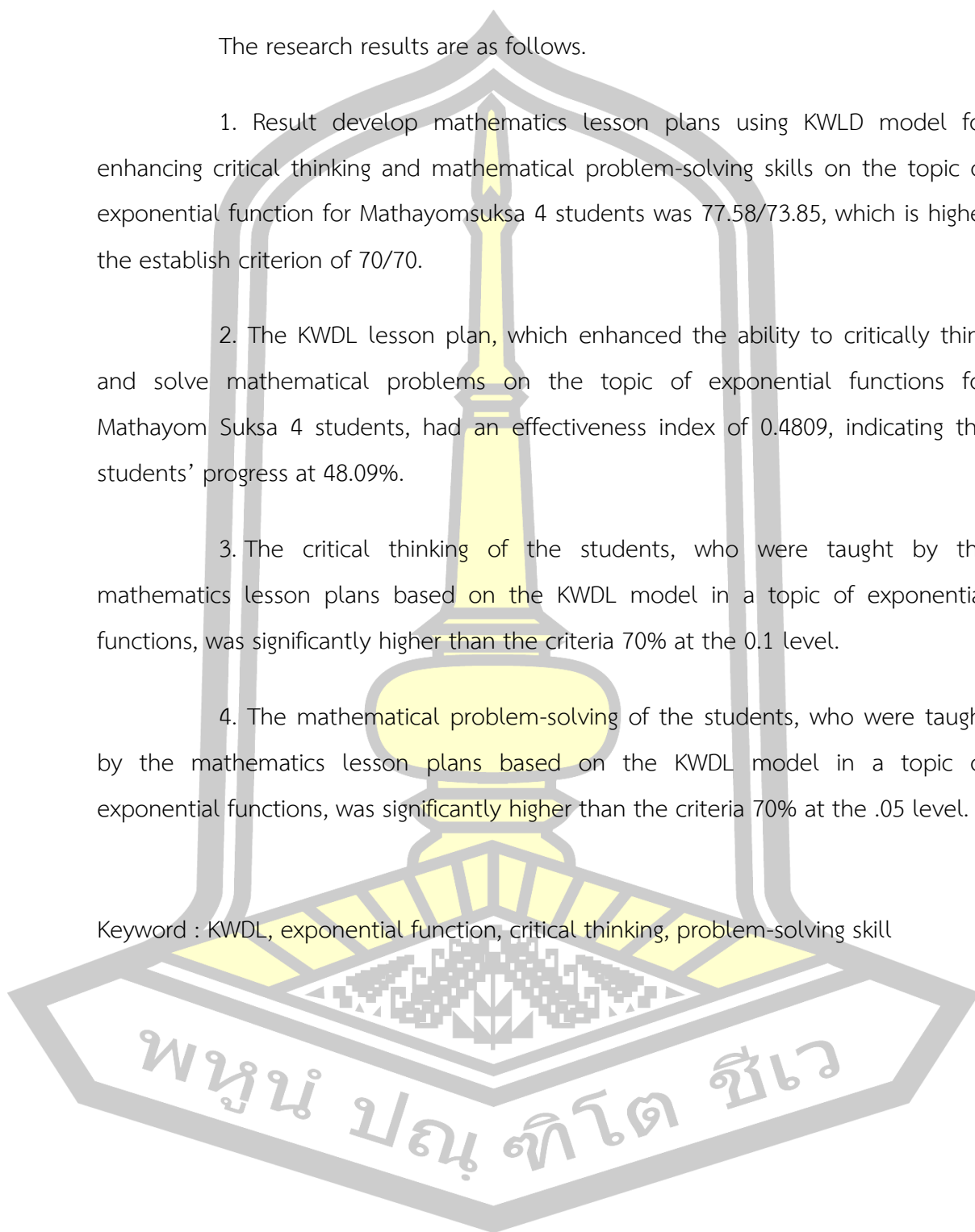
1. Result develop mathematics lesson plans using KWLD model for enhancing critical thinking and mathematical problem-solving skills on the topic of exponential function for Mathayomsuksa 4 students was 77.58/73.85, which is higher the establish criterion of 70/70.

2. The KWDL lesson plan, which enhanced the ability to critically think and solve mathematical problems on the topic of exponential functions for Mathayom Suksa 4 students, had an effectiveness index of 0.4809, indicating the students' progress at 48.09%.

3. The critical thinking of the students, who were taught by the mathematics lesson plans based on the KWDL model in a topic of exponential functions, was significantly higher than the criteria 70% at the 0.1 level.

4. The mathematical problem-solving of the students, who were taught by the mathematics lesson plans based on the KWDL model in a topic of exponential functions, was significantly higher than the criteria 70% at the .05 level.

Keyword : KWDL, exponential function, critical thinking, problem-solving skill



กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนชยา เจียงประดิษฐ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ สีบุตร ประธานกรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต บุญปก กรรมการสอบ ที่ได้ให้คำแนะนำข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เพื่อให้ปริญญาวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ ตลอดจนคณาจารย์ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และประสบการณ์อันมีค่ายิ่ง ตลอดระยะเวลาที่ศึกษาในมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์สิริกัลยา สุขชี ดร.ธนา ฤศรีวรรณ ดร.จามรี เชื้อชัย ครูไพรี พันธุ์สุวรรณ และครูไกรสรณ์ หินนาค ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการศึกษา ค้นคว้าอย่างดียิ่ง ทำให้เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีคุณภาพ

ขอขอบคุณผู้อำนวยการโรงเรียนสะพือวิทยาคาร คณะครูและนักเรียนโรงเรียนสะพือวิทยาคาร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 29 ที่กรุณาให้ความสะดวกในการทดลองใช้เครื่องมือ และให้ความร่วมมือในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ผู้ให้ชีวิต ให้ความรัก ความอบอุ่น และขอขอบคุณญาติพี่น้อง ครอบครัวและเพื่อน ๆ ที่ให้การสนับสนุน ส่งเสริม ช่วยเหลือ และให้กำลังใจ เป็นผลให้การศึกษาครั้งนี้สำเร็จลงด้วยดี คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณ บูชาพระบูรพาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนประสิทธิ์ประสาทความรู้ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้ที่มีการศึกษาและประสบความสำเร็จมาจนตราប់ทุกวันนี้

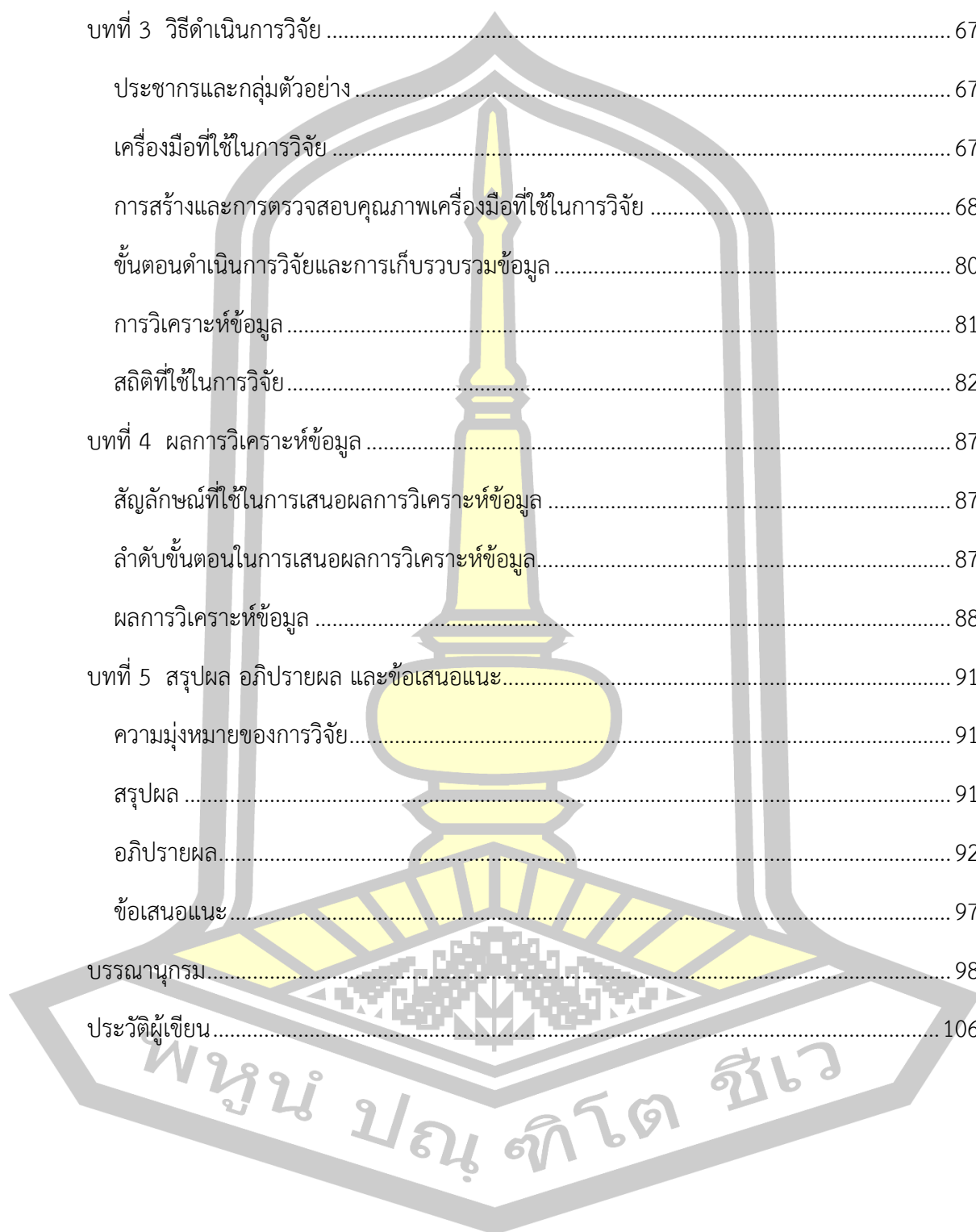
พูนัน ปณฺ ทิโต ชิว

สิทธิวัฒน์ ทูลภิรมย์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ฌ
สารบัญตาราง.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	3
สมมติฐานการวิจัย.....	3
ความสำคัญของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
หลักสูตรสถานศึกษาสถานศึกษา โรงเรียนสระปี่วิทยาคาร พุทธศักราช 2561 ตามหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.....	8
การจัดการเรียนรู้แบบ KWDL.....	11
การคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	16
การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	34
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	58
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	63
งานวิจัยในประเทศ.....	63

งานวิจัยต่างประเทศ.....	65
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	67
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	67
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	67
การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	68
ขั้นตอนดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล	80
การวิเคราะห์ข้อมูล	81
สถิติที่ใช้ในการวิจัย	82
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	87
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	87
ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	87
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	88
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	91
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	91
สรุปผล	91
อภิปรายผล.....	92
ข้อเสนอแนะ.....	97
บรรณานุกรม.....	98
ประวัติผู้เขียน.....	106



สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 1 ตัวอย่างตาราง KWDL	12
ตาราง 2 แสดงการแก้โจทย์ปัญหาด้วยเทคนิค KWDL.....	15
ตาราง 3 แสดงรูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ Polya....	55
ตาราง 4 แสดงรูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามรูปแบบของ Charles และคณะ	55
ตาราง 5 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกรมวิชาการ.....	56
ตาราง 6 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์ของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	57
ตาราง 7 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาย่อย สารการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาเรียน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล	68
ตาราง 8 ลักษณะการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	69
ตาราง 9 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาย่อย สารการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาเรียน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล	70
ตาราง 10 วิเคราะห์เนื้อหาย่อย จุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวนข้อสอบที่ออก และจำนวนข้อสอบที่ต้องการ	74
ตาราง 11 วิเคราะห์เนื้อหาย่อย จุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวนข้อสอบที่ออก และจำนวนข้อสอบที่ต้องการ	76
ตาราง 12 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	78
ตาราง 13 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	78
ตาราง 14 แบบแผนการทดลอง	80

ตาราง 15 ประสิทธิภาพของแผนจัดการเรียนรู้แบบ KWDL เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่าง
มีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 88

ตาราง 16 การหาค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL เพื่อส่งเสริม
ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์
โพเนนเชียล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4..... 89

ตาราง 17 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL กับเกณฑ์ร้อยละ 70... 89

ตาราง 18 แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง
ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL
กับเกณฑ์ร้อยละ 70 90



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

จากสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงและแนวโน้มในอนาคต สะท้อนให้เห็นความเสี่ยงที่อาจเกิดทั้งการเปลี่ยนแปลงเชิงโครงสร้าง สถาบันทางสังคม และปัจเจกบุคคล การเตรียมคนให้พร้อมรับการเปลี่ยนแปลงในช่วงแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 11 จึงมุ่งเน้นการพัฒนาคนทุกช่วงวัยให้เข้าสู่สังคมแห่งการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างยั่งยืน ให้ความสำคัญกับการนำหลักคิดหลักปฏิบัติตามปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงมาเสริมสร้างศักยภาพของคนในทุกมิติ ทั้งด้านร่างกายที่สมบูรณ์แข็งแรง มีสติปัญญาที่รอบรู้และมีจิตใจที่สำนึกในคุณธรรม มีจริยธรรม และความเพียร มีภูมิคุ้มกันต่อการเปลี่ยนแปลง รวมทั้งการเสริมสร้างสภาพแวดล้อมในสังคม และหนุนเสริมสถาบันทางสังคมให้แข็งแรงและเอื้อต่อการพัฒนาคน มีการเรียนรู้สู่การปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง มีการส่งสมทบทางปัญญา เชื่อมโยงการค้นคว้าวิจัยและพัฒนาสู่การเสริมสร้างขีดความสามารถในการประกอบสัมมาชีพ และการดำรงชีวิตที่เหมาะสมในแต่ละช่วงวัย (สำนักปลัดกระทรวงศึกษาธิการ. 2556 : 3)

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผลเป็นระบบมีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคมและความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2560 : 1)

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าวิชาคณิตศาสตร์จะมีความสำคัญอย่างมาก แต่จากการรายงานการประเมินคุณภาพการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า การจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ยังไม่บรรลุผลสำเร็จตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร เห็นได้จากผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-net) รายวิชาคณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2557 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ย 29.65 คะแนน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ย 21.74 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ในภาพรวมพบว่าคะแนนรายวิชาคณิตศาสตร์ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำมาก

เนื่องจากยังไม่ผ่านเกณฑ์ (ร้อยละ 50) และเมื่อเทียบกับรายวิชาอื่นทั้ง 8 รายวิชาพบว่า รายวิชา คณิตศาสตร์มีค่าเฉลี่ยคะแนนต่ำกว่าวิชาอื่นทุกวิชา ซึ่งจากการศึกษาพบว่า สาเหตุที่การสอนวิชา คณิตศาสตร์ยังไม่บรรลุผลมีหลายประการ อาทิเช่น ครูผู้สอนยังขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ หลักสูตร ไม่เข้าใจผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ยึดติดกับการสอนแบบเดิม จนส่งผลให้การจัดการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ที่ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่ยังเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ได้ไม่ลึกซึ้งเพียงพอ และสาเหตุ หนึ่งมาจากนักเรียนบางส่วนมีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ เพราะเห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นเรื่องยาก เรียนไม่สนุก น่าเบื่อ นักเรียนขาดความสนใจในการเรียน (จันทิพา สุริยนต์. 2545 : 10-11)

การจัดการเรียนการสอนเทคนิค KWDL พัฒนาจากเทคนิค KWL ของโอเกิล (Ogle. 1986, อ้างถึงใน วัชรา เล่าเรียนดี. 2554: 130) ที่ต้องอาศัยทักษะการอ่านเป็นพื้นฐาน นั่นคือนักเรียนต้องมี ความสามารถในการอ่านก่อนจึงจะสามารถพัฒนาทักษะการอ่านให้มีคุณภาพมากขึ้น จากเทคนิค KWL เพื่อใช้สอนการดำเนินการตามลำดับขั้นตอน KWL หรือ KWDL จะช่วยชี้นำการคิดแนวทางใน การอ่านและหาคำตอบของคำถามสำคัญต่าง ๆ จากเรื่องนั้น จากนั้นสามารถนำมาใช้ในการเรียนรู้ ตามความต้องการ เทคนิค KWDL มีขั้นตอนการทำงาน 4 ขั้นตอน ซึ่งเทคนิค KWDL มาจากคำถามที่ว่า

K : เรารู้อะไร (What we Know)

W : เราต้องการรู้, ต้องการทราบอะไร (What we Want to know)

D : เราทำอะไร, อย่างไร (What we Do)

L : เราเรียนรู้้อะไรจากการดำเนินการขั้นที่ 3 (What we Learned)

การกำหนดขั้นตอนของเทคนิค KWDL คือการมีคำถามนำเพื่อให้เกิดหาข้อมูลของคำตอบ ตามที่ต้องการในแต่ละขั้น จะช่วยส่งเสริมการอ่านมากขึ้นโดยเฉพาะการอ่านเชิงวิเคราะห์ การนำ กระบวนการหรือเทคนิค KWDL ไปใช้ในการสอนคณิตศาสตร์เป็นวิธีที่เหมาะสมอีกวิธีหนึ่ง (วัชรา เล่าเรียนดี. 2554 : 130)

การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL เป็นเทคนิคการจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่จะช่วยให้ ผลสัมฤทธิ์สูงขึ้น แล้วยังส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังงานวิจัยของ สุภาพ โสรส (2555 : 80) ที่พบว่า การคิดอย่างมี วิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายหลังจากได้รับการจัดการ เรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL และเทคนิค SSCS ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลการวิจัยของ รุจิอร รักใหม่ (2557 : 62) ที่ กล่าวว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการ จัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าเทคนิค KWDL ช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยเทคนิค KWDL ให้นักเรียนคิดและวางแผนการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ทำให้แสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์และถ่ายทอดออกมาได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

เหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยตระหนักถึงปัญหาการจัดการจัดการเรียนการสอน และสนใจที่จะศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL มาใช้ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น เกิดการเรียนรู้อย่างเต็มศักยภาพ เรียนอย่างมีความสุข และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70
2. เพื่อหาดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL กับเกณฑ์ร้อยละ 70
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL กับเกณฑ์ร้อยละ 70

สมมติฐานการวิจัย

1. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

ความสำคัญของการวิจัย

1. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL สูงขึ้น
2. เป็นแนวทางให้ครูผู้สอนใช้ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้และแนวทางในการนำ
รูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปบูรณาการในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมี
วิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสะพือวิทยาคาร อำเภอตระการ
พิชผล จังหวัดอุบลราชธานี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 29 ภาคเรียนที่ 2
ปีการศึกษา 2562 จำนวน 2 ห้อง 55 คน ซึ่งมีการจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ
2. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนสะพือวิทยาคาร อำเภอ
ตระการพิชผล จังหวัดอุบลราชธานี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 29 ภาคเรียน
ที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 26 คน จาก 1 ห้อง ซึ่งได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random
Sampling)
3. ตัวแปรที่ใช้การวิจัย
 - 3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL
 - 3.2 ตัวแปรตาม จำนวน 3 ตัว ได้แก่
 - 3.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 3.2.2 ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 3.2.3 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
4. เนื้อหาวิชาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง 2561) กลุ่มสาระ
การเรียนรู้คณิตศาสตร์

5. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ได้ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ซึ่งใช้เวลาในการทดลอง จำนวน 18 คาบ คาบเรียนละ 50 นาที โดยทำการทดสอบก่อนเรียนจำนวน 1 คาบ ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ 16 คาบ และทดสอบหลังเรียนจำนวน 1 คาบ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้แบบ KWDL หมายถึง กระบวนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนมีทักษะในการคิดวิเคราะห์โจทย์ปัญหา ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

1.1 ขั้นนำ เป็นการทบทวนความรู้เดิม

1.2 ขั้นสอน มีขั้นตอน ดังนี้

1.2.1 ขั้น K (What we Know) เป็นขั้นที่นักเรียนต้องวิเคราะห์ว่าโจทย์บอกอะไรมาบ้าง เรารู้อะไรบ้างจากโจทย์

1.2.2 ขั้น W (What we Want to know) เป็นขั้นที่นักเรียนต้องหว่าสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบคืออะไร จะมีวิธีแก้ปัญหอย่างไร และใช้การพิจารณาให้รอบคอบเกี่ยวกับข้อมูลสถานการณ์ที่ปรากฏ โดยใช้ความรู้ความคิด และประสบการณ์ของตนเองในการตัดสินใจ เพื่อลงสรุปเป็นข้อยุติที่สมเหตุสมผล เป็นการส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

1.2.3 ขั้น D (What we Do) เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องวิเคราะห์ว่ามีวิธีใดในการแก้ปัญหาบ้าง ประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน กระบวนการแก้ปัญหา และดำเนินการตามแผน ขั้นตอนที่น่าไว้นักเรียนสามารถบอกประโยชน์สัญลักษณ์และขั้นตอนการแก้ปัญหาร่วมกับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา

1.2.4 ขั้น L (What we Learned) เป็นขั้นที่นักเรียนสรุปสิ่งที่ได้จากโจทย์และสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการแก้ปัญหา นักเรียนต้องสามารถบอกได้ว่าโจทย์ต้องการอะไร คำตอบที่ได้คืออะไร และได้มาอย่างไร และสามารถเขียนเป็นประโยชน์สัญลักษณ์รวมทั้งอธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน

1.3 ฝึกทักษะ เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมกับสมาชิกในกลุ่ม

1.4 ขั้นสรุป เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปสิ่งที่ได้จากการเรียนในชั่วโมงนั้น ๆ

2. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง การพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาที่ปรากฏ โดยการรวบรวมข้อมูลหรือหลักฐานที่น่าเชื่อถือมาสนับสนุนยืนยันก่อนที่จะตัดสินใจเชื่อหรือก่อนลงมือปฏิบัติ

3. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง ความสามารถในการคิดพิจารณาให้รอบคอบเกี่ยวกับข้อมูล สถานการณ์ที่ปรากฏ ข้อโต้แย้ง หรือข้อมูลที่คลุมเครือ โดยใช้ความรู้ ความคิด และประสบการณ์ของตนเองในการตัดสินใจ เพื่อลงสรุปเป็นข้อยุติที่สมเหตุสมผล วัดได้โดยใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีลักษณะเป็นโจทย์ปัญหาแบบเขียนตอบและแสดงวิธีการหาคำตอบ จำนวน 3 ฉบับ โดยใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 20 นาที ในคาบเรียนหลังจากเรียนได้ครบตามเนื้อหาที่กำหนดไว้

4. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

5. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการแก้ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งอาศัยประสบการณ์เดิม ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะในการคิดแก้ปัญหาของแต่ละบุคคล มาสนับสนุนในการแก้ปัญหาสถานการณ์ที่ต้องเผชิญให้ประสบผลสำเร็จ วัดได้โดยใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีลักษณะเป็นโจทย์ปัญหาแบบเขียนตอบและแสดงวิธีการหาคำตอบ จำนวน 3 ฉบับ โดยใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 20 นาที ในคาบเรียนหลังจากเรียนได้ครบตามเนื้อหาที่กำหนดไว้

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยมีลักษณะเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

7. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยหาค่าร้อยละของคะแนนระหว่างเรียน และร้อยละของคะแนนจากการวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน ตามเกณฑ์ 70/70

70 (E_1) ตัวแรก คือ ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดที่ได้จากพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม การทำแบบฝึกหัด แบบทดสอบย่อย ไปกิจกรรมประกอบแผนการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL ทุกแผนรวมกัน มีค่าตั้งแต่ร้อยละ 70

70 (E_2) ตัวหลัง คือ ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนทำได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนรู้อยู่ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL คิดเป็นร้อยละ 70

8. ดัชนีประสิทธิผล หมายถึง ค่าที่แสดงถึงพัฒนาการความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ

KWDL เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สำหรับเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ช่วยให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์เรียนรู้ได้จริงคือมีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป (กรมวิชาการ. 2544 : 58)

9. เกณฑ์ หมายถึง ระดับคะแนนที่ใช้ในการประเมินความสามารถในการคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล โดยนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ฉบับ ๆ ละ 2 ข้อ วัดในช่วงท้ายคาบเรียนที่ 5, 11 และ 17 มาวิเคราะห์ทางสถิติเทียบเกณฑ์การประเมินของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2554 : 52-53) ดังนี้

คะแนนร้อยละ 80-100 หมายถึง ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณ/ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีอยู่ในระดับ ดีเยี่ยม

คะแนนร้อยละ 75-79 หมายถึง ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณ/ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีอยู่ในระดับ ดีมาก

คะแนนร้อยละ 70-74 หมายถึง ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณ/ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีอยู่ในระดับดี

คะแนนร้อยละ 65-69 หมายถึง ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณ/ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีอยู่ในระดับค่อนข้างดี

คะแนนร้อยละ 60-64 หมายถึง ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณ/ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีอยู่ในระดับน่าพอใจ

คะแนนร้อยละ 55-59 หมายถึง ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณ/ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีอยู่ในระดับพอใช้

คะแนนร้อยละ 50-54 หมายถึง ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณ/ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีอยู่ในระดับต่ำ

คะแนนร้อยละ 0-49 หมายถึง ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณ/ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์

พหุ ประถมศึกษา

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมี
วิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล สำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักสูตรสถานศึกษาสถานศึกษา โรงเรียนสละ피อวิทยาการ พุทธศักราช 2561
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. การจัดการเรียนรู้แบบ KWDL
3. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ
4. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 6.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรสถานศึกษาสถานศึกษา โรงเรียนสละพิอวิทยาการ พุทธศักราช 2561 ตามหลักสูตร
แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้
เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและ
เป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข
มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้ง เจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพและการศึกษา
ตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเอง
ได้เต็มตามศักยภาพ และในการพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งเน้น
พัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ
5 ประการ ได้แก่ ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา
ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี นอกจากนี้หลักสูตร
แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความสมดุล ต้องคำนึงถึงหลักพัฒนาการทางสมอง
และพหุปัญญาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน จึงกำหนดให้ผู้เรียนเรียนรู้ 8 กลุ่มสาระ

การเรียนรู้ ได้แก่ ภาษาไทย คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม สุขศึกษา และพลศึกษา ศิลปะ การงานอาชีพและเทคโนโลยี และภาษาต่างประเทศ ในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำคัญของการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน มาตรฐานการเรียนรู้ระดับสูงที่ผู้เรียนพึงรู้ปฏิบัติได้ มีคุณธรรมจริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน นอกจากนั้นมาตรฐานการเรียนรู้ยังเป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนพัฒนาการศึกษาทั้งระบบ เพราะมาตรฐานการเรียนรู้จะสะท้อนให้ทราบว่าต้องการอะไร จะสอนอย่างไร และประเมินอย่างไร รวมทั้งเป็นเครื่องมือในการตรวจสอบเพื่อการประกันคุณภาพการศึกษาโดยใช้ระบบการประเมินคุณภาพภายในและการประเมินคุณภาพภายนอก ซึ่งรวมถึง การทดสอบระดับเขตพื้นที่การศึกษา และการทดสอบระดับชาติระบบการตรวจสอบเพื่อประกันคุณภาพดังกล่าวเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยสะท้อนภาพการจัดการศึกษาว่าสามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพ ตามที่มาตรฐานการเรียนรู้กำหนดเพียงใด

ความสำคัญของคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ ให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับนี้ จัดทำขึ้นโดยคำนึงถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ นั่นคือการเตรียมผู้เรียนให้มีทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารอย่างปลอดภัย ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อม สามารถแข่งขันและอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้ ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ประสบความสำเร็จนั้น จะต้องเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ พร้อมทั้งจะประกอบอาชีพเมื่อจบการศึกษา หรือสามารถศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้นดังนั้นสถานศึกษาควรจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมตามศักยภาพของผู้เรียน

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้กำหนดสาระการเรียนรู้หลักสำหรับผู้เรียน ดังนี้

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จัดเป็น 4 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็น แคลคูลัส

จำนวนและพีชคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับ ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง อัตราส่วนร้อยละ การประมาณค่า การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริง แบบรูป ความสัมพันธ์ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์ นิพจน์ เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ลำดับและอนุกรม การนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

การวัดและเรขาคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับ ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตร และความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ รูปเรขาคณิตและสมบัติรูปเรขาคณิต การนิยาม แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดและเรขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

สถิติและความน่าจะเป็น เรียนรู้เกี่ยวกับ การตั้งคำถามทางสถิติ การเก็บรวบรวมข้อมูล การคำนวณค่าสถิติ การนำเสนอและแปลผลสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ หลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้ทางสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจ

แคลคูลัส เรียนรู้เกี่ยวกับลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน อนุพันธ์ของฟังก์ชัน พีชคณิต ปริพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต และการนำความรู้เกี่ยวกับแคลคูลัสไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของระบบจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งของที่ต้องการวัดและนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต
ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

สาระที่ 4 แคลคูลัส

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน อนุพันธ์ของฟังก์ชัน
และปริพันธ์ของฟังก์ชันและนำไปใช้

(หมายเหตุ : มาตรฐาน ค 4.1 สำหรับผู้ที่ต้องการเรียนคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานใน
การศึกษาต่อ)

การจัดการเรียนรู้แบบ KWDL

วัชร่า เล่าเรียนดี (2554 : 130) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ได้พัฒนา
จากเทคนิค KWL ของโอเกิล (Ogle, 1986) ที่ต้องอาศัยทักษะการอ่านเป็นพื้นฐาน นั่นคือนักเรียน
ต้องมีความสามารถในการอ่านก่อนจึงจะสามารถพัฒนาทักษะการอ่านให้มีคุณภาพมากขึ้น
จากเทคนิค KWL เพื่อใช้สอนการดำเนินการตามลำดับขั้นตอน KWL หรือ KWDL จะช่วยชี้นำการคิด
แนวทางในการอ่านและหาคำตอบของคำถามสำคัญต่าง ๆ จากเรื่องนั้น จากนั้นสามารถนำมาใช้ใน
การเรียนรู้ตามความต้องการเทคนิค KWDL มีขั้นตอนการทำงาน 4 ขั้นตอน ซึ่งเทคนิค KWDL
มาจากคำถามที่ว่า

K : เรารู้อะไร (What we Know)

W : เราต้องการรู้, ต้องการทราบอะไร (What we Want to know)

D : เราทำอะไร, อย่างไร (What we Do)

L : เราเรียนรู้อะไรจากการดำเนินการขั้นที่ 3 (What we Learned)

การกำหนดขั้นตอนของเทคนิค KWDL การมีคำถามนำเพื่อให้คิดหาข้อมูลของคำตอบ
ตามที่ต้องการในแต่ละขั้น จะช่วยส่งเสริมการอ่านมากขึ้นโดยเฉพาะการอ่านเชิงวิเคราะห์
การนำกระบวนการหรือเทคนิค KWDL ไปใช้ในการสอนคณิตศาสตร์เป็นวิธีที่เหมาะสมอีกวิธีหนึ่ง

Shaw et al. (1997: 482 - 486) อาจารย์ประจำมหาวิทยาลัยมิสซิสซิปปีประเทศ
สหรัฐอเมริกา ได้นำเทคนิค KWDL มาใช้สอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยมีขั้นตอน
การจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตอนที่ 1 แบ่งกลุ่มนักเรียนช่วยกันหาสิ่งที่รู้เกี่ยวกับโจทย์ สิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ โดยใช้บัตรกิจกรรมเทคนิค KWDL
2. ขั้นตอนที่ 2 นักเรียนในกลุ่มร่วมกันอภิปราย เพื่อหาสิ่งที่ต้องการรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับโจทย์ หาความสัมพันธ์ของโจทย์และกำหนดวิธีการในการแก้ปัญหา
3. ขั้นตอนที่ 3 นักเรียนช่วยกันดำเนินการเพื่อแก้โจทย์ปัญหาโดยเขียนโจทย์ปัญหาให้อยู่ในรูปของประโยคสัญลักษณ์ หาคำตอบและตรวจสอบคำตอบ
4. ขั้นตอนที่ 4 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปเป็นความรู้ที่ได้รับจากการแก้โจทย์ปัญหา โดยให้ตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอความคิดในการแก้โจทย์ปัญหา และสรุปเป็นความรู้ที่ได้จากการเรียน

วัชรา เล่าเรียนดี (2554 : 130-131) อธิบายการใช้เทคนิค KDWL ในการสอนคณิตศาสตร์ ว่า ครูต้องเตรียมแผนผังหรือตาราง KWDL ในตอนต้นเริ่มต้นบทเรียนที่ครูอธิบาย โดยครูและนักเรียนร่วมกันทำความเข้าใจ ซึ่งต้องมีแผนผัง KWDL ประกอบให้เห็นชัดเจนทุกคนด้วย นอกจากนี้ การร่วมฝึกและทำแบบฝึกหัดนักเรียนจะต้องมีแผนผัง KWDL ของตัวเองเพิ่มเติม

ตาราง 1 ตัวอย่างตาราง KWDL

K โจทย์บอกอะไรบ้าง	W โจทย์ให้หาอะไรบ้าง	D ดำเนินการตาม กระบวนการ แก้โจทย์ปัญหา	L คำตอบที่ได้ และบอก วิธีคิดคำตอบ

ที่มา : วัชรา เล่าเรียนดี (2554: หน้า 131)

นิรันดร์ แสงกุหลาบ (2547 : 11) ได้นำเทคนิค KWDL มาใช้ในการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ เรื่อง โจทย์ปัญหาทศนิยมและร้อยละของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ชี้นำเข้าสู่บทเรียน

ขั้นตอนที่ 2 ชี้นสอนเนื้อหาใหม่ มีกิจกรรมดังนี้

2.1 ครูนำเสนอปัญหาให้กับนักเรียนทั้งชั้นแล้วครูและนักเรียนร่วมกัน แก้ปัญหา
 โจทย์ตามแผนผัง KWDL

2.2 นักเรียนฝึกปฏิบัติเป็นกลุ่มย่อย โดยครูคอยแนะนำ

ขั้นตอนที่ 3 ชี้นฝึกทักษะโดยอิสระเป็นกลุ่มจากแบบฝึกหัดที่ครูสร้างขึ้น

ขั้นตอนที่ 4 ชี้นสรุปบทเรียนและประเมินผล

สุภาพรณ์ ทองใส (2548 : 13) ได้นำการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL มาใช้ในการ
 สอนเรื่องโจทย์ปัญหาเศษส่วน โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน
 โดยแต่ละกลุ่มคละความสามารถ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 ชี้นำและทบทวนบทเรียน

ขั้นตอนที่ 2 ชี้นสอนเนื้อหาใหม่ ครูและนักเรียนร่วมกันเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL

ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

1. ครูนำเสนอโจทย์ปัญหา ครูและนักเรียนร่วมกันหาสิ่งที่โจทย์กำหนดและ
 สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อหาความสัมพันธ์ของโจทย์ที่กำหนดและ
 หาแนวทางวิธีแก้โจทย์ปัญหา

3. ครูและนักเรียนร่วมกันแก้โจทย์ปัญหา โดยเขียนประโยคสัญลักษณ์ หาคำตอบ
 และตรวจสอบคำตอบที่ได้

4. ครูและนักเรียนสรุปการแก้ปัญหา และอธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 3 ชี้นฝึกทักษะและการนำไปใช้ โดยให้นักเรียนฝึกปฏิบัติในบัตร์กิจกรรม

ขั้นตอนที่ 4 ชี้นสรุปร่วมกัน สรุปโดยครูและนักเรียน

ขั้นตอนที่ 5 ชี้นประเมินผลร่วมกันโดยครูและนักเรียน

ยุพิน ยืนยง (2549 : 49) ได้ศึกษาการใช้เทคนิค KWDL ในการนิเทศแบบเพื่อนช่วยเพื่อน
 เพื่อช่วยพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ของครูผู้สอนคณิตศาสตร์ โดยมีวิธีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้
 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ชี้นำ ได้แก่ทบทวนความรู้เดิม แจ้งจุดประสงค์เร้าความสนใจ

ขั้นตอนที่ 2 ชี้นสอนเนื้อหาใหม่ ได้แก่การให้ตัวอย่างโจทย์ปัญหา ครูและนักเรียน
 ร่วมกันแก้โจทย์ปัญหาและถามคำถามนักเรียนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนตอบคำถามตามขั้นตอน KWDL
 ตามลำดับ

2.1 โจทย์บอกอะไรบ้าง (K)

2.2 โจทย์ต้องการให้หาอะไรเขียน ประโยคสัญลักษณ์ได้อย่างไรบ้าง (W)

2.3 ครูและนักเรียนร่วมกันแก้ปัญหา (D)

2.4 ตรวจสอบคำตอบ ร่วมกันสรุปและแก้ปัญหา (L)

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นฝึกทักษะโดยครูแนะนำ

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นฝึกทักษะโดยอิสระ

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นสรุปบทเรียนและวัดผลประเมินผล

วิชา เล่าเรียนตี (2548 : 165) ได้กำหนดขั้นตอนการสอนโดยใช้เทคนิค KWDL

ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นนำ

1.1 ทบทวนความรู้เดิม

1.2 แจกจุดประสงค์การเรียนรู้

1.3 เราความสนใจด้วยเกมคณิตศาสตร์

2. ขั้นสอนเนื้อหาใหม่

2.1 ครูเสนอโจทย์ปัญหาให้กับนักเรียนทั้งชั้นแล้วให้นักเรียนร่วมกันอ่านโจทย์ และแก้ปัญหา ตามแผนผัง KWDL

2.2 นักเรียนฝึกปฏิบัติเป็นกลุ่มย่อยโดยครูแนะนำด้วยการแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม ร่วมกันปฏิบัติกิจกรรม KWDL

3. ขั้นฝึกทักษะโดยอิสระนักเรียนทำแบบฝึกหัด

4. ขั้นสรุปบทเรียนและประเมินผลนักเรียนทำแบบทดสอบประจำหน่วยการเรียนรู้ มีการส่งเสริมเมื่อนักเรียนไม่เข้าใจ

ผู้วิจัยได้สรุปการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL หมายถึงการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ เน้นให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้เทคนิค KWDL ในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำ เป็นการทบทวนความรู้ที่จำเป็นต้องใช้และแจ้งจุดประสงค์ของการเรียน ในคาบนั้น

ขั้นที่ 2 ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ โดยครูนำเสนอเนื้อหาใหม่และนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ โจทย์และแก้ปัญหตามตาราง KWDL ดังนี้

ตาราง 2 แสดงการแก้โจทย์ปัญหาด้วยเทคนิค KWDL

<p>ขั้น K</p> <p>หาสิ่งที่โจทย์กำหนด</p>	<p>สิ่งที่โจทย์กำหนดให้</p> <p>1.....</p> <p>2.....</p> <p>3.....</p>
<p>ขั้น W</p> <p>หาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ / ปัญหา</p>	<p>สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ</p> <p>1.....</p> <p>2.....</p> <p>3.....</p>
<p>ขั้น D</p> <p>ดำเนินการการแก้โจทย์ ปัญหากระบวนการ</p>	<p>สมการ คือ</p> <p>.....</p> <p>วิธีทำ</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
<p>ขั้น L</p> <p>คำตอบที่ได้ / กระบวนการคิด</p>	<p>ตอบ</p> <p>.....</p> <p>กระบวนการคิด</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

ขั้นที่ 3 ขั้นฝึกทักษะ เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้ทำแบบฝึกทักษะ จากแบบฝึกหัดที่ครูสร้างขึ้นและจากหนังสือเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุป ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้ในคาบนั้น ๆ

พูน ปณ ทัโต ชีเว

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

1. ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

มีนักการศึกษาต่างประเทศและนักการศึกษาไทยหลายท่านให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

กูด (Good. 1973 : 680) ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณสรุปได้ว่า หมายถึงการคิดอย่างรอบคอบตามหลักของการประเมินและมีหลักฐานอ้างอิง เพื่อหาข้อสรุปที่น่าจะเป็นไปได้ตลอดจนพิจารณาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องทั้งหมดและใช้กระบวนการตรรกวิทยาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

โบโน (Bono. 1976 : 29-32) ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณตามจุดมุ่งหมายของการคิด สรุปได้ว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นกระบวนการคิดขั้นสูงซึ่งเป็นการคิดเพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ ทั่วไปในโลกแห่งความจริงของแต่ละบุคคล ส่วนอีกนัยหนึ่ง การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นกระบวนการคิดตัดสินใจเกี่ยวกับข้อมูลที่มีอยู่ เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาโดยใช้เหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์

มัว และ ปาคเกอร์ (Moore and Parker. 1986 : 67) ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณสรุปได้ว่า เป็นการคิดพิจารณาอย่างไตร่ตรองอย่างรอบคอบในการตัดสินใจที่จะรับหรือปฏิเสธข้ออ้างต่าง ๆ ความสามารถในการคิดอย่างวิจารณ์ญาณนี้เป็นสิ่งสำคัญในการดำรงชีวิต เพราะว่าตลอดชีวิตจะพบข้ออ้างต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น จึงต้องใช้การตัดสินใจที่จะเชื่อถือยอมรับและประเมินอยู่เสมอ

เบนลีย์ (Bensley. 1991 : 3) กล่าวถึงการคิดอย่างมีวิจารณญาณสรุปได้ว่าเป็นการคิดไตร่ตรองเกี่ยวกับการประเมินหลักฐานข้อมูลแล้วลงข้อสรุปเกี่ยวกับหลักฐานที่มีอยู่ให้ตรงกับสิ่งคาดการณ์ไว้

เยอเกอร์ (Yager. 1993 : 264-275) ให้ความหมายการคิดอย่างมีวิจารณญาณสรุปได้ว่า เป็นความสามารถอย่างหนึ่งของบุคคลในการเลือกและตัดสินใจอย่างมีเหตุผล ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการตัดสินใจแก้ปัญหา องค์ประกอบในการตัดสินใจนี้จะเกิดขึ้นใน 3 ลักษณะ คือ

1. การแยกปัญหาออกเป็นส่วน ซึ่งจะช่วยให้ง่ายต่อการวิเคราะห์
2. การเชื่อมโยงข้อมูลที่สำคัญ ซึ่งมีผลต่อการตัดสินใจ
3. การเลือกวิธีมองปัญหาซึ่งเป็นแนวทางแสดงให้เห็นถึงวิธีที่จะนำมาใช้

แก้ปัญหา

สกินเนอร์ (Skinner. 1976) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า ประกอบด้วยกระบวนการและความสามารถ กระบวนการหมายถึง วิธีการแก้ปัญหาแบบวิทยาศาสตร์

และทัศนคติในการแสวงหาความรู้ ความสามารถ หมายถึง ความรู้ในข้อเท็จจริงหลักการ การสรุปเป็นกรณีทั่วไป การอนุมาน การยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น การนิรนัย การตีความหมาย และการประเมินค่า รวมทั้งทักษะทางด้านความเข้าใจ การคิดวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

วัตสัน และเกลเซอร์ (Watson and Glaser. 1964 : 10) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นการคิดประกอบด้วยทัศนคติ ความรู้และทักษะ โดยที่ทัศนคติหมายถึง ทัศนคติต่อการแสวงหาความรู้และยอมรับการแสวงหาที่สนับสนุนสิ่งที่อ้างว่าเป็นจริงแล้วใช้ความรู้ ด้านอนุมาน มาสรุปใจความสำคัญและการสรุปเป็นกรณีทั่ว ๆ ไป โดยตัดสินจากหลักฐานอย่าง สมเหตุสมผล สอดคล้องกับหลักตรรกวิทยา ตลอดจนทักษะในการใช้ทัศนคติและความรู้ดังกล่าว มาประเมินผลความถูกต้องของข้อความ

นอริส (Norris. 1985 : 40-45) กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ คือการมี ทัศนคติที่แสดงถึงความสนใจในการแสวงหาความรู้ ตลอดจนมีนิสัยในการค้นหาหลักฐานมาสนับสนุน สิ่งที่อ้างว่าเป็นจริง ความรู้ (Knowledge) ที่แสดงถึงความสามารถในการอนุมาน (Inference) การสรุปใจความสำคัญ (Abstraction) และการสรุปเป็นกรณีทั่วไป (Generalization) โดยพิจารณา จากหลักฐานและการใช้ตรรกวิทยาและทักษะ (Skill) ที่แสดงถึงความสามารถที่จะนำทั้งทัศนคติและ ความรู้ดังกล่าวข้างต้น ไปประยุกต์ใช้พิจารณาตัดสินปัญหา สถานการณ์ ข้อความหรือข้อสรุปต่าง ๆ ได้

ฮิลการ์ด (Hillgard. 1962 : 336) ให้ความหมายว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นความสามารถในการตัดสินข้อความหรือปัญหาว่าสิ่งใดเป็นจริง สิ่งใดเป็นเหตุสิ่งใดเป็นผล

เอนนิส (Ennis. 1985 : 54) ได้นิยามไว้ว่า เป็นการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างมี เหตุผล เพื่อมุ่งสู่การตัดสินใจในสิ่งที่ควรเชื่อหรือควรทำ

ฮัดจิ้นส์ (Hudgins. 1988 : 175-178) ให้ความหมายไว้ว่า การคิดอย่างมี วิจารณญาณ คือ การมีทัศนคติในการค้นคว้าหาหลักฐาน ในการวิเคราะห์และประเมินข้อโต้แย้ง ต่าง ๆ การมีทักษะในการใช้ความรู้จำแนกข้อมูลและตรวจสอบข้อสมมติฐาน เพื่อการสรุปอย่างมี เหตุผล

สคริฟเวน (Scriven. 1996) ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าเป็น กระบวนการคิดอย่างวิเคราะห์ หรือสังเคราะห์ หรือนำไปประยุกต์ใช้ เพื่อตรวจสอบข้อมูลซึ่งอาจได้มา จากการเฝ้าสังเกต จากการทดลอง การใช้เหตุผล หรือการติดต่อสื่อสารเพื่อใช้เป็นแนวทางนำไป ปฏิบัติต่อไป

อัมพร ไตรภักทร และคณะ (2543 : 1) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมี วิจารณญาณไว้ว่า Critical Thinking คือ การคิดไตร่ตรองที่เน้นในเรื่องการตัดสินใจว่า จะเชื่อหรือไม่เชื่อสิ่งใด หรือจะทำหรือไม่ทำสิ่งใด ซึ่งได้นำบรมเอาความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking)

เข้าใจในคำจำกัดความของ Critical Thinking ด้วย

อุษณีย์ โพธิ์สุข (2544 : 33) กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึงวิธีคิดอย่างมีเหตุผล มีหลักเกณฑ์ มีหลักฐาน และมีประสิทธิภาพ ก่อนตัดสินใจว่าจะเชื่อหรือไม่เชื่ออะไร หรือก่อนที่จะตัดสินใจว่าจะทำ หรือไม่ทำอะไร

คันสนีย์ ฉัตรคุปต์ และอุษา ชูชาติ (2544 : 31) ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า หมายถึง การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ ตัดสินใจ และแก้ปัญหา โดยยึดหลักการคิดด้วยเหตุผลจากข้อมูลที่เป็นจริงมากกว่าอารมณ์

สรุปได้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึงความสามารถของบุคคลในการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบ มีเหตุมีผล เกี่ยวกับข้อมูล หรือสถานการณ์ที่ปรากฏ โดยใช้ข้อมูลความรู้ ความคิดและประสบการณ์จากการเรียนรู้เพื่อตัดสินใจ หรือประเมินความน่าเชื่อถือ ความเป็นไปได้ของสถานการณ์นั้น ๆ

2. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ทฤษฎีพัฒนาการทางเขาวงกตปัญญาของ Piaget เพียเจต์ (Piaget)

ประสาธ อิศรปริดา (2547 : 75) มีความคิดว่า พัฒนาการทางสติปัญญา ก็คือการเปลี่ยนแปลงด้านโครงสร้างความรู้ ซึ่งเพียเจต์เรียกว่า สกีม่า (Schema) หรือสกีม (Scheme) โครงสร้างความรู้นี้จะพัฒนาอย่างต่อเนื่องตามขั้นพัฒนาการทางปัญญา กระบวนการสำคัญที่เกี่ยวข้องกับพัฒนาการทางโครงสร้างความรู้คือ กระบวนการการจัดระเบียบภายใน (Organization) และกระบวนการปรับ (Adaptation) กระบวนการปรับนี้จะเกิดขึ้นตลอดเวลาเพื่อให้เกิดภาวะสมดุล (Equilibration) เพียเจต์แบ่งพัฒนาการทางปัญญาของมนุษย์ออกเป็น 4 ขั้นด้วยกัน ซึ่งเด็กแต่ละขั้นจะมีลักษณะสำคัญ ดังนี้

1. ขั้นประสาทรับรู้และการเคลื่อนไหว (0-2 ปี) เด็กจะเรียนรู้สิ่งรอบตัวจากการสัมผัสและการกระทำเท่านั้น เด็กจะสนใจสิ่งต่าง ๆ และจะเลียนแบบในสิ่งที่พบเห็นในตอนปลาย ๆ ของขั้นนี้ เด็กจะทำสิ่งต่าง ๆ ซ้ำ ๆ ด้วยวิธีการต่าง ๆ ที่แปลกออกไปและเริ่มสร้างภาพความคิดในใจได้
2. ขั้นก่อนการคิดแบบเหตุผล (2-7 ปี) เด็กขั้นนี้จะมีพัฒนาการทางภาษาและการใช้สัญลักษณ์ก้าวหน้ารวดเร็วมาก เด็กจะเริ่มมีจินตภาพเลียนแบบได้ โดยไม่ต้องเห็นแม่แบบชอบเล่นสมมติ โดยใช้สิ่งหนึ่งแทนสิ่งที่เป็นจริง อย่างไรก็ตามเด็กกระษะนี้ยังมีขีดจำกัดในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เนื่องจากลักษณะที่ยึดตัวเองเป็นศูนย์กลาง มีการรับรู้แบบมุ่งสู่ศูนย์กลาง ใส่ใจเฉพาะสภาวะที่ปรากฏโดยไม่ใส่ใจกระบวนการก่อนจะเกิดผลหรือสภาวะนั้น และยังไม่อาจคิดย้อนกลับได้

3. ขั้นการคิดแบบเหตุผลเชิงรูปธรรม (7-11 ปี) เด็กส่วนใหญ่ในขั้นนี้จะอยู่ในระดับประถมศึกษาขึ้นไป ข้อจำกัดที่ปรากฏในขั้นก่อนการคิดแบบเหตุผลจะหมดไป ฉะนั้นเขาจึงสามารถเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการอนุรักษ์ การจัดกลุ่มหรือแบ่งหมู่ การจัดเรียงลำดับของสิ่งของ เวลา วัน การคิดอย่างวิเคราะห์ หรือสังเคราะห์ หรือนำไปประยุกต์ใช้ หรือเพื่อตรวจสอบข้อมูลซึ่งและอัตราเร่ง อย่างไรก็ตามความสามารถเข้าใจแนวคิดดังกล่าวก็ยังจำกัดอยู่เฉพาะเรื่องที่เป็นรูปธรรมเท่านั้น

4. ขั้นการคิดแบบเหตุผลเชิงนามธรรม (11 ปีขึ้นไป) ขั้นนี้เด็กจะมีความสามารถคิดแก้ปัญหา หรือสรุปเหตุผลอย่างเป็นระบบ สามารถสรุปเหตุผลนอกเหนือจากข้อมูลที่มีอยู่ สามารถเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลตามหลักตรรกศาสตร์ และสามารถคิดสมมติฐาน หรือความเป็นไปได้ของเหตุการณ์ต่าง ๆ อย่างสมเหตุสมผล และสรุปกฎเกณฑ์จากการตรวจสอบสมมติฐานที่กำหนดขึ้นด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

ทฤษฎีโครงสร้างเชาว์ปัญญาของ Guilford

กิลฟอร์ด (Guilford. 1998 : 26) เชื่อว่าความสามารถทางสมองสามารถปรากฏได้ในลักษณะของการปฏิบัติงานตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในลักษณะของความสามารถด้านต่าง ๆ ที่เรียกว่าองค์ประกอบ และสามารถประเมินความสามารถนี้ได้ด้วยแบบทดสอบที่เป็นมาตรฐาน กิลฟอร์ด ได้เสนอโครงสร้างเชาว์ปัญญาโดยอธิบายว่าความสามารถทางสมองของมนุษย์ประกอบด้วยสามมิติ คือ 1) มิติด้านการคิด (Operations) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติงานหรือวิธีการคิดแบบต่าง ๆ 2) มิติด้านเนื้อหาการคิด (Contents) หมายถึง สิ่งเร้ารูปแบบต่าง ๆ และ 3) มิติด้านผลการคิด (Products) หมายถึง ผลของการปฏิบัติหรือการคิดของสมอง ทั้งสามมิติประกอบกันเข้าเป็นหน่วยจุลภาคจำนวน 150 หน่วย แต่ละหน่วยมี 3 มิติ กิลฟอร์ดได้อธิบายว่าเมื่อบุคคลพบกับปัญหาจากสิ่งแวดล้อม บุคคลจะทำความรู้จักกับสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างของปัญหาและสภาพที่ก่อให้เกิดปัญหา โดยการแปลงรูปให้เข้ากับที่มีอยู่ในส่วนของความจำซึ่งบางครั้งอาจมีการแก้ไขข้อมูลก่อน จากนั้นจะประเมินกลั่นกรอง เพื่อแยกประเภทข้อมูลที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกับปัญหา และหาทางออกของปัญหาซึ่งในปัญหาหนึ่ง ๆ อาจมีทางออกหลายทาง นอกจากนี้ กิลฟอร์ดยังได้อธิบายรูปแบบของการคิดแก้ปัญหาโดยทั่ว ๆ ไปว่าเป็นกระบวนการของความสามารถทางสมองด้านการจำ (Memory) การรู้และเข้าใจ (Cognitive) การคิดแบบอเนกนัย (Divergent Thinking) การคิดแบบเอกนัย (Convergent Thinking) และการประเมินค่า (Evaluation) ความสามารถทั้ง 5 นี้ จะปฏิบัติร่วมกันทฤษฎีองค์ประกอบทางสติปัญญาด้านความรู้ของ Bloom

บลูม (Bloom. 1961 : 35) มีความเชื่อว่า สมรรถภาพทางความคิดของคนแยกย่อย และเรียงลำดับจากง่ายหายาก โดยอาศัยพฤติกรรมทางความคิดเป็นพื้นฐาน สมรรถภาพทางความคิด

แสดงออกได้ โดยพฤติกรรมที่เกิดขึ้นง่ายไปสู่พฤติกรรมที่มีความซับซ้อนมากขึ้นและมีลักษณะที่รวมเอาพฤติกรรมตอนต้นไว้ด้วย ซึ่งแบ่งออกได้เป็นขั้นตอนตามลำดับดังนี้ คือ ความรู้ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ และการประเมินค่า กล่าวคือ โดยทั่ว ๆ ไปแล้วปัญหาที่สามารถตอบได้โดยอาศัยความรู้ความจำจะเป็นปัญหาที่ตอบได้ง่ายกว่าปัญหาที่ต้องอาศัยความเข้าใจในทำนองเดียวกัน ปัญหาที่อาศัยความเข้าใจ จะเป็นปัญหาที่ตอบได้ง่ายกว่าปัญหาที่อาศัยการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆ และที่ยากยิ่งไปกว่าการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ คือปัญหาที่ต้องใช้ความสามารถในการวิเคราะห์และสังเคราะห์ ส่วนการตัดสินใจประเมินคุณค่าของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง นับเป็นทักษะทางสติปัญญาที่ต้องอาศัยความสามารถขั้นสูงสุด โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ความรู้ (Knowledge) เป็นลำดับขั้นต่ำสุดขององค์ประกอบของสติปัญญา ด้านความรู้ ประกอบไปด้วยความสามารถในการระลึกและจำความรู้ นั้น ๆ ได้ การให้ความหมาย การจัดลำดับหมวดหมู่ การบอกกฎเกณฑ์ หลักการ หรือทฤษฎีได้
2. ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถในการเข้าใจ ความหมาย และจุดประสงค์ของเนื้อหาความรู้ นั้น ๆ ความสามารถในการแปลความ การขยายความ
3. การนำไปประยุกต์ใช้ (Application) หมายถึง ความสามารถในการจดจำของ ข้อมูลต่าง ๆ และนำความเข้าใจไปใช้ในสถานการณ์หรือเหตุการณ์ใหม่ ๆ
4. การวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะเนื้อหา ความรู้ใดความรู้หนึ่ง ออกเป็นส่วนประกอบย่อย ๆ และสามารถเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่าง ส่วนประกอบย่อยทั้งหลายนั้น รวมถึงลักษณะการจัดเข้าเป็นระบบของส่วนประกอบต่าง ๆ เหล่านั้น ด้วย
5. การสังเคราะห์ (Synthesis) หมายถึง ความสามารถในการรวบรวม ส่วนประกอบย่อย ๆ ทั้งหลาย ให้รวมเข้าเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน ซึ่งต้องอาศัยความสามารถในการ วิเคราะห์ รวบรวม และจัดระบบระเบียบของส่วนประกอบทั้งหลาย ให้อยู่ในรูปลักษณะที่เป็นที่เข้าใจ ชัดเจนขึ้นกว่าเดิม ดังนั้น จึงอาจกล่าวได้ว่าการสังเคราะห์เป็นพฤติกรรมเกื้อหนุนและส่งเสริมต่อการ คิดอย่างมีวิจารณ์ญาณโดยตรง
6. การประเมินค่า (Evaluation) หมายถึง ความสามารถในการตัดสินใจประเมินค่า ความคิด ผลงาน คำตอบ หรือวิธีการต่าง ๆ ซึ่งต้องอาศัยความสามารถในการใช้ความรู้ความเข้าใจ การนำความรู้ไปใช้ การวิเคราะห์และการสังเคราะห์ ประสมประสานกัน เพื่อพัฒนาเกณฑ์ในการ ประเมินค่าสิ่งต่าง ๆ จากการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวกับความคิดเราพบว่าการจัดประสบการณ์ อายุ การ รับรู้มีผลต่อกระบวนการคิดและการพัฒนาการคิดของมนุษย์จะพัฒนาจากขั้นที่ง่ายไปหายาก และเมื่อ มีอายุมากยิ่งขึ้นความคิดของมนุษย์จะมีเหตุมีผล และมีความสลับซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ดังนั้นจึงทำให้

การจัดการเรียนรู้ต้องจัดการเรียนรู้จากง่ายไปหายากและการวัดควรวัดจากระดับที่ง่ายตามแนวคิดของ Bloom คือวัดจากความจำจนไปขึ้นที่ซับซ้อนมากยิ่งขึ้น

แนวคิดของวัตสันและเกลเซอร์ (Watson and Glaser. 1964 : 26) ได้กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณประกอบด้วย ทักษะคิด ความรู้และทักษะในเรื่องต่าง ๆ ดังนี้

1. ทักษะคิดในการสืบเสาะ ซึ่งประกอบด้วย ความสามารถในการเห็นปัญหาและความต้องการที่จะสืบเสาะค้นหาข้อมูล หลักฐาน มาพิสูจน์เพื่อหาข้อเท็จจริง

2. ความรู้ในการหาแหล่งข้อมูลอ้างอิงและการใช้ข้อมูลอ้างอิงอย่างมีเหตุผล

3. ทักษะในการประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะคิดดังกล่าวมาใช้ให้เป็นประโยชน์

จากการศึกษา ค้นคว้า การวิจัยต่าง ๆ วัตสัน และเกลเซอร์ ได้ผลสรุปว่าการวัดความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ต้องวัดความสามารถย่อย ๆ ซึ่งมีอยู่ 5 ด้าน ดังนี้

1. ความสามารถในการอ้างอิงหรือสรุปความ (Inferences) หมายถึง ความสามารถในการจำแนกระดับความน่าจะเป็นของข้อมูลหรือการลงข้อสรุป

2. ความสามารถในการตระหนักถึงข้อตกลงเบื้องต้น (Recognition of assumptions) หมายถึง ความสามารถในการจำแนกว่าข้อความใดเป็นเงื่อนไขหรือสิ่งที่กำหนดให้

3. ความสามารถในการนิรนัย (Deduction) หมายถึง ความสามารถในการจำแนกว่าข้อสรุปใดเป็นผล และข้อสรุปใดไม่เป็นผลมาจากความสัมพันธ์ของสถานการณ์ที่กำหนดให้ อย่างแน่นอน

4. ความสามารถในการตีความ (Interpretation) หมายถึง ความสามารถในการจำแนกว่าข้อสรุปใดเป็นผล และข้อสรุปใดเป็นหรือไม่เป็นจริงตามที่สรุปได้จากสถานการณ์ที่กำหนดให้

5. ความสามารถในการประเมินข้ออ้างหรือข้อโต้แย้ง (Evaluation of Arguments) หมายถึง ความสามารถในการจำแนกว่าข้อความใดเป็นการอ้างเหตุผลที่หนักแน่นกับข้อความที่อ้างเหตุผลไม่หนักแน่น

แนวคิดของเดรสเซอร์ และเมย์ฮิวส์ (Dressel and Mayhew. 1957) การคิดอย่างมี วิจารณญาณประกอบด้วยความสามารถด้านต่าง ๆ 5 ด้าน คือ

1. ความสามารถในการนิยามปัญหา ประกอบด้วย

1.1 ความสามารถในการตระหนักถึงความเป็นไปของปัญหา ได้แก่ การรู้ถึงเงื่อนไขต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กันในสถานการณ์ การรู้ถึงความขัดแย้งและเรื่องราวที่สำคัญในสถานการณ์และความสามารถในการระบุจุดเชื่อมต่อที่ขาดหายไปของชุดเหตุการณ์ หรือความคิดและการรู้ถึงสภาพปัญหาที่ยังไม่มีคำตอบ

1.2 ความสามารถในการนิยามปัญหา ได้แก่ การระบุถึงธรรมชาติของปัญหา ความเข้าใจถึงสิ่งที่เกี่ยวข้อง และความจำเป็นในการแก้ปัญหา สามารถนิยามองค์ประกอบของปัญหา ซึ่งมีความยุ่งยากและเป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรม สามารถจำแนกแยกแยะองค์ประกอบของปัญหาที่มีความซับซ้อนออกเป็น ส่วนประกอบที่สามารถจัดกระทำได้ สามารถระบุองค์ประกอบที่สำคัญของปัญหา สามารถจัดองค์ประกอบของปัญหาให้เป็นลำดับขั้นตอน

2. ความสามารถในการเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการหาคำตอบของปัญหา คือ การสามารถตัดสินใจว่าข้อมูลใดมีความจำเป็นต่อการแก้ปัญหา ประกอบด้วยความสามารถในการจำแนกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องไม่ได้ ความสามารถในการระบุว่าข้อมูลใดควรยอมรับหรือไม่ การเลือกตัวอย่างของข้อมูลที่มีความเพียงพอและเชื่อถือได้ ตลอดจนการจัดระเบียบระบบของข้อมูล

3. ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น ประกอบด้วย ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่ผู้อ้างเหตุผลไม่ได้กล่าวไว้ ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่คัดค้านการอ้างเหตุผลและความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการอ้างเหตุผล

4. ความสามารถในการกำหนดและเลือกสมมติฐาน ประกอบด้วย การค้นหา การชี้แนะหาคำตอบ การกำหนดสมมติฐานต่าง ๆ โดยอาศัยข้อมูลและข้อตกลงเบื้องต้น การเลือกสมมติฐานที่มีความเป็นไปได้มากที่สุดพิจารณาเป็นอันดับแรก การตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างสมมติฐานกับข้อมูล ข้อตกลงเบื้องต้น และการกำหนดสมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่ยังไม่ทราบ และเป็นข้อมูลที่จำเป็น

5. ความสามารถในการสรุปอย่างสมเหตุสมผลและการตัดสินใจสมเหตุสมผลของการคิดหาเหตุผล ประกอบด้วย

5.1 ความสามารถในการสรุปอย่างสมเหตุสมผล โดยอาศัยข้อตกลงเบื้องต้น สมมติฐานและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การระบุความสัมพันธ์ระหว่างคำกับประพจน์การระบุถึงเงื่อนไขที่จำเป็นและเพียงพอ การระบุความสัมพันธ์เชิงเหตุผล และความสามารถในการระบุและกำหนดข้อสรุป

5.2 ความสามารถในการพิจารณาตัดสินความสมเหตุสมผลของกระบวนการที่นำไปสู่ข้อสรุป ได้แก่ การจำแนกการสรุปที่สมเหตุสมผลจากการสรุปที่อาศัยค่านิยม ความพึงพอใจ และความลำเอียง การจำแนกระหว่างการคิดหาเหตุผลที่มีข้อสรุปได้แน่นอน กับ การหาเหตุผลที่ไม่สามารถหาข้อสรุปที่เป็นข้อยุติได้

5.3 ความสามารถในการประเมินข้อสรุป โดยอาศัยเกณฑ์การประยุกต์ใช้ได้แก่ การระบุเงื่อนไขที่จำเป็นต่อการพิสูจน์ข้อสรุป การรู้ถึงเงื่อนไขที่ทำให้ข้อสรุปไม่สามารถนำไปปฏิบัติได้ และการตัดสินความเพียงพอของข้อสรุปในลักษณะที่เป็นคำตอบของปัญหา

ทฤษฎีของเอนนิส (Ennis Theory)

เอนนิส (Ennis) ให้ความสนใจและเริ่มศึกษาการคิดอย่างมีวิจารณญาณมาตั้งแต่ ค.ศ.1962 เอนนิส กล่าวว่า “การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการคิดหาเหตุผล คิดแบบไตร่ตรองเป็นการตัดสินใจว่าอะไรควรเชื่อ อะไรควรทำ” โดยสรุปประเด็นสำคัญเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

1. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นการคิดใช้เหตุผล นั่นคือ สามารถคิดดีเหมาะสม
2. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นการคิดแบบไตร่ตรองในการตรวจสอบเหตุผล ทั้งของตนเอง ผู้อื่น และข้อเท็จจริง
3. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นการคิดอย่างตั้งใจ มีสติในการค้นหาเหตุผลที่ดี เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้
4. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ จะเป็นการตัดสินใจว่า อะไรควรเชื่อ หรืออะไรควรปฏิบัติ

ทฤษฎีของเอนนิส กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ประกอบด้วย ความสามารถ (Ability) และลักษณะ (Disposition) ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

ความสามารถของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ประกอบด้วย

1. ความกระจ่างชัดเบื้องต้น (Elementary Clarification) ซึ่งได้แก่
 - 1.1 ถามได้ตรงประเด็น (Focus on a Question)
 - 1.2 วิเคราะห์การอ้างเหตุผล (Analyzing Argument)
 - 1.3 ถามและตอบคำถามได้ชัดเจนและท้าทาย (Asking and Answering Question that Clarify and Challenge)
2. ข้อมูลสนับสนุน (Basic Support) ซึ่งได้แก่
 - 2.1 พิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล (Judging the Credibility of a Source)
 - 2.2 มีการสังเกต (Making and Judging Observations)
3. การสรุปอ้างอิง (Inference)
 - 3.1 การนิรนัย (Making and Judging Deductions)
 - 3.2 การอุปนัย (Making and Judging Inductions)
 - 3.3 การตัดสินคุณค่า (Making and Judging Value Judgment)
4. การกระจ่างชัดขั้นสูง (Advanced Clarification)

4.1 กำหนดปัญหาและอธิบายคำจำกัดความของปัญหา (Defining Teams and Judging Definition)

4.2 ระบุข้อตกลงเบื้องต้น (Identifying Assumption)

5. ยุทธวิธีและกลยุทธ์ (Strategic and Tactics)

5.1 การตัดสินใจกระทำ (Deciding on an Action)

5.2 ปฏิกริยากับผู้อื่น (Interaction with Others)

เอนนิส ได้อธิบายการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า เป็นบริบทของการคิดที่เกิดจากการที่ตนได้มีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น และมีความเกี่ยวข้องกับการอ้างเหตุผล โดยต้องใช้ความคิด วิจารณ์ญาณก่อนที่จะตัดสินใจเชื่อ หรือลงมือปฏิบัติตามการอ้างเหตุผลนั้น

แนวคิดของนีดเลอร์ (Needler, 1987) ได้กำหนดความสามารถในการคิดอย่างมี วิจารณ์ญาณเป็น 3 กลุ่ม คือ

1. การนิยามและการทำความเข้าใจของปัญหา ซึ่งจำแนกออกเป็น

4 ความสามารถย่อย ดังนี้

1.1 การระบุเรื่องราวที่สำคัญหรือการระบุปัญหา เป็นความสามารถในการ ระบุใจความสำคัญของเรื่องที่อ่าน การอ้างเหตุผล ภาพลัทธิทางการเมือง การใช้เหตุผลต่าง ๆ และ ข้อสรุปในการอ้างเหตุผล

1.2 การเปรียบเทียบความคล้ายคลึงและความแตกต่างระหว่างคน วัตถุ สิ่งของความคิด หรือผลลัพธ์ตั้งแต่ 2 อย่างขึ้นไป

1.3 การกำหนดว่าข้อมูลใดมีความเกี่ยวข้อง เป็นความสามารถในการจำแนก ระหว่างข้อมูลที่สามารถพิสูจน์ความถูกต้องได้ กับข้อมูลที่ไม่สามารถพิสูจน์ความถูกต้องได้ รวมทั้ง การจำแนกระหว่างข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเรื่องราว

1.4 การกำหนดคำถามที่เหมาะสม เป็นความสามารถในการกำหนดคำถามซึ่ง จะนำไปสู่ความเข้าใจที่ลึกซึ้งและชัดเจนเกี่ยวกับเรื่องราว

2. การพิจารณาตัดสินข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กับปัญหาจำแนกเป็น

6 ความสามารถย่อย ดังนี้

2.1 การจำแนกหลักฐาน เป็นลักษณะข้อเท็จจริง ความคิดเห็น ซึ่งพิจารณา ตัดสินโดยใช้เหตุผล เป็นความสามารถในการประยุกต์เกณฑ์ต่าง ๆ เพื่อการพิจารณาตัดสินลักษณะ คุณภาพของการสังเกตและการคิดหาเหตุผล

2.2 การตรวจสอบความสอดคล้อง เป็นความสามารถในการตัดสินว่าข้อความ หรือสัญลักษณ์ที่กำหนด มีความสอดคล้องสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และมีความสอดคล้องกับบริบท ทั้งหมดหรือไม่

2.3 การระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่ไม่ได้กล่าวอ้าง เป็นความสามารถในการระบุ ว่าข้อตกลงเบื้องต้นใดที่ไม่ได้กล่าวไว้ในการอ้างเหตุผล

2.4 การระบุภาพพจน์ (Stereotypes) ในการอ้างเหตุผล เป็นความสามารถ ในการระบุความคิดที่บุคคลยึดติด (Fixed Notion) หรือความคิดตามประเพณีนิยม (Conventional Notions)

2.5 การระบุความมีอคติปัจจัยทางอารมณ์และการโฆษณา เป็นความสามารถ ในการระบุความมีอคติในการอ้างเหตุผลและการตัดสินใจเชื่อถือได้ของแหล่งข้อมูล

2.6 การระบุความแตกต่างระหว่างระบบค่านิยม (Value System) และ อุดมการณ์ (Ideologies) เป็นความสามารถในการระบุความคล้ายคลึง และความแตกต่างระหว่าง ระบบค่านิยมและอุดมการณ์

3. การแก้ปัญหาหรือการลงสรุป จำแนกออกเป็น 2 ความสามารถย่อย ดังนี้

3.1 การระบุความเพียงพอของข้อมูล เป็นความสามารถในการตัดสินใจว่า ข้อมูลที่มีอยู่เพียงพอทั้งด้านปริมาณและคุณภาพต่อการนำไปสู่ข้อสรุป การตัดสินใจ หรือการกำหนด สมมติฐานที่เป็นไปได้ ได้หรือไม่

3.2 การพยากรณ์ผลลัพธ์ที่อาจเป็นไปได้ เป็นความสามารถในการทำนาย ผลลัพธ์ที่อาจเป็นไปได้ของเหตุการณ์ หรือชุดของเหตุการณ์ต่าง ๆ

3. แนวคิดที่ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

เลวิน (Lewin. 1935 : 25) นักทฤษฎีกลุ่มเกสตัลต์ (Gestalt) เชื่อว่าความคิดของ บุคคลเกิดจากการรับรู้สื่อเร้า ซึ่งบุคคลมักรับรู้ในลักษณะภาพรวมหรือส่วนรวมมากกว่าส่วนย่อย

บลูม (Bloom. 1981 : 20) ได้จำแนกการเรียนรู้ (Cognition) ออกเป็น 6 ชั้น ได้แก่ การรู้ชั้นความรู้ การรู้ชั้นเข้าใจ การรู้ชั้นนำไปใช้ การรู้ชั้นวิเคราะห์ การรู้ชั้นสังเคราะห์ และการรู้ชั้น ประเมิน

ทอเรนซ์ (Torrence. 2000 : unpagged) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของ ความคิดสร้างสรรค์ว่าประกอบไปด้วย ความคล่องแคล่วในการคิด (Fluency) ความยืดหยุ่นในการคิด ความคิดริเริ่มในการคิด (Originality)

ออสูเบล (Ausubel. 1969 : unpagged) ได้อธิบายว่า การเรียนรู้ที่มีความหมาย (Meaningful Verbal Learning) จะเกิดขึ้นได้หากการเรียนรู้นั้นสามารถเชื่อมโยงกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่มี มาก่อน ดังนั้นการให้กรอบความคิดแก่ผู้เรียนก่อนการสอนเนื้อหาสาระใด ๆ จะช่วยเป็นสะพานหรือ โครงสร้างที่ผู้เรียนสามารถนำเนื้อหา หรือสิ่งที่เรียนใหม่ไปเชื่อมโยงยึดเกาะได้ทำให้การเรียนรู้เป็นไป อย่างมีความหมาย

เปียเจต์ (Piaget. 1964 : unpagged) ได้อธิบายพัฒนาการสติปัญญาว่าเป็นผล
 เนื่องมาจากการปะทะสัมพันธ์ระหว่างบุคคลกับสิ่งแวดล้อม โดยบุคคลพยายามปรับตัวโดยใช้
 กระบวนการดูดซึม (Assimilation) และกระบวนการปรับให้เหมาะ (Accommodation) โดยการ
 พยายามปรับความรู้ ความคิดเดิมกับสิ่งแวดล้อมใหม่ ซึ่งทำให้บุคคลอยู่ในภาวะสมดุลสามารถปรับตัว
 เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ กระบวนการดังกล่าวเป็นกระบวนการพัฒนาโครงสร้างทางสติปัญญาของบุคคล
 บรูเนอร์ (Bruner. 1971 : 33) กล่าวว่า เด็กเริ่มต้นเรียนรู้จากการกระทำต่อไปจึงจะ
 สามารถจินตนาการ หรือสร้างภาพในใจ หรือในความคิดเกิดขึ้นได้ แล้วจึงตั้งขึ้นการคิดและเข้าใจใน
 สิ่งที่เป็นนามธรรม

กานเย่ (Gagne. 1977 : 34) ได้อธิบายว่าผลการเรียนรู้ของมนุษย์มี 5 ประเภท ได้แก่

1. ทักษะทางปัญญา (Intellectual Skills) ซึ่งประกอบด้วยทักษะย่อย 4 ระดับ
 คือ การจำแนกแยกแยะ การสร้างความคิดรวบยอด การสร้างกฎ การสร้างกระบวนการหรือกฎขั้นสูง
2. สมรรถภาพทางภาษา (Verbal information) เป็นสมรรถภาพที่แสดง
 ออกมาทางภาษาพูด ภาษาเขียน การพิมพ์ ซึ่งต้องอาศัยกระบวนการคิดที่ชัดเจน เป็นระบบ
3. ทักษะการใช้ยุทธศาสตร์การคิดหรือยุทธศาสตร์ทางปัญญา (Cognitive
 Strategies) ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างอิสระ เริ่มจากการใส่ใจเลือกรับรู้การ
 ประมวลผลข้อมูล การจดจำ การค้นคิด เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ปัญหา และการตีความหมายหรือ
 การทำความเข้าใจปัญหา ถือว่าเป็นยุทธศาสตร์ที่มีความสำคัญมาก
4. ทักษะด้านการเคลื่อนไหว (Motor Skills) เป็นทักษะในการใช้อวัยวะ
 กล้ามเนื้อให้ทำงานอย่างคล่องแคล่วตามที่จิตใจปรารถนา ใช้สำหรับการเคลื่อนไหว การทำงาน
 ซึ่งอาศัยการทำงานร่วมกันระหว่างระบบประสาท ระบบอวัยวะ และจิตใจ
5. ทักษะคติ (Attitude) ทักษะคติที่บุคคลมีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเหตุการณ์ใด
 เหตุการณ์หนึ่งอาจเกิดขึ้นในทางบวกหรือลบก็ได้

สรุปแนวคิดและทฤษฎี ได้ว่า เด็กเรียนรู้จากการกระทำก่อน จึงจะสามารถจินตนาการ
 หรือสร้างภาพในใจ หรือในความคิดเกิดขึ้นได้ แล้วจึงเกิดการคิดและเข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรมความคิดของ
 บุคคลเกิดจากการรับรู้สิ่งเร้า ซึ่งบุคคลมักรับรู้ในลักษณะภาพรวมหรือส่วนรวมมากกว่าส่วนย่อย ซึ่งมิ
 ความเกี่ยวข้องกับความสามารถทางสติปัญญาการเรียนรู้ซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในบุคคล
 บุคคลเป็นผู้สร้าง ความรู้จากความสัมพันธ์สิ่งที่พบเห็นและสามารถเชื่อมโยงกับความรู้ ความเข้าใจที่มี
 อยู่เดิม เกิดเป็นโครงสร้างทางปัญญา เกิดการเรียนรู้ซึ่งการศึกษาแบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 5 ชั้น ได้แก่
 การรู้ชั้นความรู้ การรู้ชั้นเข้าใจ การรู้ชั้นวิเคราะห์ การรู้ชั้นสังเคราะห์ และการรู้ชั้นประเมิน

ความสามารถทางสมองของมนุษย์ประกอบด้วยมิติสามมิติคือ มิติด้านเนื้อหา มิติด้าน
 ปฏิบัติการ มิติด้านผลผลิต การคิดเป็นความสามารถของสมองมีลักษณะการทำงานเหมือน

คอมพิวเตอร์ มีลักษณะคล้ายแนวคิดของไทย คือ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นกระบวนการคิด พิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบ คิดอย่างมีเหตุผล จากข้อมูลหรือสถานการณ์ โดยอาศัยความรู้ ประสบการณ์มีหลักฐานที่เชื่อถือได้ นำไปสู่ทางเลือกในการตัดสินใจ สามารถสร้างความคิดรวบยอด คิดวิเคราะห์คิดสังเคราะห์ และประเมินผลในข้อความหรือเหตุการณ์ และตัดสินใจทางเลือกได้

4. ลักษณะของผู้ที่มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

นักการศึกษา ได้กล่าวถึงลักษณะพฤติกรรมของบุคคลที่มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ดังนี้

เวด (Wade. 1995 : 24-28) ได้กล่าวถึงลักษณะของผู้ที่มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ดังนี้

1. คิดตั้งคำถาม
2. ทำให้คำถามมีความชัดเจน
3. ตรวจสอบหาข้อมูล
4. วิเคราะห์ข้อสันนิษฐานและความลำเอียงที่อาจมีขึ้น
5. หลีกเลี่ยงที่จะใช้อารมณ์มาเป็นเครื่องตัดสินใจ
6. หลีกเลี่ยงการคิดแบบตื้น ๆ ง่าย ๆ เกินไป
7. พิจารณาถึงความดีความที่อาจเป็นไปได้หลายทาง
8. ยอมรับว่าอาจมีภาวะกำกวมไม่ตรงไปตรงมาเกิดขึ้นได้
9. ตระหนักเกี่ยวกับความคิด รู้ตัวว่าคิดอะไรอยู่

ไบเออร์ (Beyer. 1995 : 270-276) ได้เสนอลักษณะของผู้ที่มีการคิดอย่างมี
 วิจารณญาณดังนี้

1. คิดตั้งคำถาม
2. วิเคราะห์ข้อสันนิษฐาน
3. ให้เหตุผล สามารถหาข้อยุติจากข้อเสนอลักษณะหรือหลักฐานที่มีอยู่หลาย ๆ
4. รู้จักใช้มุมมองต่าง ๆ กันในการตีความ เพื่อให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น
5. ใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น เคารพต่อเหตุผล ยอมเปลี่ยนแปลงยืน

เมื่อมีเหตุผลที่ดี แยกแยะ หาข้อสรุป หรือข้อตัดสินใจที่ตั้งอยู่บนหลักความจริงที่เชื่อถือ
 ได้ มีความแม่นยำสามารถถกเถียงอย่างสร้างสรรค์

เอนนิส (Ennis. 1991 : 158-180) ได้เสนอลักษณะของผู้ที่มีการคิดอย่างมี
 วิจารณญาณ ดังนี้

ด้านลักษณะที่แสดงออก

1. พูด เขียน หรือสื่อความเข้าใจโดยมีความหมายชัดเจน
2. กำหนดประเด็นปัญหาที่แน่นอน
3. พิจารณาสถานการณ์รวมทั้งหมด
4. แสวงหาเหตุผลและใช้เหตุผล
5. เป็นผู้ที่มีความรู้ทันสมัยอยู่เสมอ
6. มองหาทางเลือกหลาย ๆ ทาง
7. แสวงหาความถูกต้องแม่นยำให้มากที่สุดตามสถานการณ์ที่ต้องการ
8. ตระหนักถึงความเชื่อพื้นฐานของตนเอง
9. เปิดใจกว้างพิจารณาที่คนอื่น ๆ นอกเหนือจากแนวคิดของตน ไม่ด่วน

ตัดสินใจกรณีพื้นฐานและเหตุผลไม่เพียงพอ

10. ยืนยันจุดยืนหรือเปลี่ยนจุดยืนเมื่อมีหลักฐานและเหตุผลพอเพียง
11. ใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณของตนเอง

ด้านความสามารถ

1. บอกได้ชัดเจนว่าประเด็นนั้นเป็นการอ้างเหตุผลปัญหาหรือข้อสรุป
2. วิเคราะห์การให้เหตุผลได้
3. ถามหรือตอบคำถามเกี่ยวกับความชัดเจนและความถูกต้องตามกฎหมาย
4. ให้นิยามหรือให้แนวคิดที่มีความหมายกำกวม
5. ชี้ให้เห็นความคิดที่ซ่อนอยู่เบื้องหลังที่ไม่อาจจะแสดงให้เห็นชัดเจน
6. วินิจฉัยความน่าเชื่อถือของที่มาของแนวคิดและเหตุผลต่าง ๆ ได้
7. สังเกตและวินิจฉัยรายงานการสังเกตได้
8. ตัดสินใจด้วยการใช้กฎต่าง ๆ ได้ และประเมินการวินิจฉัยนั้นได้ด้วย
9. คิดด้วยเหตุผลจากข้อมูลที่มีอยู่แล้วสรุปเป็นกฎเกณฑ์ และประเมินค่ากระบวนการคิดหาเหตุผลที่นำไปสู่ข้อสรุปได้
10. วินิจฉัยตัดสินค่านิยมต่าง ๆ และประเมินการวินิจฉัยตัดสินคุณค่าของค่านิยมนั้นได้
11. พิจารณาและให้เหตุผลโดยอาศัยหลักฐาน เหตุผลข้อสันนิษฐานแนวคิดที่เป็นจุดยืนของข้อความที่ตนเองไม่เห็นด้วย หรือยังมีข้อสงสัย

วัตสัน และเกลเซอร์ (Watson and Glaser. 1964 : 10–15) กล่าวว่าบุคคลที่มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ต้องมีลักษณะการแสดงออก ดังนี้

1. สามารถที่จะจำแนกระดับความน่าจะเป็นของข้อสรุปที่คาดคะเนจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

2. สามารถจำแนกได้ว่าข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้นที่ต้องยอมรับก่อนมีการโต้แย้งหรืออธิบายข้อความอื่น

3. สามารถจำแนกได้ว่าข้อสรุปใดเป็นผลจากความสัมพันธ์ของสถานการณ์ที่กำหนดให้

4. สามารถจำแนกได้ว่าข้อสรุปใดเป็นลักษณะหรือคุณสมบัติทั่วไปที่ได้จากสถานการณ์ที่กำหนดให้

5. สามารถจำแนกได้ว่าการอ้างเหตุผลใดหนักแน่นน่าเชื่อถือหรือไม่หนักแน่นเมื่อพิจารณาตามความสำคัญและความเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา

ฮัตจินส์ (Hudgins. 1977 : 173-206) ได้อธิบายลักษณะของผู้ที่มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ ดังนี้

1. เป็นบุคคลที่มีความเข้าใจถึงองค์ประกอบสำคัญของข้อโต้แย้ง อธิบายว่าความคิดวิจารณ์ญาณจะไม่เกิดขึ้น ถ้าไม่ตระหนักหรือเข้าใจในสิ่งที่เป็ข้อโต้แย้ง ดังนั้นจึงต้องมีข้อสังเกตและข้อมูลเพียงพอในการพิจารณาความน่าจะเป็นจริงของข้อโต้แย้ง หรือทำนายผลที่น่าจะเกิดขึ้น

2. สามารถแสวงหาหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อโต้แย้ง หรือข้อสรุปได้ลักษณะนี้มีความสำคัญมากต่อการตัดสินใจเรื่องราวให้ถูกต้อง มีเหตุผล ซึ่งสามารถตรวจสอบหลักฐานตามวิธีการต่อไปนี้

2.1 พิจารณาจากข้อเท็จจริง จากข้อมูลที่สังเกตได้หรือข้อมูลอื่น ๆ

2.2 พิจารณาถึงความคลาดเคลื่อนของหลักฐาน ที่จะนำมาประกอบการลง เช่น ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจจะเชื่อถือไม่ได้ รายงานที่ขาดหลักฐานไม่น่าเชื่อถือ

3. เป็นบุคคลที่สามารถชั่งน้ำหนัก หรือประเมินหลักฐานที่นำมาใช้ก่อนจะมีการสรุป พึงหลีกเลี่ยงการสรุปจนกว่าจะมีหลักฐานเพียงพอ เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจที่มีเหตุผล

4. เป็นบุคคลที่สนใจบันทึก และเอาใจใส่ต่อสิ่งที่ไม่ได้กล่าวในข้อโต้แย้งหรือข้อสรุปเพื่อใช้ตรวจสอบข้อตกลงและตีความสิ่งที่ยังคลุมเครือ หรือการสรุปลักษณะต่าง ๆ ซึ่งอาจจะไม่ได้กล่าวชัดเจนในข้อตกลงเบื้องต้น

5. การพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2541 : 12) กล่าวว่า เคอร์ฟิสส์ (Kirfiss) ได้กล่าวถึงการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยทั่วไปจะเน้นที่กิจกรรมและการปฏิบัติ เพื่อช่วยให้เด็กเข้าใจถึงสภาพการณ์ที่มีความหมายต่อตนเอง ขณะเดียวกันเด็กจะแสวงหาสภาพการณ์ คำถาม หรือปัญหา

ที่จะนำไปสู่ข้อสรุปที่มีเหตุผล ช่วยให้ตัดสินใจได้ ส่วน บรูเนอร์ (Bruner) ให้ทัศนะที่สอดคล้อง เช่นเดียวกันว่า เด็กจะเกิดการคิดได้ต้องเริ่มต้นจากการได้ลงมือทำเสียก่อน การกระทำนี้ทำให้เด็กค่อย ๆ เกิดความคิด สร้างจินตนาการและเข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรมในภายหลัง ซึ่งจะส่งผลให้เด็กสามารถเข้าใจในเรื่องสัญลักษณ์ได้ต่อไป

ทิตนา แคมมณี และคณะ (2544: 1) กล่าวถึง แนวคิดของ จอยซ์ (Joyce) ไว้ว่า เด็กจะเกิดการคิดได้เมื่อมีปฏิสัมพันธ์กับข้อมูลรอบ ๆ ตัว โดยจะเริ่มจากการคิดรวบรวมข้อมูลได้แก่ การเปรียบเทียบแยกแยะข้อมูล เพื่อสร้างมโนทัศน์หลาย ๆ มโนทัศน์ แล้วเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ต่าง ๆ เหล่านี้มาสรุป และใช้ข้อสรุปที่ได้ไปอธิบายและทำนายเหตุการณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องจะเห็นได้ว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นได้จาก กิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสม ซึ่งครูจำเป็นต้องหาวิธีการเหมาะสมเพื่อช่วยให้เด็กพัฒนาการการคิดให้เกิดขึ้น ทั้งนี้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ใช้ในการฝึกควรจะทำทลายความสนใจของเด็ก และมีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของเด็ก นอกจากนั้นก็ควรอยู่ในระดับความสามารถของเด็กที่จะแสวงหาคำตอบได้โดยไม่ยากจนเกินไป ขณะเดียวกันเด็กควรจะได้ฝึกคิดจากสถานการณ์ หรือปัญหาที่ง่ายและค่อย ๆ นำไปสู่ระดับที่ยากขึ้น รวมทั้งครูควรทำหน้าที่เป็นผู้สร้างบรรยากาศให้เด็กเกิดความกระตือรือร้น อยากรู้ อยากสืบเสาะ และค้นหาคำตอบจนเป็นที่น่าพอใจ และการพัฒนาให้เด็กคิดอย่างมีวิจารณญาณนั้น ในการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจะต้องเป็นปัญหาที่ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งจะช่วยให้เด็กสามารถตัดสินใจเลือกได้โดยอาศัยหลักฐาน การอ้างอิง การนิรนัยการแปลความ และการประเมินค่า ตามความคิดของตนได้อย่างเต็มที่ ทั้งนี้เพราะการคิดไม่สามารถวัดโดยตรงได้ การประเมินว่ามีการคิดเกิดขึ้นก็โดยต้องสังเกตการตอบสนองของเด็กว่ามีการคิดเกิดขึ้นต่อเมื่อมีการกระตุ้นด้วยข้อมูลที่เป็นคำถาม ซึ่งลักษณะการถามจะมีลำดับความยากง่ายโดยเริ่มตั้งแต่ระดับความรู้ ความจำ จนกระทั่งถึงการประเมินค่า นอกจากกระตุ้นให้คิดด้วยการใช้คำถามแล้ว การให้สภาพการณ์ที่ไม่คุ้นเคยก็เป็นวิธีหนึ่งที่จะทำให้เกิดการคิดขึ้นได้ เพราะในสถานการณ์ดังกล่าว เด็กต้องมีการเชื่อมโยงข้อมูล หรือนำข้อมูลประสบการณ์ที่เคยได้รับมาแล้วมาใช้ในการประเมินสถานการณ์เพื่อนำไปสู่การเข้าใจในสถานการณ์นั้น ๆ ขณะเดียวกันการแก้ไขปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันของเด็กก็เป็นกระบวนการที่แสดงให้เห็นถึงการเกิดกระบวนการคิดในเด็ก ดังนั้นการที่จะทำให้เด็กเกิดการคิดอย่างมีจุดมุ่งหมาย หรือมีระบบนั้นเด็กจะต้องอยู่ในสิ่งแวดล้อมหรือได้รับการกระตุ้นที่มีเป้าหมายตามที่ได้กำหนดไว้อย่างต่อเนื่องจากที่นัการศึกษาและนักจิตวิทยาการศึกษาหลายท่าน อาทิ โบโน (Bono)

เจนิเน ฮอท (Janine Hot. 1998) กล่าวว่าทักษะการคิดมีผลต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคนผู้ที่สำเร็จการศึกษาควรมีความสามารถ หรือมีทักษะสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณที่จะทำให้เกิดความสำเร็จใน การเรียนรู้ คือ

1. ความสามารถที่จะประเมินและตัดสินข้อมูล ข้ออ้างหรือข้อถกเถียงจำเป็นจะต้องใช้การวิเคราะห์ ข้อสันนิษฐาน และสรุปหาเหตุผลว่าข้อมูลหรือข้อถกเถียงนั้นมีหลักฐานถูกต้องเพียงพอที่จะเชื่อถือหรือรับฟังได้หรือไม่ อย่างไร ดังนั้นลักษณะที่จำเป็นต้องมีในกรณีนี้คือความสามารถที่จะใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เนื่องจาก

1.1 การประเมินหาข้อยุติของการถกเถียง การแก้ปัญหา การตัดสินใจการประเมินความน่าเชื่อถือของสมมติฐาน เป็นทักษะหนึ่งของการใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

1.2 การแก้ปัญหาในเหตุการณ์บางอย่างอาจจำเป็นต้องใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณและใช้ทักษะอื่นหลาย ๆ แบบรวมกัน

2. ความสามารถรวบรวม วิเคราะห์ และจัดระเบียบข้อมูล จำเป็นต้องได้ข้อมูลมาจากหลาย ๆ ทางด้วยกัน ทักษะนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

2.1 การรวบรวมข้อมูล เป็นทักษะของการใช้ความรู้โดยตรง

2.2 การวิเคราะห์ข้อมูล เป็นแก่นของการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยผู้เรียนต้องแยกให้ออกว่าข้อมูลใดจำเป็นและมีความน่าเชื่อถือ

2.3 การจัดระเบียบข้อมูล ใช้หลักการเปรียบเทียบความเหมือนหรือความต่าง การจัดหมวดหมู่ การจัดลำดับ

3. ความสามารถที่จะประเมินและตรวจสอบความคิดของตนเองระหว่างที่แก้ปัญหาและตัดสินปัญหาอย่างมีขั้นตอน เพื่อคิดวิเคราะห์ข้อมูลว่ามีอะไรบ้างที่เราไม่รู้และไม่รู้เกี่ยวกับปัญหานั้น มีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร ประสบความสำเร็จหรือไม่อย่างไร และขั้นตอนต่อไปควรทำอย่างไร และยังสามารถควบคุมความคิดของตนเองได้อีกด้วย จำเป็นต้องฝึกฝนให้รู้ตัวอยู่ตลอดเวลาว่ากำลังทำอะไร คิดอะไรอยู่ จากนั้นจึงจะสามารถความคิดของตนเองได้

4. ความสามารถสร้างสรรค์ยุทธวิธีใหม่ ๆ หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ได้ตามที่ต้องการ เป็นทักษะที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และการใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งแตกต่างจากการดำเนินแก้ปัญหารธรรมดา โดยจะเกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณในช่วงแรกที่ต้องใช้เป็นพื้นฐานคือประเมินสมมติฐานว่า สถานการณ์นั้นมีความต้องการสิ่งประดิษฐ์ใหม่มากน้อยเพียงใดหากสรุปว่ามีความต้องการจริง ก็จะเริ่มในช่วงต่อไป คือคิดสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ซึ่งแต่ละยุทธวิธีในการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ก็ต้องใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณ สามารถใช้ยุทธวิธีสรุปได้ว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีส่วนสัมพันธ์กับการใช้ทักษะสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการคิดของสมองหลายๆ รูปแบบมาผสมผสานเข้าด้วยกัน และเป็นทักษะการคิดที่สำคัญที่ช่วยให้เกิดผลสำเร็จในการเรียนรู้จากการศึกษา แนวคิดของนักจิตวิทยา และนักวิชาการการศึกษา จะพบการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณนั้นสามารถพัฒนาได้โดยการจัดกระบวนการเรียนรู้จัดประสบการณ์ให้เหมาะสม

เพื่อพัฒนาทักษะทางความคิด ให้สามารถวิเคราะห์ สังเคราะห์ เชื่อมโยงความคิดและนำความคิดนั้น มาประเมินค่าได้

6. การวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นการวัดความสามารถทางสมองของนักจิตวิทยา กลุ่มจิต มิติที่ว่าความสามารถทางสมองของมนุษย์มีลักษณะเป็นองค์ประกอบ และมีในระดับที่แตกต่างกันที่ แตกต่างกันในแต่ละคน ซึ่งสามารถวัดได้โดยการใช้แบบทดสอบมาตรฐาน

วัตสัน และเกลเซอร์ (Watson and Glaser. 1964) ได้สร้างเพื่อวัดการคิดอย่างมี วิจารณญาณโดยใช้เวลาศึกษาเองและใช้หลักการและเหตุผล สรุปจากรายการการคิดอย่างมี วิจารณญาณของเดรสเซล โดยมีแนวคิดว่าการวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณต้องวัดจากความสามารถ ทั้งหลายที่ประกอบกันเป็นการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยที่ความสามารถเหล่านี้อาจคาบเกี่ยวกันบ้าง ซึ่งได้แก่ความสามารถ 5 ด้าน ดังนี้

1. สามารถในการอนุมาน (Inference) เป็นความสามารถของบุคคลในการจำแนก ระดับความน่าจะเป็นของข้อสรุปที่คาดคะเนจากสถานการณ์ว่าเป็นไปได้จริงหรือเท็จ
2. ความสามารถในการยอมรับ ข้อตกลงเบื้องต้น (Recognition of Assumption) เป็นความสามารถของบุคคลในการจำแนกแยกแยะข้อมูล โดยอาศัยแนวคิดที่ได้ทำความเข้าใจ ความตกลงเบื้องต้นไว้ก่อนแล้ว
3. ความสามารถในการนิรนัย (Deduction) เป็นการสรุปโดยใช้เหตุผล อ้างอิงจาก หลักการ ไปสู่ข้อมูลหรือสถานการณ์ที่ปรากฏ
4. ความสามารถในการตีความ (Interpretation) เป็นความสามารถในการแปล ความหมายของข้อมูลและเหตุการณ์ที่ปรากฏ
5. ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้ง (Evaluation of Argument) เป็น ความสามารถในการอ้างอิงเหตุผลที่เป็นระบบ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่มีเหตุผล

เอนนิส (Ennis) เป็นอีกผู้หนึ่งที่มีชื่อเสียงในด้านแบบทดสอบมาตรฐานการคิดอย่างมี วิจารณญาณ เขาได้รวบรวมชื่อแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ใช้กันอยู่ทั่วไปมี 2 ลักษณะ คือ

1. แบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณทั่วไป (Critical Thinking Test) เป็นการ วัดที่พยายามให้ครอบคลุมการคิดวิจารณ์ทั้งหมด แบบทดสอบชนิดนี้จะมีทั้งชนิดที่เป็นแบบ เลือกรับ (Multiple-choice Test) และแบบทดสอบที่เป็นความเรียง (Essay Test)
2. แบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณเฉพาะด้าน (Aspect-specific Critical Thinking Test) เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณเฉพาะด้าน ซึ่งเป็นแบบทดสอบ ชนิดเลือกรับ (Multiple-choice Test)

แบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณทั่วไป สำหรับงานวิจัยส่วนมากใช้ เอนนิสได้ พัฒนาร่วมกับมิลล์แมน และจัดพิมพ์ในปี ค.ศ. 1985 ได้แก่ Cornell Critical Thinking Test, Lever X และ Cornell Critical Thinking Test, Lever Z ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่กำหนดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็น 3 องค์ประกอบ (นันทิญา สรรเสริญ. 2541 : 27-29) คือ

1. การนิยามและการทำให้กระจ่างชัด ซึ่งประกอบไปด้วย
 - 1.1 ความสามารถระบุประเด็นปัญหา
 - 1.2 ระบุเหตุผลทั้งที่ปรากฏและไม่ปรากฏ
 - 1.3 การตั้งคำถามให้เหมาะสมในแต่ละสถานการณ์
 - 1.4 ระบุข้อตกลงเบื้องต้น
2. การพิจารณาตัดสินข้อมูล ซึ่งประกอบด้วย
 - 2.1 การตัดสินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต
 - 2.2 การตัดสินความเกี่ยวข้องของข้อมูลกับปัญหา
 - 2.3 การตระหนักในการคงเส้นคงวาของข้อมูล
3. การอ้างอิงเพื่อการแก้ปัญหาและการลงสรุปอย่างสมเหตุสมผลซึ่ง ประกอบด้วย
 - 3.1 การอ้างอิงและตัดสินสรุปแบบอุปนัย
 - 3.2 การนิรนัย
 - 3.3 การทำนายผลที่น่าจะเกิดขึ้นตามมา

ในงานวิจัยของ กัสมา สิทธิกุล (2547 : 55) ได้สร้างแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมี วิจารณญาณที่ประกอบด้วยความสามารถ 6 ด้าน ได้แก่

1. การนิยามปัญหา
2. การรวบรวมข้อมูล
3. การจัดระบบข้อมูล
4. การตั้งสมมติฐาน
5. การสรุปอ้างอิงโดยใช้ตรรกศาสตร์
6. การประเมินและการสรุปอ้างอิง

พรเพ็ญ ศรีวิรัตน์ (2546 : 102) ได้กำหนดในการวัดความสามารถในการคิดอย่างมี วิจารณญาณไว้ 5 ด้าน ดังนี้

1. ด้านการรับรู้
2. ด้านการจำแนกประเภท
3. ด้านการเชื่อมโยง
4. ด้านการสรุปความ

5. ด้านการประยุกต์

ดวงพร แก้วคงคา (2544 : 10) ได้เสนอแนวทางในการวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่แตกต่างกันไป โดยแบ่งระดับของการวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 4 ระดับ ดังนี้

1. ระดับที่ 1 ตัดสินใจโดยใช้ความรู้สึก และประสบการณ์ของตนเองเป็นหลัก
2. ระดับที่ 2 ตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลรอบด้านในการพิจารณา
3. ระดับที่ 3 ตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลรอบด้านพิจารณาอย่างมีเหตุผล ทั้งด้านดี

และด้านเสีย

4. ระดับที่ 4 ตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลรอบด้านพิจารณาอย่างมีเหตุผล และมีการคิดทบทวนคำตอบของการตัดสินใจ

จะกล่าวได้ว่า การวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ส่วนมากเป็นการวัดโดยใช้แบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดมุ่งหมายของการวัด ซึ่งจุดมุ่งหมายในการวัดนั้นจะแตกต่างกันออกไปตามความคิดหรือทฤษฎีที่ใช้เป็นหลักในการอ้างอิง หรือแตกต่างกันไปตามนิยามของสิ่งที่ต้องการวัดที่ได้กำหนดขึ้นในการพัฒนาแบบทดสอบจะต้องคำนึงถึงนิยามของสิ่งที่ต้องการวัดองค์ประกอบหรือโครงสร้างของสิ่งที่ต้องการวัดตามแนวคิดหรือทฤษฎีที่เป็นพื้นฐาน รวมทั้งกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการวัด

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาไทยและนักการศึกษาต่างประเทศได้กล่าวถึงความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

Bruckner (1957) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่า เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปริมาณที่นักเรียนไม่สามารถตอบได้ทันทีโดยวิธีที่เคยชินและสิ่งที่เป็นปัญหาของนักเรียนเมื่อวานนี้อาจจะไม่เป็นปัญหาในวันนี้ก็ได้

Anderson และ Pingry (1973) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่า เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการวิธีการแก้ไขหรือหาคำตอบซึ่งผู้แก้ปัญหาจะทำได้ดั้นต้องมึวิธีการที่เหมาะสมโดยใช้ความรู้ ประสบการณ์ การวางแผนและการตัดสินใจประกอบกันไป ปัญหาจะมีความสัมพันธ์กับผู้แก้ปัญหา สถานการณ์หนึ่งอาจเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่งแต่อาจไม่เป็นปัญหาสำหรับบุคคลอื่นก็ได้

Adams (1977) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่า สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปริมาณและต้องมีการตัดสินใจลงมือกระทำเพื่อหาคำตอบ โดยที่ปัญหานั้นจะเป็นปัญหาที่ใช้ภาษา เรื่องราวหรือคำพูดก็ได้

Bell (1978) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่า สถานการณ์ใดจะเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่ง หากเขาเอาใจใส่ ต้องการที่จะตอบสนองสถานการณ์นั้นแต่ไม่สามารถแก้สถานการณ์นั้นได้ทันที การหาคำตอบของสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์จะเป็นปัญหาหรือไม่ขึ้นอยู่กับบุคคลนั้น

Krulik และ Rudnick (1993) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่า เป็นสถานการณ์ที่ต้องการ การคิด สังเคราะห์ความรู้ที่ได้เรียนมาเพื่อหาทางออก ซึ่งเป็นกระบวนการที่บุคคลใช้ความรู้พื้นฐาน หรือความรู้เดิม ทักษะและความเข้าใจในการแก้ปัญหา/ สถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย กระบวนการดังกล่าว เริ่มต้นด้วยการเผชิญปัญหาและหาข้อสรุปถึงคำตอบ ซึ่งนักเรียนต้องสังเคราะห์ในสิ่งที่เขาได้เรียนมา และนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่

Cruikshank และ Sheffield (2000) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่า ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง คำถามหรือสถานการณ์ที่ทำให้เกิดความสับสน ซึ่งนักเรียนไม่คุ้นเคย ไม่สามารถหาวิธีการแก้ ได้ทันทีทันใดหรือไม่ทราบวิธีการหาคำตอบได้อย่างรวดเร็ว ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นคำถามหรือ สถานการณ์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์แต่ไม่ได้หมายความว่า จะเกี่ยวกับจำนวนเท่านั้น ปัญหาคณิตศาสตร์บางปัญหาเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสมบัติทางกายภาพหรือการให้เหตุผลทาง ตรรกศาสตร์โดยไม่เกี่ยวข้องกับจำนวน

พิชกร แปลงประสพโชค (2540 : 36) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่า ปัญหาเป็นสถานการณ์ ที่เราต้องแก้หรือหาทางออกของปัญหา แต่ยังไม่รู้ที่เป็นทางออกหรือ คำตอบของสถานการณ์ไม่ได้ เนื่องจากมีอุปสรรคขัดขวางปัญหาเราอยู่ ผู้แก้ปัญหาคือ บุคคลที่มีปัญหาและรู้เป้าหมายที่ต้องบรรลุ เพื่อแก้ปัญหานั้น ๆ แต่ยังไม่รู้เครื่องมือหรือวิธีการใด ๆ อันจะนำไปสู่เป้าหมายนั้น

ยุพิน พิพิธกุล (2542 : 50) กล่าวโดยสรุปได้ว่า ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นปัญหาที่ นักเรียนจะต้องค้นหาความจริงหรือสรุปสิ่งใหม่ที่ผู้เรียนยังไม่เคยเรียนมาก่อน หรือเป็นปัญหาเกี่ยวกับ วิธีการ การพิสูจน์ ทฤษฎีบท ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่อาศัยนิยาม ทฤษฎีบทต่าง ๆ จะถูกนำมาใช้โดยอาศัยกระบวนการทางคณิตศาสตร์เข้ามาแก้ปัญหา

กรมวิชาการ (2544 : 21) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่า ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นงานที่บุคคล เผชิญอยู่และต้องการหาคำตอบแต่ไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที ประกอบด้วยสิ่งสำคัญ 3 ประการคือ ความต้องการที่จะค้นหาคำตอบ ตอบคำถามของปัญหานั้นไม่ได้ทันทีทันใด และต้องใช้ความพยายาม อย่างสม่ำเสมอจะแก้ปัญหานั้นได้

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544 : 24) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็น สถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการคำตอบซึ่งบุคคลต้องใช้สาระความรู้ และประสบการณ์ทาง คณิตศาสตร์มากำหนดแนวทางหรือวิธีการในการหาคำตอบ บุคคลผู้หาคำตอบไม่คุ้นเคยกับ สถานการณ์นั้นมาก่อน และไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันทีทันใด ต้องใช้ทักษะความรู้และ

ประสบการณ์หลายอย่างประมวลเข้าด้วยกันจึงหาคำตอบได้ สถานการณ์หรือคำถามข้อใดจะเป็น ปัญหาหรือไม่ ขึ้นอยู่กับบุคคลผู้แก้ปัญหาและเวลา บางสถานการณ์อาจเป็นปัญหาสำหรับบางคน แต่อาจไม่เป็นปัญหาสำหรับอีกบุคคลอื่น ๆ ก็ได้

ดวงทิพย์ เพ็ชรนิล (2544 : 39) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็น สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบซึ่งอาจอยู่ในรูปปริมาณหรือจำนวนหรือคำอธิบายให้ เหตุผล ผู้แก้ปัญหาไม่คุ้นเคยมาก่อนและไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที ต้องใช้ทักษะความรู้ และ ประสบการณ์หลาย ๆ อย่างประมวลเข้าด้วยกัน

ราตรี เกตบุตรดา (2546 : 45) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ คำถามหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบเพื่อให้บรรลุ จุดมุ่งหมายที่ต้องการ ซึ่งเป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหาไม่คุ้นเคยมาก่อนไม่ สามารถหาคำตอบได้ทันที ผู้ แก้ปัญหาจะต้องใช้ความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ประสบการณ์ และวิธีการที่เหมาะสมในการ แก้ปัญหา

สมเดช บุญประจักษ์ (2550 : 27) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่า เป็นสถานการณ์ที่ต้องใช้ ความรู้และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบ ซึ่งปัญหาอาจอยู่ในรูปของตัวเลข สัญลักษณ์ รูปภาพ ข้อความ หรือเป็นโจทย์ปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550 : 22) กล่าวไว้โดยสรุปได้ ว่า เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่มีเนื้อหาสาระกระบวนการหรือความรู้ที่ผู้เรียนไม่คุ้นเคยมาก่อนและ ไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที การหาคำตอบจะต้องใช้ความรู้และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์และ ศาสตร์อื่น ๆ ประกอบกับความสามารถด้านการวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการตัดสินใจ

เบญจมาศ ฉิมมาลี (2550 : 46) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่า ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง คำถามหรือสถานการณ์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบโดยที่ผู้ตอบไม่สามารถหา คำตอบได้ทันที แต่ต้องใช้ความรู้ ประสบการณ์ และทักษะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มา ประมวลเข้าด้วยกัน เพื่อกำหนดแนวทางหรือวิธีการในการหาคำตอบนั้น ๆ

สุพัตรา จอมคำสิงห์ (2552 : 35) ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง คำถามหรือ สถานการณ์ที่ต้องการคำตอบ ซึ่งต้องใช้ความรู้และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการตอบคำถามหรือหา คำตอบของสถานการณ์นั้น ๆ

ความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่มีเนื้อหา สาระกระบวนการ หรือความรู้ที่ผู้เรียนไม่คุ้นเคยมาก่อนและไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที การหา คำตอบจะต้องใช้ความรู้และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ ประกอบกับ ความสามารถด้านการวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการตัดสินใจเพื่อกำหนดแนวทางหรือวิธีการใน การหาคำตอบนั้น ๆ

2. ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาทั้งไทยและต่างประเทศหลายท่าน ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

Polya (1980) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นการหาวิธีการหรือทางออกในสิ่งที่ยุ่งยาก สิ่งที่เป็นอุปสรรค ซึ่งไม่สามารถที่จะคิดหาคำตอบได้ในทันทีทันใด การแก้ปัญหาเป็นสำเร็จของสติปัญญาซึ่งเป็นความสามารถเฉพาะบุคคล

Branca (1980) ให้ความหมายของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. การแก้ปัญหาเป็นเป้าหมายของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (Problem Solving as a Goal)

2. การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการ (Problem Solving as a Process)

3. การแก้ปัญหาเป็นทักษะพื้นฐาน (Problem Solving as a Basic Skill)

Mayer และ Hegarty (1987) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง การที่ผู้แก้ปัญหาคิดหรือหาทางออกกว่าจะแก้ปัญหานั้นอย่างไร ซึ่งผู้แก้ปัญหามust ต้องเข้าใจสถานการณ์ที่กำหนดให้เพื่อนำไปสู่จุดหมาย

Hatfield และคณะ (1993) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ คือ วิธีการที่ปัญหาได้รับการแก้โดยวิธีนั้น วิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์พิจารณาจากองค์ประกอบ 2 ประการคือ ทักษะและระดับความชำนาญของนักเรียน และขอบเขตของเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนมีความสามารถใช้ได้มาแต่เดิม ปัญหาที่ยิ่งซับซ้อนมากเท่าไรก็อาจจะต้องใช้กลวิธีแก้ปัญหามากขึ้นเท่านั้น

Cruikshank และ Sheffield (2000) กล่าวไว้ได้ว่าการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง การคิดหาวิธีที่ได้มาซึ่งคำตอบของคำถามหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ ซึ่งวิธีการคิดของแต่ละคนอาจแตกต่างกัน

สมเดช บุญประจักษ์ (2540 : 69) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่บุคคลใช้ความรู้ ทักษะและการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา ทั้งปัญหาธรรมดาและปัญหาแปลกใหม่ การแก้ปัญหามิใช่รวมถึงกระบวนการแก้ปัญหาทั้งหมด ไม่ใช่แค่เพียงผลลัพธ์สุดท้าย

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544 : 99) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นการหาวิธีการเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา ซึ่งผู้แก้ปัญหามust ต้องใช้ความรู้ ความคิดทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ผสมผสานกับข้อมูลต่าง ๆ ที่กำหนดในปัญหาเพื่อกำหนดวิธีการหาคำตอบของปัญหา

ปฐมพร บุญลี (2545 : 65) กล่าวไว้โดยสรุปว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์คือ กระบวนการ วิธีการ ยุทธวิธีหรือเทคนิคเฉพาะต่าง ๆ ที่ผู้แก้ปัญหาต้องอาศัยความรู้ ความจำ การคิดวิเคราะห์ รวมทั้งประสบการณ์ที่เกิดจากการเรียนรู้ของผู้แก้ปัญหาเอง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550 : 58) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ขั้นตอน กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

เบญจมาศ ฉิมมาลี (2550 : 49) ให้ความหมายของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สรุปได้ว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นการหาวิธีการหรือคำตอบของปัญหาคณิตศาสตร์โดยอาศัยความรู้ และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ของผู้แก้ปัญหา

สุพัตรา จอมคำสิงห์ (2552 : 79) ได้สรุปว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นการหา คำตอบของปัญหาหรือสถานการณ์ที่ต้องอาศัยความรู้และวิธีการทางคณิตศาสตร์

อัมพร ม้าคนอง (2553 : 86) กล่าวไว้โดยสรุปว่า การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่ ซับซ้อนและเกี่ยวข้องกับความรู้ ทักษะ และความสามารถหลายอย่าง เช่น ความรู้ในเนื้อหาความรู้ เกี่ยวกับขั้นตอนการทำงาน ทักษะการคิด และความสามารถในการประเมินการทำงานของตนเอง นอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องกับประสบการณ์ เจตคติ และความเชื่อของผู้แก้ปัญหานั้นด้วย

ดังนั้นสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นการกระบวนการในการประยุกต์ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหา ความคิดและประสบการณ์ ทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ที่มีอยู่ไปผสมผสานกับข้อมูลต่าง ๆ ที่กำหนดในปัญหาเพื่อกำหนดวิธีการหา คำตอบของปัญหาในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

3. กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การแก้ปัญหาให้ประสบผลสำเร็จอย่างมีคุณภาพนั้น ผู้แก้ปัญหามust ใช้กระบวนการ ต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงกระบวนการในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

Polya (1957) กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ว่าประกอบด้วย 4 ขั้นตอน สรุปได้ดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา เป็นขั้นการวิเคราะห์เพื่อทำ ความเข้าใจค่า ประโยคย่อย ๆ สัญลักษณ์ต่าง ๆ ของปัญหา โดยนักเรียนต้องสามารถสรุปปัญหาเป็น ภาษาหรือคำพูดของตนเองได้ สามารถบอกได้ว่าโจทย์กำหนดสิ่งใดมาให้ และโจทย์ถามหาอะไร

2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนสำคัญที่จะต้องพิจารณาโดยอาศัยข้อมูล จากขั้นที่ 1 นำไปสู่การกำหนดว่าจะแก้ปัญหานั้นด้วยวิธีการใด โดยพิจารณาว่าสิ่งที่โจทย์กำหนดให้จะ

ก่อให้เกิดผลอย่างไรได้บ้าง และต้องใช้ความรู้อะไรบ้างที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น โดยการนำทฤษฎีหลักการ/กฎ สูตร นิยาม ที่เรียนมากำหนดเป็นวิธีการในการแก้ปัญหา

3. ขั้นตอนการแก้ปัญหาและหาคำตอบ เป็นขั้นตอนการตามแผน/วิธีการที่เลือกไว้จนกระทั่งได้คำตอบ สำหรับปัญหาที่มีการคิดคำนวณขั้นนี้เป็นขั้นที่ ลงมือคิดคำนวณเพื่อหาคำตอบตามวิธีการทางคณิตศาสตร์

4. ขั้นตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบ เป็นขั้นที่ต้องพิจารณาตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาของตนว่าเรียบร้อยครบทุกกรณีที่เป็นไปได้หรือไม่ ตลอดจนตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบ

Helton (1958) กล่าวถึงกระบวนการในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ดังนี้

1. อ่านโจทย์ให้เข้าใจว่าโจทย์ต้องการอะไร และต้องการให้หาตัวไม่ทราบค่าเพียงตัวเดียวหรือมากกว่านั้น

2. กำหนดสัญลักษณ์แทนตัวไม่ทราบค่า

3. หาความสัมพันธ์ของจำนวนต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับโจทย์

4. เขียนสมการ

5. แก้สมการ

6. สรุปคำตอบและให้ความหมายของคำตอบ เช่น บอกหน่วย บอกคุณภาพ

7. ตรวจสอบคำตอบ

Atkinson (1961) ได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาซึ่งมีทั้งหมด 9 ขั้นตอน สามารถสรุปได้

ดังนี้

1. กำหนดปัญหา

2. พิจารณาและตรวจสอบการทดลองเดิมที่จะใช้ในการแก้ปัญหา

3. ค้นคว้าความคิดใหม่ ๆ หรือหาข้อเท็จจริงมาสนับสนุนการแก้ปัญหา

4. ศึกษาและประเมินผลการค้นคว้า

5. ตัดสินเลือกวิธีที่ดีที่สุดมาใช้

6. ขั้นตอนทดลอง

7. ขั้นสรุปผล

8. สรุปผลและนำไปใช้กับสถานการณ์ที่คุ้นเคย

9. นำข้อสรุปไปใช้ในสถานการณ์หรือปัญหาใหม่

Torrance (1962) กล่าวว่า ขั้นตอนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ขั้นที่ 1 การนำสภาพการณ์อนาคตเข้าสู่ระบบการคิด เป็นการกระตุ้นให้

ผู้เรียนคิด

2. ขั้นที่ 2 การระดมสมองเพื่อค้นหาปัญหา
3. ขั้นที่ 3 การสรุปปัญหา และจัดลำดับความสำคัญของปัญหา
4. ขั้นที่ 4 การระดมสมองหาวิธีการแก้ปัญหา
5. ขั้นที่ 5 การเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด
6. ขั้นที่ 6 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

Mark (1965) กล่าวถึงกระบวนการในการสอนแก้ปัญหา สรุปได้ดังนี้

1. ค้นหาว่าโจทย์ให้ข้อมูลอะไร และโจทย์ถามอะไร
2. ค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ให้มาเพื่อจะนำไปสู่สิ่งที่โจทย์ต้องการหา
3. วิเคราะห์ข้อมูลและหาความสัมพันธ์เพื่อหาผลลัพธ์
4. ตรวจสอบความถูกต้อง

Clyde (1967) ได้แบ่งขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ 4 ขั้น คือ

1. ขั้นที่ 1 เข้าใจปัญหา คือ ความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์ต่าง ๆ ที่ใช้ในปัญหานั้น
2. ขั้นที่ 2 การหาสิ่งที่ต้องการใช้หาคำตอบของปัญหา
3. ขั้นที่ 3 ดูความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่าง ๆ ที่จะให้หาคำตอบและ

ความสัมพันธ์กับคำตอบ มองเห็นว่าต้องใช้การดำเนินการใดจึงจะได้คำตอบ ขั้นนี้ถือว่าเป็นขั้นให้เหตุผลที่แท้จริงนักเรียนที่จะประสบความสำเร็จในขั้นนี้ต้องมีความสามารถ 3 ประการ คือ

- 3.1 มองเห็นเงื่อนไขอย่างชัดเจน
- 3.2 การวางแผนแก้ปัญหาและให้เหตุผล
- 3.3 ตัดสินคำตอบที่มีเหตุผล หรือสมเหตุสมผลเพียงใด
4. ขั้นที่ 4 การคำนวณ จะต้องมีทักษะพื้นฐานเป็นอย่างดี

Guildford (1971) ได้กำหนดลำดับการแก้ปัญหาว่าควรประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นเตรียมการ คือ การกำหนดปัญหาหรือค้นหาปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์คืออะไร
2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา คือ การพิจารณาว่ามีสิ่งใดที่เป็นสาเหตุสำคัญของปัญหา หรือสิ่งใดไม่ใช่สาเหตุของปัญหา
3. ขั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา คือ การหาวิธีการแก้ปัญหา คือ การหาวิธีการแก้ปัญหาซึ่งตรงกับสาเหตุของปัญหาและแสดงออกมาในรูปแบบของวิธีการแก้ปัญหาและได้ผลลัพธ์ในขั้นสุดท้าย

4. ขั้นตรวจสอบผล คือ การเสนอเกณฑ์เพื่อตรวจสอบผลลัพธ์ที่มาจากการเสนอวิธีการแก้ปัญหา ถ้าผลลัพธ์ที่ได้ยังไม่ถูกต้อง ก็ต้องเสนอวิธีการแก้ปัญหาใหม่จนกว่าจะได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง

5. ชั้นประยุกต์ คือ การนำวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสอื่นเมื่อพบกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหาล้ายกับปัญหาเดิม

Weir (1974) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเกี่ยวข้องกับความคิดและประสบการณ์การเรียนรู้ ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องฝึกฝนนักเรียนให้มีความพยายามในการแก้ปัญหาและพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหา เพื่อช่วยให้นักเรียนมีเหตุผลที่จะนำความรู้ที่มีอยู่ไปใช้ในการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นที่ 1 ขั้นการตั้งปัญหา
2. ขั้นที่ 2 ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา
3. ขั้นที่ 3 ขั้นเสนอวิธีการแก้ปัญหา
4. ขั้นที่ 4 ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์

Krulik (1977) ได้สรุปกระบวนการในการสอนแก้ปัญหาให้ได้ผลดีควรเป็นไปตามขั้นตอน ดังนี้

1. อ่านและทำความเข้าใจว่าโจทย์ถามอะไร ต้องการอะไร มีข้อมูลอะไรที่โจทย์บอก แล้วเขียนรูปหรือประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์
2. หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่โจทย์บอก และข้อมูลที่โจทย์ต้องการทราบ ด้วยการคิดย้อนกลับว่าเราเคยพบปัญหาเช่นนี้มาก่อนหรือไม่ แล้วเริ่มตั้งสมมติฐานหลาย ๆ ข้อ เพื่อหาทางทดสอบสมมติฐานนั้น ๆ
3. หาวิธีการที่ต้องเพื่อทดสอบสมมติฐาน
4. ตรวจสอบผลลัพธ์ว่าสิ่งที่ค้นพบนั้น เป็นการตอบปัญหาที่ต้องแน่นอนเพียงไร

LeBlance (1977) ได้เสนอกระบวนการในการสอนแก้ปัญหาประกอบด้วย 4 ขั้นตอน สรุปได้ดังนี้

1. การเข้าใจปัญหา ในการที่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจในปัญหาครูควรถามคำถามเพื่อให้นักเรียนหาว่าอะไรคือข้อมูลหรือเงื่อนไขที่นำมา และในที่สุดนักเรียนจะต้องทราบว่าปัญหาถามอะไร
2. ครูนำอภิปรายในการแก้ปัญหา ครูเสนอแนะกลวิธีที่เป็นไปได้ให้นักเรียนดู จากนั้นให้นักเรียนตัดสินใจเลือกเอาวิธีใดวิธีหนึ่งเอง
3. ลงมือแก้ปัญหา กลวิธีที่คิดไว้ในขั้นที่ 2 จะถูกนำออกมาใช้ บางครั้งแผนที่วางไว้ในขั้นที่ 2 อาจจะไปสู่คำตอบได้ ถ้าไม่เป็นเช่นนั้นนักเรียนจะต้องย้อนกลับไปสู่ขั้นที่ 2 อีก
4. ทบทวนปัญหาและคำตอบ ขั้นนี้เป็นขั้นที่สำคัญมากที่สุด โดยแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ ลักษณะแรกเป็นการมองขั้นตอนต่าง ๆ ย้อนกลับ และลักษณะที่สองเป็นการขยายสถานการณ์ปัญหาเพื่อจะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาลำต่อไป

Van Dalen (1979) ได้เสนอวิธีการคิดแก้ปัญหาที่ปัจจุบันถือว่าเป็นวิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ชั้นปัญหา
2. ชั้นทดสอบสมมติฐาน
3. ชั้นจำกัดขอบเขตของปัญหา
4. ชั้นอนุมานเหตุผลในการแก้ปัญหา
5. ชั้นเสนอแนะการแก้ปัญหา

Krulik และ Rey (1980) เสนอกระบวนการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ 4 ขั้นตอน สรุปได้ดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นตอนที่พิจารณาว่าข้อมูลหรือเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดมาให้มีอะไรบ้าง เพียงพอสำหรับการแก้ปัญหาหรือไม่ และโจทย์ถามหาอะไร
2. วางแผนแก้ปัญหา เป็นข้อที่หาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์บอกกับสิ่งที่โจทย์ถาม ค้นหาคณิตศาสตร์ กฎ สูตร นิยามเพื่อนำมาใช้แก้ปัญหา
3. ดำเนินการตามแผน เป็นขั้นที่ลงมือดำเนินการตามแผนที่วางไว้
4. ตรวจสอบ เป็นขั้นที่ตรวจสอบการดำเนินการแก้ปัญหาทั้งหมดว่าได้ผลเป็นไปตามที่ต้องการการครบถ้วนสมบูรณ์หรือไม่

Yotis และ Hosticka (1980) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ 8 ขั้นตอน ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1. เลือกข้อมูลที่ได้ออกมาจากโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
2. จัดจำแนกข้อมูลออกเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง สำหรับการแก้ปัญหา
3. เรียงลำดับข้อมูลตามความจำเป็นในการใช้หาคำตอบของปัญหา
4. พิจารณาว่าข้อมูลที่จำเป็น ข้อมูลใดที่ได้มาแล้วและข้อมูลใดที่ยังต้องหาอีก
5. พิจารณาว่าจะเก็บรวบรวมข้อมูลที่ต้องการด้วยวิธีใด
6. เก็บรวบรวมข้อมูลที่ต้องการ
7. ใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องทั้งหมดในการแก้ปัญหา
8. ตรวจสอบความเชื่อถือได้ของคำตอบ

Bell (1984) เสนอกระบวนการในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. เสนอปัญหาในรูปทั่วไป
2. เสนอปัญหาอีกครั้งในรูปแบบที่แสดงการแก้ปัญหา
3. ตั้งสมมติฐานและเลือกวิธีการดำเนินการเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา

4. ตรวจสอบสมมติฐานและดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบที่เป็นไปได้
Bransford และ Stein (1984) ได้เสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาที่คล้ายกับ
การแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์ เรียกว่า IDEAL โดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ระบุปัญหา
2. กำหนดและอธิบายปัญหา
3. ตรวจสอบวิธีการที่เป็นไปได้
4. ดำเนินการตามวิธีการ
5. ตรวจสอบย้อนกลับและประเมินผลจากกิจกรรม

Charles (1985) ได้เสนอกระบวนการในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ 5 ขั้นตอน
ดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา
2. การเลือกและเก็บข้อมูลที่ต้องการใช้แก้ปัญหา
3. การเลือกวิธีการหาคำตอบ
4. การตอบปัญหา
5. การประเมินความสมเหตุสมผลของคำตอบ

Gick (1986) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การสร้างตัวแทนของปัญหา โดยใช้การสร้างสัญลักษณ์ วาดรูป ทำตาราง หรือ
แผนผัง เพื่อให้เข้าใจปัญหาได้ชัดเจนยิ่งขึ้น
2. การคิดวิธีการแก้ปัญหา เป็นการรวบรวมวิธีการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
เพื่อนำไปสู่คำตอบ รวมไปถึงการวางแผน และจัดลำดับขั้นตอนที่กำหนดไว้
3. การดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการปฏิบัติตามแผน และขั้นตอนที่กำหนดไว้
การประเมินผลการดำเนินการแก้ปัญหา ความมุ่งไปสู่คำตอบ หรือเป้าหมายที่วางไว้หรือไม่ ถ้าไม่อาจ
ทบทวนวิธีการคิดตั้งแต่ต้นใหม่ ว่าผิดพลาดหรือบกพร่องในจุดใด เพื่อจะได้ปรับปรุงกระบวนการ
แก้ปัญหาก็ให้บรรลุเป้าหมาย

Talton (1988) ได้ศึกษาและรวบรวมกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ สรุปได้
5 ขั้นตอน ดังนี้

1. อ่านโจทย์
2. กำหนดว่าโจทย์ถามหาอะไร
3. กำหนดว่าโจทย์กำหนดอะไร
4. เลือกวิธีการแก้ปัญหา
5. ลงมือแก้ปัญหา

Osborn (1989) ได้สรุปขั้นตอนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ดังนี้

1. ขั้นค้นหาความจริง (Fact Finding)
2. ขั้นค้นหาปัญหา (Problem Finding)
3. ขั้นค้นหาความคิดในการแก้ปัญหา (Idea Finding)
4. ขั้นค้นหาวิธีที่ดีที่สุด (Solution Finding)
5. ขั้นยอมรับนำไปปฏิบัติ (Acceptance Finding or Implementation)

Dossey (2005) ได้เสนอกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า

ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา
2. จำแนกประเด็นปัญหาและวางแผนหาคำตอบ
3. จัดรูปแบบแสดงความหมายเงื่อนไขของโจทย์
4. เลือกกลวิธีการแก้โจทย์ปัญหา
5. ดำเนินการหาคำตอบ
6. ทบทวนคำตอบ
7. สื่อสารและขยายคำตอบ

สมศักดิ์ โสภณพินิจ (2547 : 5) ได้สรุปกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา ซึ่งอาจจะใช้รูปแบบทางคณิตศาสตร์ช่วย เช่น กราฟ
แผนภูมิตาราง
2. แสวงหาความรู้เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหานั้น ๆ พิจารณาถึงเหตุและ
หาหนทางที่จะแก้ปัญหา

3. วางแผนในการแก้ปัญหา เป็นการวางโครงการ หายุทธวิธีที่เหมาะสมในการ
แก้ปัญหา โดยดำเนินการตามแผนที่ได้วางไว้ ซึ่งอาจมีความจำเป็นต้องใช้การคำนวณช่วย
ตรวจสอบเป็นการทบทวนเหตุผล ที่ได้ดำเนินการแก้ปัญหาไปแล้วนั้นว่า มีความเหมาะสมหรือไม่
เพียงใดคำนวณถูกต้องหรือไม่ คำตอบมีความน่าเชื่อถือเพียงใด

รสกุล ธรรมพานิชวงศ์ (2545 : 69) ได้สรุปขั้นตอนในการแก้ปัญหาวาง
คณิตศาสตร์ไว้ 3 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา โดยอาศัยทักษะการแปลความหมาย การวิเคราะห์
ข้อมูล ว่าปัญหาถามอะไร กำหนดอะไรมาบ้าง จำแนกแยกแยะสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและ
สิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้แยกออกจากกัน

2. ชั้นวางแผนแก้ปัญหา หาความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ทั้งที่เป็นสิ่งที่กำหนดให้และข้อมูลที่เป็นผลตามมาจากสิ่งที่กำหนดให้ ทาวิธีการแก้ปัญหาโดยนำกฎเกณฑ์หลักการความคิดรวบยอด มาประกอบกับข้อมูลแล้วเสนอออกมาในรูปวิธีการ

3. ชั้นคำนวณคำตอบที่ถูกต้อง ตามแผนที่วางไว้ ต้องรู้จักวิธีคำนวณที่เหมาะสมตลอดจนตรวจสอบวิธีการและคำตอบที่ได้ ถ้าไม่พบคำตอบตามเงื่อนไขของปัญหาต้องกลับไปวางแผนแก้ปัญหาใหม่

กษมา วุฒิสารวัฒนา (2548 : 88) ได้สรุปว่ากระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีขั้นตอนที่คล้ายกัน ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้ เริ่มต้นจากการทำความเข้าใจปัญหา การสร้างตัวแทนของปัญหา การคิดวิธีแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และสุดท้ายคือการตรวจสอบการแก้ปัญหา

นุตรียา จิตตารมย์ (2548 : 63) สรุปว่า กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จะประกอบด้วยขั้นตอนหลักคือ ศึกษาทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา คิดวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ดำเนินการหาคำตอบตามแผนที่วางไว้ ตรวจสอบคำตอบที่ได้และขยายคำตอบเพื่อหาแนวทางอื่นในการแก้ปัญหาเดิม และสามารถเปรียบเทียบแต่ละแนวทางเพื่อให้ได้แนวทางที่ดีที่สุดและเหมาะสมในการหาคำตอบ

ดังนั้นสรุปได้ว่า กระบวนการแก้ปัญหามีขั้นตอนหลัก ๆ 4 ขั้นตอน คือ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ขั้นแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และขั้นตรวจสอบคำตอบ กระบวนการแก้ปัญหากลยุทธ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ผู้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดีควรเป็นผู้รู้เรื่องยุทธวิธีในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่พร้อมจะเลือกออกมาใช้ได้ทันทีทันใดที่เผชิญปัญหาคณิตศาสตร์ ดังนั้นผู้เรียนควรจะได้เรียนรู้หรือฝึกทักษะการใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ ให้ชำนาญเพื่อจะได้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ต่อไป

4. ปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

สิ่งที่มีความสำคัญประการหนึ่งในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ คือ ปัจจัยที่จะทำให้การแก้ปัญหาประสบความสำเร็จ ซึ่งได้มีผู้กล่าวถึงปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังนี้

Henny (1971) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่ามีปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

1. ความสามารถในการเข้าใจคำพูด
2. ความเข้าใจแนวคิดของปัญหา
3. การตีความของปัญหาอย่างมีเหตุผล
4. การคิดคำนวณที่ถูกต้อง

Adams, Ellis และ Beeson (1977) กล่าวถึงปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. สติปัญญา
2. การอ่าน
3. ทักษะพื้นฐาน

Heimer และ Trueblood (1977) กล่าวถึงปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. ความรู้เกี่ยวกับศัพท์เฉพาะ การรู้คำศัพท์ในโจทย์จะช่วยให้นักเรียนเห็นแนวทางในการแก้ปัญหา

2. ทักษะการคำนวณ
3. การแยกแยะข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง
4. การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล
5. การคาดคะเนคำตอบ
6. การเลือกใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง
7. ความสามารถในการค้นหาข้อมูลที่ขาดหายไป
8. ความสามารถในการเปลี่ยนปัญหาที่เป็นประโยคภาษาให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

NCTM (1991) กล่าวถึงปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความสามารถด้านนี้ คือ ทักษะการอ่านและการฟัง เนื่องจากผู้เรียนจะรับรู้ปัญหาได้จากการอ่านและการฟัง ผู้เรียนต้องอ่านอย่างรอบคอบ วิเคราะห์และทำความเข้าใจปัญหา โดยอาศัยความรู้เกี่ยวกับศัพท์นิยาม มโนคติและข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เพื่อที่จะได้ตัดสินใจว่าควรจะทำอะไรและอย่างไร เป็นการแสดงออกถึงศักยภาพทางสมองของผู้เรียนในการระลึก การนำมาเชื่อมโยงกับปัญหาที่เผชิญอยู่

2. ทักษะในการแก้ปัญหา เมื่อผู้เรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาอยู่เสมอ ย่อมมีโอกาสที่จะพบปัญหาต่าง ๆ หลากรูปแบบ ทั้งที่มีโครงสร้างของปัญหาที่คล้ายคลึงหรือแตกต่างกัน การเผชิญกับปัญหาที่แปลกใหม่ การเลือกใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสมจะเป็นการส่งเสริมประสบการณ์ในการแก้ปัญหา ทำให้สามารถวางแผนเพื่อกำหนดยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็วและเหมาะสม

3. ความสามารถในการคิดคำนวณและความสามารถในการใช้เหตุผล เมื่อทำความเข้าใจกับปัญหา และวางแผนการปัญหาเรียบร้อยแล้ว ก็ต้องลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้

ซึ่งบางปัญหาต้องใช้การคิดคำนวณ บางปัญหาต้องใช้กระบวนการใช้เหตุผล ผู้เรียนต้องมีความเข้าใจในกระบวนการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เท่าที่จำเป็น และเพียงพอในระดับของตน

4. แรงขับ ในการแก้ปัญหาผู้เรียนจะพบปัญหาที่แปลกใหม่หรือที่ไม่เคยพบเจอมาก่อน ปัญหาที่ไม่สามารถหาคำตอบในทันทีทันใด ต้องคิดวิเคราะห์อย่างเต็มที่เพื่อจะหาคำตอบให้ได้จึงจำเป็นที่ผู้เรียนต้องมีแรงขับที่จะสร้างพลังในการคิด ซึ่งแรงขับนี้มาจากความสนใจ เจตคติ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความสำเร็จ ตลอดจนความซาบซึ้งในการแก้ปัญหา ซึ่งแรงขับนี้ผู้เรียนต้องใช้เวลาในการบ่มเพาะมายาวนาน

5. ความยืดหยุ่น การจะเป็นนักแก้ปัญหาที่ดี ผู้เรียนต้องมีความยืดหยุ่นในการคิดคือ ไม่ยึดติดกับรูปแบบ การแก้ปัญหาแบบใดแบบหนึ่ง หรือยึดติดรูปแบบที่ตนเองคุ้นเคย แต่ต้องยอมรับรูปแบบและวิธีการใหม่ ๆ อยู่เสมอ ความยืดหยุ่นเป็นความสามารถในการปรับกระบวนการแก้ปัญหา โดยบูรณาการความเข้าใจ ทักษะและความสามารถในการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ

6. ความรู้พื้นฐาน ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความเชื่อมโยงกับความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ผู้เรียนต้องมีความรู้พื้นฐานที่เพียงพอ สามารถนำมาใช้ได้เหมาะสมสอดคล้องกับสาระของปัญหาระดับสติปัญญา การแก้ปัญหาจำเป็นต้องใช้การคิดระดับสูง สติปัญญาจึงเป็นสิ่งสำคัญยิ่งประการหนึ่งใน การแก้ปัญหา ซึ่งมีส่วนสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหา ผู้ที่มีสติปัญญาดีจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีกว่าผู้ที่มีสติปัญญาที่ด้อยกว่า

7. การอบรมเลี้ยงดู ผู้เรียนที่มาจากครอบครัวที่มีการเลี้ยงดูแบบประชาธิปไตยให้โอกาสแสดงความคิดเห็น คิดและตัดสินใจได้ด้วยตนเอง มีแนวโน้มที่จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่า ผู้เรียนที่มาจากครอบครัวที่เลี้ยงแบบปล่อยปละละเลย หรือเข้มงวดเกินไป

8. วิธีสอนของผู้สอน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดอย่างอิสระ มีเหตุผล ให้ความสำคัญกับการคิดของผู้เรียน ย่อมส่งเสริมให้ผู้เรียน มีความสามารถในการแก้ปัญหาดีกว่าแบบที่บทบาทการเรียนการสอนตกอยู่ที่ผู้สอนแต่เพียงฝ่ายเดียว นอกจากนี้การจัดสภาพแวดล้อม ก็มีผลที่เอื้อต่อการพัฒนาความสามารถของผู้เรียน เช่นกัน

Heddens และ Speer (1992) กล่าวถึงปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. รูปแบบการเรียนรู้
2. ความสามารถภายในตัวบุคคล
3. เทคนิคการประมวลผลข้อมูล
4. พื้นฐานทางคณิตศาสตร์
5. ความต้องการที่จะหาคำตอบ
6. ความมั่นใจในความสามารถของตนเองในการแก้ปัญหา

Baroody (1993) กล่าวถึงปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา
คณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. องค์ประกอบด้านความรู้ความคิด ซึ่งประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับโมโนมิติและ
ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา
2. องค์ประกอบด้านความรู้สึก เป็นแรงขับในการแก้ปัญหาและแรงขับนี้มาจาก
ความสนใจ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความพยายามหรือความตั้งใจและความเชื่อของนักเรียน
3. องค์ประกอบด้านการสังเคราะห์ความคิด เป็นความสามารถในการสังเคราะห์
ความคิดของตนเองในการแก้ปัญหาซึ่งนักเรียนจะตอบตนเองได้ว่าทรัพยากรอะไรบ้างที่สามารถ
นำมาใช้แก้ปัญหาและจะติดตาม ควบคุมทรัพยากรเหล่านั้นได้อย่างไร

Cruikshank และ Sheffield (2000) กล่าวถึงปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการ
ปัญหาคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์
2. ความเชื่อของนักเรียนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์
3. ความเชื่อของนักเรียนเกี่ยวกับความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ของ
ตนเอง
4. ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
5. ความสามารถทางสมองของนักเรียน

วินัย คำสุวรรณ (2529: 99) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหา
ของบุคคลจะสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับปัญหาที่บุคคลนั้นได้รับและตัวของผู้นั้นแก้ปัญหาเองว่ามีพื้นฐานความรู้
ประสบการณ์เดิมและวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมมากน้อยเพียงไร

กำจร มณีแก้ว (2539: 87) สรุปปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา
คณิตศาสตร์ 5 ประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการรวบรวมข้อมูล
2. ความสามารถในการเปลี่ยนปัญหาที่เป็นประโยชน์สัญลักษณ์
3. ความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของข้อมูล
4. ความสามารถในการคำนวณ
5. ความสามารถในด้านความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์
6. ความเข้าใจในการอ่านคำศัพท์ การตีความจากกราฟและตาราง
7. ความสามารถในการคาดคะเนคำตอบ
8. ความสามารถค้นหาข้อมูลที่ขาดหายไป

กรมวิชาการ (2544 : 54) กล่าวถึงปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหา
คณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. ความซับซ้อนของโจทย์ปัญหา ข้อมูลที่กำหนดให้มีจำนวนมาก
2. ความคุ้นเคยกับกระบวนการแก้ปัญหา
3. การใช้วิธีการแก้ปัญหาที่ไม่ถูกต้อง
4. การเริ่มต้นแก้ปัญหา นักเรียนไม่ทราบว่า จะเริ่มต้นอย่างไรจะต้องทำอะไรก่อน
5. ข้อมูลที่กำหนดให้ไม่เพียงพอ
6. เจตคติของนักเรียนที่มีต่อการแก้ปัญหา เมื่อนักเรียนประสบผลสำเร็จในการ
แก้ปัญหา นักเรียนจะมีกำลังใจที่จะแก้ปัญหาต่าง ๆ

7. ประสบการณ์ในการแก้ปัญหาของนักเรียนแต่ละคนแตกต่างกัน
การที่จะเป็นนักแก้ปัญหาที่ดีจะต้องได้รับประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่
หลากหลาย ซึ่งคล้ายกับการที่จะเป็นนักศิลปะที่เก่ง นักเล่นกอล์ฟฝีมือเยี่ยมก็ต้องฝึกฝนฝึกหัดอย่าง
สม่ำเสมอจากที่กล่าวมา สรุปปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ได้ดังนี้

- ประสบการณ์
1. การสอนของครู
 2. ความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน รวมถึงความรู้พื้นฐาน
 3. ความสามารถในการเลือกวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมของนักเรียน
 4. ความสามารถในการอ่านของนักเรียน
 5. เจตคติของนักเรียนต่อวิชาคณิตศาสตร์
5. แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
นักการศึกษาและผู้ที่เกี่ยวข้องได้กล่าวถึงแนวทางในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนา
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

Bitter (1990) เสนอวิธีการสอนของครูเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. ควรเลือกปัญหาที่น่าสนใจและไม่ยากหรือง่ายจนเกินไปมาสอนนักเรียน
2. ควรแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย ๆ เพื่อให้ร่วมกันแก้ปัญหาซึ่งเป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักการทำงานร่วมกัน
3. ควรให้นักเรียนพิจารณาว่าโจทย์กำหนดข้อมูลอะไรมาให้ ซึ่งสามารถนำไปใช้
แก้ปัญหาและต้องใช้ข้อมูลอื่นใดบ้างในการแก้ปัญหานั้น ๆ
4. ควรให้นักเรียนพิจารณาว่าปัญหาถามอะไร ถ้าไม่สามารถบอกได้ให้อ่านปัญหา
ข้อนั้นใหม่ และหากจำเป็นจริง ๆ ให้ครูอธิบายความหมายของคำที่ใช้ในปัญหาข้อนั้นให้นักเรียนทราบ

5. ควรให้ฝึกการแก้ปัญหาหลาย ๆ รูปแบบ เพื่อไม่ให้รู้สึกเบื่อกับการแก้ปัญหาที่ซ้ำซากและไม่ทำลายความสามารถ

6. ควรให้นักเรียนฝึกแก้ปัญหาบ่อย ๆ จนเคยชินว่าเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนการสอน

7. ควรส่งเสริมให้นักเรียนแก้ปัญหาหลาย ๆ ข้อ โดยใช้วิธีการเดียวกัน เพื่อเป็นการฝึกทักษะและส่งเสริมให้ใช้การแก้ปัญหาหลาย ๆ วิธีในข้อเดียวกัน เพื่อให้เห็นว่ายังมีวิธีการอื่น ๆ อีกที่จะใช้แก้ปัญหาในข้อนั้นได้

8. ควรช่วยเหลือนักเรียนในการเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมในข้อนั้น ๆ

9. ควรให้นักเรียนพิจารณาว่าปัญหาในข้อนั้นคล้ายกับปัญหาที่เคยพบมาก่อนหรือไม่

10. ควรให้เวลานักเรียนในการแก้ปัญหา อภิปรายผลการแก้ปัญหาและวิธีดำเนินการแก้ปัญหา

11. ควรให้นักเรียนฝึกการคาดคะเนคำตอบและทดสอบคำตอบที่ได้เพื่อประหยัดเวลาในการแก้ปัญหา

สมาคมครูคณิตศาสตร์ในสหรัฐอเมริกา (NCTM, 1991) เสนอแนวทางการจัดภาพแวดล้อมที่จะเอื้อให้เกิดการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. เป็นบรรยากาศที่ยอมรับและเห็นคุณค่าของแนวคิด วิธีการคิดและความรู้สึกของนักเรียน

2. ให้เวลาสำรวจแนวคิดทางคณิตศาสตร์

3. ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานเป็นรายบุคคลและร่วมมือกัน

4. ส่งเสริมให้นักเรียนใช้ความสามารถในการกำหนดปัญหาและสร้างข้อคาดเดา

5. ให้นักเรียนให้เหตุผลและสนับสนุนแนวคิดด้วยข้อความทางคณิตศาสตร์

Gonzales (1994) ให้แนวคิดโดยสรุปได้ว่า บรรยากาศที่ส่งเสริมการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ต้องเป็นบรรยากาศที่ทำให้ผู้เรียนรู้สึกสะดวกสบายในการแสดงแนวคิดไม่เข้มงวด เอาจริงเอาจังจนเกิดความตึงเครียด เพราะถ้าผู้เรียนเกิดความรู้สึกกลัวในสิ่งที่ทำผิดพลาดหรือกลัวถูกหัวเราะเยาะจากเพื่อน ผู้เรียนจะไม่กล้าซักถาม ไม่กล้าแสดงความคิดเห็น ฉะนั้นผู้สอนจะต้องจัดบรรยากาศของชั้นเรียนที่ทำให้ผู้เรียนมีความรู้สึกเป็นอิสระเป็นบรรยากาศที่ส่งเสริมให้มีการสำรวจ สืบค้น ให้เหตุผลและสื่อสารกัน

ประกาย วิโรจน์กุล (2532) กล่าวถึงแนวการสอนเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา สรุปได้ดังนี้

1. ผู้เรียนต้องมีส่วนร่วมให้มากที่สุด ไม่ใช่เป็นเพียงผู้ฟังเท่านั้น

2. บรรยากาศการเรียนรู้ต้องเป็นอิสระ เปิดโอกาสและกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็น

3. มีการสอนอภิปรายหรือค้นคว้าด้วยตนเองมากขึ้น

สิริพร ทิพย์คง (2536) เสนอแนะกิจกรรมเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

1. เลือกปัญหาที่ช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ซึ่งเป็นโจทย์ที่นักเรียนมีประสบการณ์ในเรื่องเหล่านี้

2. ทดสอบความรู้พื้นฐานและทบทวนทักษะที่ขาดไปก่อนลงมือสอนการแก้ปัญหา

3. ให้อิสระในการคิดแก่นักเรียนและกระตุ้นให้นักเรียนคิดว่าจะสามารถใช้ความคิดรวบยอด ทักษะและหลักการใดในการแก้โจทย์ปัญหานั้น ๆ

4. สอนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยให้มีแบบฝึกหัดหลายระดับ ทั้ง ยาก ปานกลาง และง่าย เพื่อให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาเป็นการเสริมกำลังใจให้กับนักเรียน

5. ทดสอบว่านักเรียนเข้าใจโจทย์ปัญหานั้น ๆ โดยการถามถึงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการ

6. ฝึกให้นักเรียนรู้จักหาคำตอบโดยการประมาณก่อนการคิดคำนวณ

7. แนะนำให้นักเรียนคิดหาความสัมพันธ์ของโจทย์ปัญหาโดยการวาดรูปหรือแผนภาพ

8. ช่วยนักเรียนในการหาข้อมูลจากกราฟวิเคราะห์โจทย์ปัญหา และเทียบเคียงกับโจทย์ที่นักเรียนเคยพบมาก่อน

9. สนับสนุนให้นักเรียนคิดวิธีการแก้ปัญหาด้วยวิธีของตนเอง แล้วอภิปรายหาวิธีการที่ถูกต้องเหมาะสม

อัมพร ม้าคอง (2553 : 36) ได้กล่าวถึงนักการศึกษาที่ได้เสนอแนวทางที่คล้ายคลึงกันในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาให้ผู้เรียน ซึ่งสามารถสรุปเป็น 3 แนวทาง ดังนี้

1. การสอนผ่านการแก้ปัญหา (Teaching via Problem Solving) เป็นการสอนความรู้หรือพัฒนาทักษะใด ๆ โดยใช้ปัญหาเป็นสื่อหรือเครื่องมือในการเรียนรู้ เช่น การให้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนวิเคราะห์ แก้ปัญหา และเรียนรู้สิ่งใหม่

2. การสอนให้แก้ปัญหา (Teaching for Problem Solving) เป็นการสอนที่เน้นการฝึกให้ผู้เรียนใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่หลากหลายและมีโครงสร้างแตกต่างกัน เพื่อให้เกิดประสบการณ์ในการแก้ปัญหามากพอที่จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้

3. การสอนกระบวนการแก้ปัญหา (Teaching About Problem Solving)

เป็นการสอนให้ผู้เรียนเข้าใจและเรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา เทคนิค และกลวิธีการแก้ปัญหา เช่น การสอนกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

สมเดช บุญประจักษ์ (2540 : 54) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่า เป้าหมายของการพัฒนาคือ เมื่อกำหนดสถานการณ์ปัญหาให้ผู้เรียนคิดหาคำตอบ โดยทำความเข้าใจปัญหาวางแผนแก้ปัญหา ดำเนินแก้ปัญหา และตรวจสอบผล โดยฝึกตามขั้นตอนดังนี้

1. การพัฒนาความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา ฝึกให้ผู้เรียนอ่านโจทย์อย่างละเอียด แล้วทำความเข้าใจ จำแนกสถานการณ์หรือข้อมูลออกเป็นส่วน ๆ โดยมุ่งให้ผู้เรียนสามารถตอบคำถาม ต่อไปนี้ โจทย์ให้ข้อมูลอะไร มีเงื่อนไขอย่างไร โจทย์ต้องการหาอะไร โดยอาจเริ่มจากการตั้งคำถามให้ผู้เรียนตอบ ต่อไปจึงให้ผู้เรียนฝึกทำความเข้าใจเอง

2. การพัฒนาความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา ฝึกให้ผู้เรียนเชื่อมโยงหรือมองหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่จำเป็นกับสิ่งที่โจทย์ต้องการให้ผู้เรียนบอกความหมายอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูล และแทนข้อมูลโดยใช้วิธีต่าง ๆ เช่น ใช้แผนภาพ ตาราง หรือเทคนิคอื่น ๆ เพื่อสร้างความกระจ่างชัด และเห็นเป็นรูปธรรม แล้วจึงแปลงเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ หรืออาจแปลความในโจทย์ปัญหา ให้อยู่ในรูปประโยคทางคณิตศาสตร์ หากเข้าใจโจทย์ปัญหาดีแล้ว

3. การพัฒนาความสามารถในการดำเนินการตามแผน ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักประมาณคำตอบ โดยการคิดในใจ แล้วดำเนินการหาคำตอบโดยใช้ความรู้ และทักษะที่มีอยู่ก่อนแล้ว การพัฒนาความสามารถในการตรวจสอบผล ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักการตรวจสอบคำตอบของปัญหา คือ ตรวจสอบคำตอบที่ได้กับคำตอบที่ประมาณในใจ ตรวจสอบคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหาด้วยวิธีที่แตกต่างกัน ตรวจสอบความถูกต้องในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา

บุญเพ็ญ บุษผามาตะนัง (2542 : 45) เสนอบัญญัติ 9 ประการ ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ผู้เรียนเพื่อศึกษาว่านักเรียนแต่ละคนมีความสามารถอยู่ในระดับใดแตกต่างกันขนาดไหน มีจุดเด่นจุดด้อยตรงไหน

2. การเลือก-สร้างโจทย์ปัญหา ควรเป็นเรื่องที่นักเรียนสนใจ สอดคล้องกับเรื่องที่กำลังเรียนและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน สถานการณ์ในโจทย์ควรเป็นเรื่องที่สามารถใช้สื่อที่เป็นของจริงหรือของจำลองประกอบการสอนได้ ภาษาที่ใช้ควรเหมาะสมกับวัย ไม่ใช่ถ้อยคำฟุ่มเฟือยซับซ้อน

3. การวิเคราะห์โจทย์ เป็นขั้นตอนสำคัญในการเรียนการสอนโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เพราะหากผู้เรียนสามารถแยกแยะได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้ โจทย์ต้องการทราบอะไรสิ่งที่โจทย์กำหนดให้นั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไร มีข้อมูลส่วนใดที่ไม่จำเป็นก็จะทำให้ผู้เรียนมองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน

4. การเขียนประโยคสัญลักษณ์ ประโยคสัญลักษณ์ หมายถึงประโยคสัญลักษณ์อันประกอบด้วยตัวเลข เครื่องหมายแทนจำนวนและข้อความก่อนที่นักเรียนจะสามารถเขียนประโยคสัญลักษณ์ได้ควรจะได้ทราบความหมายและสัญลักษณ์ของคำต่าง ๆ เช่น บวก ลบ คูณ หาร เท่ากับ ไม่เท่ากับ มากกว่า น้อยกว่า หลังจากนั้นจึงเริ่มการฝึกเขียนประโยคสัญลักษณ์ โดยอาจดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

- 4.1 ครูเขียนโจทย์บนกระดานดำแล้วให้นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์
- 4.2 ครูอ่านโจทย์ให้นักเรียนฟัง แล้วให้นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์
- 4.3 ครูเขียนประโยคสัญลักษณ์บนกระดานดำแล้วให้นักเรียนเขียนโจทย์ตาม

5. การประมาณคำตอบ การประมาณคำตอบ คือ กระบวนการหาค่าโดยประมาณ เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจ หรือพิจารณาความเป็นไปได้ของผลลัพธ์ การประมาณคำตอบจึงเป็นทักษะอย่างหนึ่งที่ครูควรฝึกให้นักเรียนฝึกปฏิบัติจนเกิดเป็นนิสัยก่อนลงมือแก้ปัญหาทุกครั้ง โดยอาจเริ่มจากการนำโจทย์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันหรือเรื่องราวที่กำลังอยู่ในความสนใจมาให้นักเรียนฝึกคิดหาคำตอบโดยไม่ต้องเขียน มีการเสริมแรงเพื่อกระตุ้นให้คิดแก้ปัญหาที่ยากขึ้น

6. การเสริมสร้างทักษะการคิดคำนวณ ทักษะการคิดคำนวณ คือ การที่นักเรียนสามารถบวก ลบ คูณ หาร ได้อย่างถูกต้องแม่นยำและรวดเร็ว ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ การฝึกทักษะการคิดคำนวณเป็นส่วนสำคัญที่ควรฝึกให้เกิดขึ้นกับนักเรียน โดยการจัดกิจกรรมหลาย ๆ อย่างที่จะส่งเสริมให้นักเรียนคิดและลงมือปฏิบัติ โดยเริ่มจากปัญหาที่ง่ายและใกล้ตัว ให้การเสริมแรงเป็นระยะ ๆ จนเกิดเป็นนิสัย สามารถคิดคำนวณได้อย่างถูกต้อง แม่นยำและรวดเร็ว

7. ฝึกการแก้ปัญหาหลาย ๆ วิธี โจทย์เดียวกันอาจมีวิธีการคิดหาคำตอบได้หลายวิธีดังนั้น ครูไม่ควรจำกัดขอบเขตของการคิดว่าจะต้องทำตามวิธีการและขั้นตอนที่ครูสอนเท่านั้น เพราะการทำตามตัวอย่างหรือเลียนแบบโดยขาดความเข้าใจ นักเรียนจะไม่สามารถแก้ปัญหาที่มีข้อความแตกต่างจากที่เคยพบในห้องเรียนได้ ในทางกลับกัน ควรส่งเสริมนักเรียนที่มีแนวคิดแตกต่างออกไปจากที่ครูสอน แต่สามารถหาคำตอบได้ถูกต้องตรงกับวิธีที่ครูสอน

8. การพัฒนาความสามารถทางภาษา เนื่องจากโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ประกอบด้วยข้อความและตัวเลข สาเหตุหนึ่งที่นักเรียนไม่สามารถทำโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้นั้นเนื่องจากขาดความเข้าใจภาษา ขาดทักษะในการอ่าน การเก็บใจความ และความหมายของคำต่าง ๆ เช่น คำว่า รวม ผลต่าง หักออก ใช้ไป หามาเพิ่ม มากกว่า น้อยกว่า หรือแม้กระทั่งความเข้าใจหน่วยในการชั่ง ตวง วัด ตลอดจนคำย่อต่าง ๆ ซึ่งครูต้องนำไปสอนให้เกิดความสัมพันธ์กันระหว่างวิชาภาษาไทยกับคณิตศาสตร์ ให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ ความสามารถทางภาษาไทยมาใช้ในวิชาคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

9. การใช้สื่อประกอบการเรียนการสอน เป็นสิ่งจำเป็นที่ครูควรใช้ประกอบการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เพราะจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจสิ่งที่เป็นามธรรมมากขึ้นช่วยในการจินตนาการและการคิดค้นหาคำตอบ สื่อการสอนอาจเป็นของจริง เช่น ไม้ไอศกรีม ผาजूน้ำอัดลม ก้อนหิน เป็นต้น ส่วนสื่อที่เป็นรูปภาพอาจตัดจากหนังสือพิมพ์ ปฏิทิน ครูหรือนักเรียนวาดขึ้นเองเป็นต้น หลังจากเห็นว่่านักเรียนมีความเข้าใจและสามารถหาคำตอบได้อย่างถูกต้องแล้วก็ฝึกให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาในใจเพื่อเป็นพื้นฐานในการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันต่อไป

สมศักดิ์ โสภณพิณิช (2543 : 21) ได้กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนนั้น จะต้องพัฒนาทักษะในด้านต่าง ๆ คือ

1. ทักษะในการทำความเข้าใจปัญหา
2. ทักษะในด้านการอ่าน เพื่อการสื่อความหมายที่ถูกต้อง
3. ทักษะในด้านการคิดคำนวณ

ที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า แนวทางควรนำมาพิจารณาเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ได้แก่ ปัญหาที่นำมาใช้ บรรยากาศในชั้นเรียน การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิด เวลาที่ใช้ในการแก้ปัญหา การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของผู้สอน ซึ่งทุกอย่างล้วนมีผลต่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทั้งสิ้น จากการศึกษาที่นักการศึกษาได้กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า แนวทางที่ควรนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ได้แก่

1. ลักษณะปัญหาที่นำมาใช้ ควรเป็นปัญหาที่ไม่ง่ายและยากเกินไป มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน
2. การจัดบรรยากาศและบริบทในห้องเรียน ควรเป็นบรรยากาศที่ช่วยอำนวยความสะดวกให้นักเรียน สามารถสืบค้นหาข้อมูลต่าง ๆ ได้ โดยครูอาจใช้สื่อการสอนที่มีความน่าสนใจหรือใช้คำถามนำเป็นการกระตุ้นใ่นักเรียนได้ค้นคว้าเพิ่มเติม
3. การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการคิด มีการวางแผน ตลอดจนเชื่อมโยงความรู้ที่มีกับปัญหาที่พบ สามารถแสดงความคิดเห็น อธิบายวิธีการหรือคำตอบที่ได้ค้นหามา ด้วยวิธีการที่หลากหลาย และตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้มา

6. การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ในการวัดผลทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการตรวจข้อสอบแบบอัตนัยควรให้คะแนน ตามความสามารถของนักเรียนทุกขั้นตอน ซึ่งความสามารถในการแก้ปัญหา จำเป็นต้องให้นักเรียนแสดงขั้นตอนของการคิดคำนวณ ดังนั้นการให้คะแนนตามความสามารถ จึงต้องให้คะแนนทุกขั้นตอน การที่นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้แม้จะได้คำตอบที่ไม่ถูกต้อง 100% ย่อมสมควรได้คะแนนตามความถูกต้องลดหลั่นกันตามความเหมาะสม ในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทาง

คณิตศาสตร์ได้มีนักการศึกษาคณิตศาสตร์และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้กล่าวถึงแนวทางในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

Polya (1973) ได้เสนอรูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนและรายละเอียด ดังนี้

ตาราง 3 แสดงรูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ Polya

ขั้นตอนการแก้ปัญหาของ Polya	พฤติกรรมชี้วัดความสามารถ
ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	หลังจากอ่านโจทย์แล้วจะต้องบอกได้ว่า โจทย์กำหนดอะไรมาให้ ต้องการทราบอะไร และข้อเท็จจริงเป็นอย่างไร
ขั้นวางแผนแก้ปัญหา	ใช้เงื่อนไขความเป็นจริงในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง
ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา	ความสามารถในการสร้างตาราง เขียนไดอะแกรมเขียนสมการ หรือประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และทักษะการคำนวณ
ขั้นตรวจสอบคำตอบ	การพิจารณาความสมเหตุสมผลและการสรุปความหมายของคำตอบ

Charles และคณะ (1987) แบ่งสัดส่วนของการให้คะแนนออกเป็น 3 ส่วน คือ ความเข้าใจในการแก้ปัญหา วิธีการแก้ปัญหา และผลลัพธ์ที่ได้ ซึ่งสามารถวิเคราะห์สัดส่วนและสร้างเป็นเกณฑ์ให้คะแนนได้ดังนี้

ตาราง 4 แสดงรูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามรูปแบบของ Charles และคณะ

ส่วนที่พิจารณา	พฤติกรรมที่แสดง	คะแนนที่ได้
ความเข้าใจในการแก้ปัญหา	ไม่แสดงอะไรเลย	0
	แปลความหมายผิดทั้งหมด	1
	แปลความหมายผิดเป็นส่วนมาก	2

ตาราง 4 (ต่อ)

ส่วนที่พิจารณา	พฤติกรรมที่แสดง	คะแนนที่ได้
	แปลความหมายผิดเป็นส่วนน้อย	3
	แปลความหมายได้ถูกต้องสมบูรณ์	4
วิธีการแก้ปัญหา	ไม่แสดงอะไรเลย	0
	วางแผนการทำงานไม่ถูกต้อง	1
	แก้ปัญหาถูกต้องเป็นส่วนน้อย	2
	แก้ปัญหาถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	3
	วางแผนได้เหมาะสมมีแนวทางที่จะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง	4
ผลลัพธ์ที่ได้	ไม่แสดงอะไรเลย	0
	เขียนผิด คำนวณผิด	1
	คำตอบถูกต้อง	2

กรมวิชาการ (2546 : 123) เสนอเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

ตาราง 5 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกรมวิชาการ

คะแนน	ความหมาย	ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ปรากฏให้เห็น
4	ดีมาก	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ อธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้เข้าใจชัดเจน
3	ดี	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จ แต่น่าจะอธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้ดีกว่านี้
2	พอใช้	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จเพียงบางส่วน อธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้บางส่วน
1	ต้องปรับปรุง	มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหาบางส่วน เริ่มคิดว่าทำไมจึงต้องใช้วิธีการนั้นแล้วหยุด อธิบายต่อไม่ได้ แก้ปัญหาไม่สำเร็จ
0	ไม่พยายาม	ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์ข้างต้น หรือไม่มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 68) เสนอแนวคิดที่ว่าครูและนักเรียนอาจร่วมกันประเมินผลการแก้ปัญหาได้ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีขั้นตอนในการดำเนินการ 4 ขั้นตอน คือ การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผน การดำเนินการแก้ปัญหา การตรวจสอบความถูกต้อง การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ควรมีรายการประเมินที่แสดงถึงความเข้าใจปัญหา การวางแผนในการแก้ปัญหา การใช้วิธีการแก้ปัญหา การตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบและมองย้อนกลับไปยังขั้นตอนต่าง ๆ เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาแบบอื่น ๆ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เสนอเกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์ โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์ที่แบ่งเป็นระดับคุณภาพเป็น 3 ระดับ คือ 1, 2 และ 3 นอกจากนี้ครูอาจกำหนดน้ำหนักคะแนนของแต่ละปัญหาให้แตกต่างกันตามน้ำหนักของเนื้อหาหรือความเหมาะสมได้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตาราง 6 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์ของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายการประเมิน	คะแนน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
1. ความเข้าใจปัญหา	3	ดี	เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
	2	พอใช้	เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง
	1	ต้องปรับปรุง	เข้าใจปัญหาน้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหา
2. การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา	3	ดี	เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสมและเขียนประโยคคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง
	2	พอใช้	เลือกวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งอาจนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่ยังมีบางส่วนผิดโดยอาจเขียนประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง
	1	ต้องปรับปรุง	เลือกวิธีการแก้ปัญหาละเอียดส่วนใหญ่ไม่ถูกต้อง
3. การใช้วิธีการแก้ปัญหา	3	ดี	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง
	2	พอใช้	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้องเป็นบางครั้ง
	1	ต้องปรับปรุง	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง
4. การสรุปคำตอบ	3	ดี	สรุปคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์
	2	พอใช้	สรุปคำตอบไม่ถูกต้องหรือใช้สัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง
	1	ต้องปรับปรุง	สรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มีนักการศึกษาหลายคนได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้ พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530 : 29) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ (Achievement) ในที่นี้หมายถึง (Academic achievement) หมายถึง คุณลักษณะรวมถึงความรู้ความสามารถของบุคคลอันเป็นผล จากการเรียน การสอน ทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ของสมรรถภาพสมอง

อารีย์ วชิรากร (2542 : 143) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ผลที่เกิดจากการเรียน การสอน การฝึกฝน หรือประสบการณ์ต่าง ๆ ที่โรงเรียน

Willson (1971 : 643) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญา (Cognitive Domain) ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นผลของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ที่ประเมินพฤติกรรมด้านสติปัญญาในการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ออกมาเป็นระดับความสามารถ

สมพร เชื้อพันธ์ (2547 : 53) สรุปว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถ ความสำเร็จและสมรรถภาพด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนที่ได้จากการเรียนรู้อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน การฝึกฝนหรือประสบการณ์ของแต่ละบุคคลซึ่งสามารถวัดได้จากการทดสอบด้วยวิธีการต่าง ๆ

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และเพ็ญวิภา ยินดีสุข (2548: 125) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอน

ปราณี กองจินดา (2549 : 42) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถ หรือผลสำเร็จที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์เรียนรู้ทางด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย และยังได้จำแนกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ตามลักษณะของวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนที่แตกต่างกัน

ศิริชัย กาญจนวาสี (2544) ได้ให้คำนิยามของผลสัมฤทธิ์ว่า เป็นการเรียนรู้ตามแผนที่กำหนดไว้ล่วงหน้า อันเกิดจากกระบวนการเรียนการสอนในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่ง

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2546) ให้ความหมายว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นการวัดความสำเร็จทางการเรียน หรือวัดประสบการณ์ทางการเรียนที่ผู้เรียนได้รับจากการเรียนการสอน โดยวัดตามจุดมุ่งหมายของการสอนหรือวัดผลสำเร็จจากการศึกษาอบรมในโปรแกรมต่าง ๆ

ไพโรจน์ คะเซนทร์ (2556) ให้คำจำกัดความผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า คือคุณลักษณะ รวมถึงความรู้ ความสามารถของบุคคลอันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน หรือ มวลประสบการณ์ที่ปวงที่บุคคลได้รับจากการเรียนการสอน ทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ของ

สมรรถภาพทางสมอง ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถสมองของบุคคลว่าเรียนแล้วรู้อะไรบ้าง และมีความสามารถด้านใดมากน้อยเท่าไร ตลอดจนผลที่เกิดขึ้นจากการเรียน การฝึกฝนหรือประสบการณ์ต่าง ๆ ทั้งในโรงเรียน ที่บ้าน และสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ รวมทั้งความรู้สึก ค่านิยม จริยธรรมต่าง ๆ ก็เป็นผลมาจากการฝึกฝนด้วย

จากความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง ความสามารถทางสติปัญญาของบุคคลที่เกิดขึ้นจากการเรียนการสอน การฝึกฝน รวมทั้งประสบการณ์ต่าง ๆ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือผลการเรียนรู้ตามหลักสูตร ได้มาตามหลักการวัดและประเมินผล ที่ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ความคิดหรือพุทธิพิสัย ด้านอารมณ์และความรู้สึกหรือจิตพิสัย และด้านทักษะปฏิบัติหรือทักษะพิสัยที่ผู้สอนกำหนดไว้ในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มีความหมายในการประเมินการเรียนการสอน นักการศึกษาให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ดังนี้

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2539 : 20) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดเนื้อหาวิชาที่เรียนมาแล้วว่านักเรียนมีความรู้ความสามารถเพียงใด เช่น การสอบวัดผลการเรียนการสอนในปัจจุบัน

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2545 : 14) กล่าวว่าแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ ส่วนมากจะเป็นเครื่องมือสำหรับช่วยให้ครูสามารถตัดสินผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพเพราะเป็นวิธีการประเมินพฤติกรรมของนักเรียนที่มีความเป็นอิสระได้มากกว่าวิธีอื่น ๆ เมื่อเทียบกับกระบวนการเรียนการสอนที่มีอยู่ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ที่ใช้โรงเรียนมุ่งวัดความรู้ในแต่ละวิชาและทักษะต่าง ๆ โดยมีวัตถุประสงค์พื้นฐานที่สำคัญ 2 ประการ คือ ประการแรก เพื่อเป็นเครื่องมือในการวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนอันเป็นข้อมูลที่ได้รับสำหรับการประเมินผลการเรียนการสอนเป็นรายบุคคล ประการที่สอง เพื่อเป็นการตรวจสอบความสามารถของนักเรียนแต่ละคนซึ่งแตกต่างกันโดยธรรมชาติ

บุญธรรม กิจปริดาบริสุทธิ (2535 : 85) กล่าวว่า แบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความสามารถด้านพุทธิพิสัย ซึ่งเกิดจากการเรียนรู้

ประจวบ สุภักดี (2548 : 9) ได้สรุปว่าแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความสามารถทางสมองหรือสติปัญญาของผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนได้เรียนไปแล้ว และเป็นผลต่อเนื่องมาจากหลักสูตร วิธีการจัดการเรียนรู้ของผู้สอน วิธีเรียนของผู้เรียน ตลอดจนการใช้สื่อการเรียนการสอน รวมถึงประสบการณ์การเรียนรู้ในห้องเรียนที่ผู้เรียนได้รับ ทั้งที่ได้รับในอดีตหรือปัจจุบัน เพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียนมีความรู้ ทักษะมากน้อยเพียงใด ในด้านเนื้อหาวิชาการแต่ไม่เน้นความสามารถทางกายและความรู้สึก

จากข้างต้นสรุปได้ว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นแบบทดสอบวัดความรู้โดยมุ่งเน้นวัดเนื้อหาที่เรียนมาแล้วหรือกำลังเรียน เพื่อเป็นเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนการสอนรายบุคคล

3. ประเภทของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์สามารถจำแนกเป็นหลายประเภทขึ้นอยู่กับเกณฑ์โดยเยาวดี วิบูลย์ศรี (2545 : 20-25) ได้จำแนกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ดังนี้

1. จำแนกตามลักษณะหน้าที่ทั่วไปของแบบสอบ แบ่งได้ 3 ลักษณะ คือ

1.1 แบบทดสอบเพื่อการสำรวจผลสัมฤทธิ์ เป็นแบบสอบผลสัมฤทธิ์ที่ทำหน้าที่ในการสำรวจความสามารถทั่ว ๆ ไปของนักเรียน โดยประเมินความรู้ในเนื้อหาวิชาหรือทักษะต่าง ๆ เพื่อแสดงระดับความสามารถของนักเรียน ดังนั้น แบบทดสอบเพื่อการสำรวจผลสัมฤทธิ์จึงมักครอบคลุมเนื้อหาทั้งในระดับกว้างและระดับทั่วไป และถือคะแนนรวมที่ได้จากแบบทดสอบเป็นตัวชี้ถึงระดับความสามารถที่วัดได้

1.2 แบบทดสอบเพื่อวินิจฉัยผลสัมฤทธิ์ เป็นแบบสอบผลสัมฤทธิ์ที่ทำหน้าที่ในการวินิจฉัยเกี่ยวกับจุดเด่นและจุดด้อยขององค์ประกอบสำคัญทางด้านทักษะต่าง ๆ ของนักเรียน จึงสามารถแบ่งออกเป็นแบบทดสอบชุดย่อย ๆ ได้อีก นอกจากนั้นคะแนนแบบทดสอบยังแยกตามแต่ละองค์ประกอบ ตัวอย่างเช่น แบบทดสอบเพื่อวินิจฉัยผลสัมฤทธิ์ด้านภาษา อาจรวมแบบทดสอบย่อยหลายชุด ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาเกี่ยวกับการรู้จักใช้คำ ความเข้าใจเกี่ยวกับถ้อยคำต่าง ๆ รวมทั้งคำศัพท์ คะแนนที่ได้จากแต่ละองค์ประกอบของแบบทดสอบวินิจฉัยจะช่วยให้ นักจิตวิทยาหรือครูสามารถที่จะตัดสินใจได้ว่า อะไรคือจุดบกพร่องของผู้สอบซึ่งจะช่วยให้สามารถสอนเสริมในส่วนเนื้อหาวิชาหรือทักษะที่ยังขาดอยู่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.3 แบบทดสอบเพื่อวัดความพร้อม เป็นแบบสอบผลสัมฤทธิ์ซึ่งทำหน้าที่ในการวัดทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนในขั้นที่สูงขึ้น แบบสอบเพื่อวัดความพร้อมใช้สำหรับทำนายการกระทำในอนาคต จึงทำหน้าที่เป็นเครื่องมือวัดความถนัดไปในตัวด้วย

2. จำแนกตามคำตอบที่ใช้ เป็นแบบทดสอบข้อเขียนซึ่งเป็นแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ที่ใช้กันเป็นส่วนใหญ่ โดยสามารถแบ่งแบบทดสอบข้อเขียนออกได้อย่างกว้าง ๆ อีก 2 ระดับ คือ

2.1 ระดับของการเลือกคำตอบจากที่กำหนดไว้แล้ว (ปรนัย) แบบทดสอบระดับนี้แต่ละข้อจะมีคำตอบตายตัว และประกอบด้วยตัวเลือกหลาย ๆ ตัวที่เป็นไปได้รวมอยู่ในคำถามที่เกี่ยวข้อง ผู้เข้าสอบจะต้องเลือกตอบอย่างรอบคอบและถูกต้องให้สอดคล้องกับชนิดคำถามที่ระบุไว้ ตัวอย่างของแบบทดสอบระดับนี้ได้แก่

- แบบทดสอบประเภทหลายตัวเลือก
- แบบทดสอบประเภทถูก - ผิด

- แบบทดสอบประเภทจับคู่

2.2 ระดับของการเขียนคำตอบจากความรู้หรือความทรงจำที่มีอยู่เดิม (อัตนัย) ซึ่งต้องใช้ความรู้และความทรงจำที่มีอยู่เดิมมาเขียนตอบ ลักษณะคำตอบอาจไม่ตายตัว ขึ้นอยู่กับเหตุผลและความถูกต้องเชิงวิชาการ ผสมผสานกับความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของผู้เข้าสอบเป็นสำคัญ แบบทดสอบระดับนี้ได้แก่

- แบบทดสอบประเภทเติมคำ
- แบบทดสอบประเภทตอบสั้น
- แบบทดสอบประเภทความเรียง

3. จำแนกตามลักษณะการสร้างแบ่งได้ 2 ประเภท คือ

3.1 แบบสอบสัมฤทธิ์มาตรฐาน เป็นแบบสอบที่สร้างขึ้นโดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญมากกว่าที่จะสร้างโดยบุคคลใดบุคคลหนึ่ง ตามปกติแล้วผู้สร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์ตามมาตรฐานมักจะประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญทางด้านการวัดและประเมินผล รวมทั้งผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชานั้น ๆ ตลอดจนครูในโรงเรียน แบบสอบสัมฤทธิ์มาตรฐานไม่จำเป็นต้องครอบคลุมเนื้อหาและหลักสูตร เนื้อหาและทักษะของแบบสอบสัมฤทธิ์มาตรฐานส่วนมากมักจะได้จากตำราเรียนและความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตร เนื้อหาโดยทั่วไปจะเป็นความรู้และทักษะระดับกว้าง ๆ เพื่อให้สามารถนำไปใช้กับโรงเรียนต่าง ๆ ได้

3.2 แบบสอบผลสัมฤทธิ์ที่ครูสร้างขึ้น เป็นแบบสอบซึ่งใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการเรียนการสอนโดยเฉพาะ คือใช้สำหรับวัดความก้าวหน้าเกี่ยวกับการเรียนของนักเรียน และค้นหาข้อบกพร่องของระบบการเรียนการสอน ทั้งนี้เพื่อจะได้จัดหน่วยการสอนซึ่งใช้ซ่อมเสริมข้อบกพร่องในการเรียนให้กับนักเรียนได้ตรงตามความต้องการอย่างเหมาะสม และที่สำคัญคือใช้ในการตัดสินเป้าหมายของหลักสูตรในแต่ละหน่วยการเรียนการสอนว่า ได้บรรลุผลตามที่คาดหวังไว้หรือไม่เพียงใด รวมทั้งการให้คะแนนหรือระดับผลการเรียนแก่นักเรียนด้วย แบบสอบผลสัมฤทธิ์ที่ครูสร้างขึ้น ถือว่าเป็นแบบสอบที่มีคุณค่าในการวัดหรือตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนได้เหมาะสมกว่าแบบทดสอบประเภทอื่น ๆ ทั้งนี้เพราะพิจารณาตามบทบาทแล้ว ครูย่อม ทราบความสามารถของนักเรียนที่ตนสอนเป็นอย่างดี จึงสามารถที่จะสร้างข้อกระทงของแบบสอบให้เหมาะสมกับระดับการเรียนตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาที่กำหนดไว้

นอกจากจำแนกตามเกณฑ์นี้แล้ว ยังสามารถจำแนกแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ตามเกณฑ์การให้คะแนนและเกณฑ์อื่น ๆ ได้อีกด้วย ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ครูสร้างขึ้น โดยใช้แบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก เนื่องจากเป็นแบบทดสอบที่คาดว่าจะสามารถตัดสินได้ว่าในแต่ละหน่วยการสอนได้บรรลุตามจุดประสงค์ที่หวังไว้หรือไม่ และแบบทดสอบประเภทเลือกตอบ (หลายตัวเลือก) ถือเป็นแบบทดสอบปรนัยที่ดีที่สุดสามารถตรวจให้คะแนนได้รวดเร็วและ

แม่นยำแม้ว่ามีผู้สอบจำนวนมาก นอกจากนี้มีประสิทธิภาพสูงในการจำแนกเด็กเก่งและเด็กอ่อน (Ebel. 1965: p.95)

4. คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สมนึก ภัทธิธรณี (2553 : 67-71) ได้กล่าวถึงคุณลักษณะที่ดีของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดังต่อไปนี้

1. ความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบทั้งฉบับที่สามารถวัดได้ตรงกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการหรือวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ความเที่ยงตรงจึงเปรียบเสมือนหัวใจของแบบทดสอบ
2. ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบทั้งฉบับที่สามารถวัดได้คงที่คงจะไม่เปลี่ยนแปลง ไม่ว่าจะทำการทดสอบใหม่กี่ครั้งก็ตาม
3. ความยุติธรรม (Fair) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบที่ไม่เปิดโอกาสให้มีการได้เปรียบเสียเปรียบในกลุ่มผู้เข้าสอบด้วยกัน และไม่เปิดโอกาสให้ทำข้อสอบได้โดยการเดา
4. ความลึกของคำถาม (Searching) หมายถึง ข้อสอบแต่ละข้อนั้นจะต้องไม่ถามผิวเผินหรือถามประเภทความรู้ความจำ แต่ต้องให้นักเรียนนำความรู้ความเข้าใจไปคิดดัดแปลงแก้ปัญหาแล้วจึงตอบได้
5. ความยั่วยุ (Exemplary) หมายถึง แบบทดสอบที่นักเรียนทำด้วยความสนุกเพลิดเพลิน ไม่เบื่อหน่าย
6. ความจำเพาะเจาะจง (Definition) หมายถึง ข้อสอบที่มีแนวทางหรือทิศทางคำถามตอบที่ชัดเจนไม่คลุมเครือ ไม่แฝงกลเม็ดให้นักเรียนงง
7. ความเป็นปรนัย (Objective) โดยมีสมบัติ 3 ประการ
 - 7.1 ตั้งคำถามให้ชัดเจน ทำให้ผู้เข้าสอบทุกคนเข้าใจความหมายตรงกัน
 - 7.2 ตรวจสอบให้คะแนนได้ตรงกัน แม้ว่าจะตรวจหลายครั้งหรือตรวจหลายคน
 - 7.3 แปลความหมายของคะแนนให้เหมือนกัน
8. ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง แบบทดสอบที่มีจำนวนข้อสอบมากพอประมาณ ใช้เวลาสอบพอเหมาะ ประหยัดค่าใช้จ่าย จัดทำแบบทดสอบด้วยความประณีตตรวจให้คะแนนได้รวดเร็ว รวมถึงสิ่งแวดล้อมในการสอบที่ดี
9. อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง ความสามารถในการจำแนกผู้เข้าสอบแบบทดสอบที่ดีจะต้องมีอำนาจจำแนกสูง
10. ความยาก (Difficulty) ขึ้นอยู่กับทฤษฎีที่เป็นหลักยึด เช่น ตามทฤษฎี การวัดผลแบบอิงเกณฑ์ ข้อสอบที่ดีคือข้อสอบที่ไม่ยากหรือง่ายเกินไป หรือมีความยากพอเหมาะ ส่วนทฤษฎีการวัดผลแบบอิงเกณฑ์นั้นความยากง่ายไม่ใช่สิ่งสำคัญ สิ่งสำคัญอยู่ที่ข้อสอบนั้นได้วัดใน

จุดประสงค์ที่ต้องการวัดได้จริงหรือไม่ ถ้าวัดได้จริงก็นับว่าเป็นข้อสอบที่ดีได้แม้ว่าจะเป็นข้อสอบที่ง่ายก็ตาม

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

มะลิวัลย์ ศรีบานชื่น (2554 : 63) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า 1. นักเรียนที่เรียนโดยจัดการเรียนรู้แบบ KWDL มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดเป็นร้อยละ 71.90 และ 76.67 ตามลำดับ และนักเรียนที่เรียนโดยจัดการเรียนรู้แบบปกติ ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดเป็นร้อยละ 57.67 และ 59.10 ตามลำดับ 2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ KWDL มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .0001$) 4. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL มีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก

สุภาพ โสรส (2555: 80) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL และเทคนิค SSCS ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ผลการวิจัยพบว่า 1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค SSCS ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค SSCS ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

รุจิอร รักใหม่ (2557 : 62) การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและอนุกรม โดยใช้เทคนิค KWDL สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า

1. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและอนุกรม ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ปกติที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05
2. จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและอนุกรมผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 มากกว่าร้อยละ 70 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05
3. ค่าดัชนีประสิทธิผลของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและอนุกรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL มีค่าเท่ากับ 0.7480

จงรักษ์ ประทุมชาติ (2558 : 101) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และวิธีการสอน ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยรูปแบบการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยรูปแบบการตามปกติ มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยรูปแบบการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยรูปแบบการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จิรวาดี เกษี (2560 : 145) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ SSCS เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลการพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ SSCS นั้นมีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 86.00/86.50 และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกตินั้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 77.01/77.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้
2. ผลการศึกษาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ SSCS นั้นมีดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.7065 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 70.65 และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ

ปกติ มีดัชนีประสิทธิผลเท่า 0.6631 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ คิดเป็นร้อยละ 66.31 3. ผลการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ SSCS มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

ซัพพียะห์ สาและ (2561 : 68) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL เรื่อง ค่ากลางของข้อมูล ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL เรื่องค่ากลางของข้อมูลที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัย พบว่า 1) นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่า นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL เรื่องค่ากลางของข้อมูลของนักเรียน มัธยมศึกษาปีที่ 5 อยู่ในระดับมากขึ้นไป

งานวิจัยต่างประเทศ

แจ๊คสัน (Jackson. 2000: i) ได้พัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อพัฒนา ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในตอน เหนือของรัฐอิลลินอยส์ กลุ่มตัวอย่างได้รับการฝึกทักษะการคิดขั้นสูง ได้แก่ การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่าโดยใช้เทคนิคการคิดที่หลากหลายและสอนกลยุทธ์การแก้ปัญหา ใช้ระยะเวลาในการ ทดลอง 20 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนมีความมั่นใจในความสามารถในการแก้ปัญหามากขึ้น และมีคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

แมคคาร์ธีย์ (McCarthy. 2004 : 399-A) ได้ศึกษาการฝึกคิดอย่างมีวิจารณญาณการ แสดงความคิดและความเป็นนักวิชาการของนักเรียนเตรียมทหารอากาศประเทศสหรัฐอเมริกาโดยมี จุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาว่าวิธีการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแสดงความคิดเห็นมีความสัมพันธ์กับ ความเป็นนักวิชาการหรือไม่ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเตรียมทหารอากาศในประเทศสหรัฐอเมริกา การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลของการคิดที่มีผลต่อการเป็นผู้นำทหารในประเทศสหรัฐอเมริกาจากผล การศึกษาพบว่าการใช้วิธีคิดอย่างมีวิจารณญาณและแสดงความคิดเห็นมีความสัมพันธ์กับความเป็น นักวิชาการของนักเรียน เนื่องจากการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการคิดที่รอบคอบและตัดสินใจอย่าง มีเหตุผล แนวคิดนี้จึงมีความจำเป็นต่อการใช้ฝึกผู้นำกองทัพให้ตัดสินใจอย่างรอบคอบและมีเหตุผล

การศึกษาในครั้งนี้ยังมีความสัมพันธ์กับการพัฒนาหลักสูตรและการสอนของครูในสถานศึกษาอื่นอีกด้วย

จาง เฟิง จวน (ZHANG Fengjuan, 2010 : 77-86) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการใช้เทคนิค KWL ในการสอนภาษาอังกฤษ โดยพัฒนาทักษะทางด้าน การอ่าน การเขียน ฟังและการสื่อสารเป็นการวิจัยเชิงทดลอง กลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาวิชาเอก เคมีและ วิชาเอก แพทย์ ซึ่งมีระดับผลการเรียนภาษาอังกฤษระดับกลาง โดยแบ่งนักศึกษา จำนวน 80 คนออกเป็น 2 กลุ่ม โดยใช้วิธีการสอนที่แตกต่างกัน เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ KWL Instructional Scheme แบบทดสอบวัด การอ่าน การฟัง การเขียนและการสนทนา และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWL สถิติที่ใช้ในการวิจัย ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและ t-test Independent ซึ่งจากการวิจัยพบว่านักเรียนที่ใช้เทคนิค KWL มีคะแนน การอ่าน การเขียน ฟังและการสื่อสารสูงกว่า นักศึกษากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่านักศึกษามีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWL เฉลี่ย 4.05 และการเรียนด้วยเทคนิค KWL ทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนภาษาอังกฤษมากยิ่งขึ้น

Omar (2010 : 471-483) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษเรื่องการพัฒนาทักษะการอ่าน ซึ่งเป็นการวิจัยกึ่งทดลองเปรียบเทียบระหว่างการสอนด้วยเทคนิค KWL และการสอนปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดลอง 40 คน และกลุ่มควบคุม 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่แบบทดสอบวัดทักษะการอ่านจำนวน 25 ข้อ โดยทำการทดสอบก่อนเรียนทั้งสองกลุ่มพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยเทคนิค KWL มีคะแนนเฉลี่ย 10.37 และนักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ย 8.97 และทำการทดสอบหลังเรียน พบว่านักเรียนที่สอนด้วยเทคนิค KWL มีคะแนนเฉลี่ย 22.15 และนักเรียนกลุ่มที่สอนตามปกติมีคะแนนเฉลี่ย 15.62 เมื่อนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธีทางสถิติ (ANCOVA) พบว่านักเรียนที่สอนด้วยเทคนิค KWL มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่สอนด้วยวิธีปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL ทั้งในประเทศและต่างประเทศพบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL ช่วยยกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้น เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ฝึกกระบวนการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ กระบวนการแก้ปัญหา สรุปผลของนักเรียนให้เป็นระบบมากยิ่งขึ้น ยังช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาเพิ่มขึ้นและค้นพบส่วนที่นักเรียนไม่เข้าใจเพื่อที่จะสามารถแก้ปัญหาได้ต่อไปดังนั้นผู้วิจัย จึงเห็นว่าการสอนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL จะช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. ขั้นตอนดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสະພິວິທາຄາຣ ອຳເຄອຕຣະກາຣ ພິພຸລ ຈັງຫວັດອຸບຣາຣາຊານີ ສັງຄັດສຳນັກງານເຂດພື້ນທີ່ການຮຽນມັດຍມັດສິກາ ເຂດ 29 ກາດເຮືອນທີ່ 2 ປີການຮຽນ 2562 ຈຳນວນ 2 ຮ້ອງ 55 ຄົນ ຈຶ່ງມີການຈັດຮ້ອງເຮືອນແບບຄະລະຄວາມສາມາດ
2. ກຸ່ມຕົວຢ່າງ ໄດ້ແກ່ ນັກຮຽນຂັ້ນມັດຍມັດສິກາປີທີ່ 4/2 ຮອງເຮືອນສະພິວິທາຄາຣ ອຳເຄອຕຣະກາຣພິພຸລ ຈັງຫວັດອຸບຣາຣາຊານີ ສັງຄັດສຳນັກງານເຂດພື້ນທີ່ການຮຽນມັດຍມັດສິກາ ເຂດ 29 ກາດເຮືອນທີ່ 2 ປີການຮຽນ 2562 ຈຳນວນ 26 ຄົນ ຈາກ 1 ຮ້ອງ ຈຶ່ງໄດ້ຈາກການສຸ່ມແບບກຸ່ມ (Cluster Random Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มี 3 ชนิด ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 16 แผน แผนละ 1 คาบ คาบละ 50 นาที
2. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ
3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและหาคุณภาพเครื่องมือ นั้น มีขั้นตอนดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้แกนกลาง และคำอธิบายรายวิชา ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ประจำภาคเรียนที่ 2 มีทั้งหมด 3 บท ประกอบด้วย

บทที่ 1 ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน

บทที่ 2 ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม

บทที่ 3 ภาคตัดกรวย

ผู้วิจัยได้เลือก เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ซึ่งอยู่ในบทที่ 2 มาศึกษาให้เหมาะสมกับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ตาราง 7 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาย่อย สาระการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาเรียน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล

หน่วยย่อยที่	ชื่อหน่วย	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา
1	เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม	1. นักเรียนสามารถใช้สมบัติของเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มในการแก้ปัญหาได้	3
2	รากที่ n ในระบบจำนวนจริงและจำนวนจริงในรูปกรณฑ์	2. นักเรียนสามารถใช้สมบัติของรากที่ n ในการแก้ปัญหาได้	5
3	เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ	4. นักเรียนสามารถใช้สมบัติของเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะในการแก้ปัญหาได้	3

ตาราง 7 (ต่อ)

หน่วยย่อยที่	ชื่อหน่วย	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา
4	ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล	5. นักเรียนเข้าใจลักษณะของกราฟฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ 6. นักเรียนสามารถแก้สมการฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลได้	5
		รวม	16

1.2 ศึกษาวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาและจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ KWDL ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ตาราง 8 ลักษณะการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ขั้นการจัดการเรียนรู้	ลักษณะการจัดการเรียนรู้
ขั้นที่ 1 ขั้นนำ	เป็นการทบทวนความรู้ที่จำเป็นต้องใช้ในชั่วโมงนั้น ๆ
ขั้นที่ 2 ขั้นการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL	ครูดำเนินการสอนโดยยกตัวอย่างโจทย์ วิเคราะห์โจทย์ลงในตาราง KWDL พร้อมกัน ขั้นที่ K (What we Know) เป็นขั้นที่นักเรียนต้องวิเคราะห์ว่าโจทย์บอกอะไรมาบ้าง เรารู้อะไรบ้างจากโจทย์ ขั้นที่ W (What we Want to know) เป็นขั้นที่นักเรียนต้องหาว่าสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบคืออะไร และจะมีวิธีแก้ปัญหอย่างไร และยังเป็น การช่วยส่งเสริมความสามารถในการคิดแบบมีวิจารณญาณ

ตาราง 8 (ต่อ)

ชั้นการจัดการเรียนรู้	ลักษณะการจัดการเรียนรู้
	<p>ขั้นที่ D (What we Do) เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องวิเคราะห์ว่ามีวิธีใดในการแก้ปัญหาบ้าง และต้องดำเนินการตามแผนและขั้นตอนที่วางไว้โดยนักเรียนสามารถบอกประโยชน์สัญลักษณ์และขั้นตอนการแก้ไขปัญหาได้ และช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียน</p> <p>ขั้นที่ L (What we Learned) เป็นขั้นที่นักเรียนสรุปสิ่งที่ได้จากโจทย์และสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการแก้ปัญหา นักเรียนต้องสามารถบอกได้ว่าโจทย์ต้องการอะไร คำตอบที่ได้คืออะไร และได้มาอย่างไร และสามารถเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์รวมทั้งอธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหได้อย่างชัดเจน</p>
ขั้นที่ 3 ฝึกทักษะ	เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมกับสมาชิกในกลุ่ม
ขั้นที่ 4 สรุป	เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปสิ่งที่ได้จากการเรียนในช่วงเวลานั้น ๆ

1.3 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับมาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จำนวน 16 แผน แผนละ 1 คาบ คาบละ 50 นาที

ตาราง 9 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาย่อย สาระการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาเรียน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล

คาบที่	ชื่อหน่วย	จุดประสงค์การเรียนรู้
1	ทดสอบก่อนเรียน	แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2	ทบทวนความรู้ - เลขยกกำลังและกรณีที่สองในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น - ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน	นักเรียนสามารถใช้สมบัติของเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มในการแก้ปัญหได้

ตาราง 9 (ต่อ)

คาบที่	ชื่อหน่วย	จุดประสงค์การเรียนรู้
3	เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม	นักเรียนสามารถใช้สมบัติของเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มในการแก้ปัญหาได้
4	เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม	นักเรียนสามารถใช้สมบัติของเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มในการแก้ปัญหาได้
5	รากที่ n ในระบบจำนวนจริงและจำนวนจริงในรูปกรณฑ์	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนสามารถใช้สมบัติของรากที่ n ในการแก้ปัญหาได้ - ทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
6	สมบัติของรากที่สองที่ไม่เป็นจำนวนลบ	นักเรียนสามารถใช้สมบัติของรากที่ n ในการแก้ปัญหาได้
7	ค่าหลักของรากที่ n	นักเรียนสามารถใช้สมบัติของรากที่ n ในการแก้ปัญหาได้
8	สมบัติของรากที่ n / การหาผลบวกและผลต่างของกรณฑ์	นักเรียนสามารถใช้สมบัติของรากที่ n ในการแก้ปัญหาได้
9	การหาผลคูณและผลต่างของกรณฑ์	นักเรียนสามารถใช้สมบัติของรากที่ n ในการแก้ปัญหาได้
10	เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ	นักเรียนสามารถใช้สมบัติของเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะในการแก้ปัญหาได้
11	การบวก ลบ คูณ หารเลขยกกำลัง	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนสามารถใช้สมบัติของเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะในการแก้ปัญหาได้ - ทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
12	การแก้สมการที่มีเครื่องหมายกรณฑ์อันดับสอง	นักเรียนสามารถใช้สมบัติของเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะในการแก้ปัญหาได้

ตาราง 9 (ต่อ)

คาบที่	ชื่อหน่วย	จุดประสงค์การเรียนรู้
13	ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล	- นักเรียนเข้าใจลักษณะของกราฟฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ - นักเรียนสามารถแก้สมการฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลได้
14	กราฟของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล	- นักเรียนเข้าใจลักษณะของกราฟฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ - นักเรียนสามารถแก้สมการฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลได้
15	ฟังก์ชันเพิ่ม / ฟังก์ชันลด	- นักเรียนเข้าใจลักษณะของกราฟฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ - นักเรียนสามารถแก้สมการฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลได้
16	สมการฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล	- นักเรียนสามารถแก้สมการฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลได้
17	อสมการฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล	- นักเรียนสามารถแก้สมการฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลได้ - ทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
18	ทดสอบหลังเรียน	แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง พิจารณาความเหมาะสม ความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้ กับมาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง พิจารณาความเหมาะสม ความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้ กับมาตรฐานการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จำนวน 5 คน ดังนี้

1.5.1 ดร.จามรี เชื้อชัย ตำแหน่ง ศึกษานิเทศก์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขตที่ 29 วุฒិการศึกษ ปร.ด. (วิจัยและประเมินผลการศึกษา) ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการวัดและประเมินผล

1.5.2 นางสาวสิริกัลยา สุขชี ตำแหน่ง อาจารย์ สาขาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ วุฒิการศึกษ วท.ม. (สถิติประยุกต์) ผู้เชี่ยวชาญทางด้านสถิติและคณิตศาสตร์

1.5.3 นายไพรี พันธุ์สุวรรณ ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนมัธยมตระการพืชผล สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขตที่ 29 วุฒิการศึกษ ศษ.ม. (คณิตศาสตร์ศึกษา) ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์

1.5.4 นายไกรสรณ์ หินนาค ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการ โรงเรียนมัธยมตระการพืชผล สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขตที่ 29 วุฒิการศึกษ วท.ม. (คณิตศาสตร์ศึกษา) ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์

1.5.5 ดร.ธนา ฐศวีวรรณ ตำแหน่ง ศึกษานิเทศก์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขตที่ 29 วุฒิการศึกษ ปร.ด. (หลักสูตรและการสอน) ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและแผนการสอน

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้มาแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้เกิดความเหมาะสม แล้วนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมประเมินพร้อมแบบประเมินดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2553: 67-71)

เหมาะสมที่สุด	มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ	4.51 - 5.00 คะแนน
เหมาะสมมาก	มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ	3.51 - 4.50 คะแนน
ปานกลาง	มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ	2.51 - 3.50 คะแนน
น้อย	มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ	1.51 - 2.50 คะแนน
น้อยที่สุด	มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ	1.00 - 1.50 คะแนน

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญก่อนนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

1.8 นำข้อเสนอแนะที่ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาแล้วมาปรับปรุงแก้ไข แล้วนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเสี้ยววิทยาคาร ที่ไม่ใช่มกลุ่มตัวอย่าง

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ทดลองใช้แล้วมาปรับปรุงแก้ไข เป็นฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการใช้การจัดการเรียนรู้แบบ KWDL วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ มีขั้นตอนสร้าง ดังนี้

2.1 ศึกษาคำอธิบายรายวิชาและจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562

2.2 ศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากหนังสือการวิจัยเบื้องต้น (บุญชม ศรีสะอาด. 2545) และหนังสือการวัดผล การศึกษา (สมนึก ภัททิยธนี. 2555) และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ให้สอดคล้องกับเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้ ออกข้อสอบ 30 ข้อ คัดเลือกไว้ใช้จริง 20 ข้อ โดยสร้างครอบคลุมเนื้อหาและสอดคล้องกับตัวชี้วัดการเรียนรู้ กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนคือ ตอบถูก คือ 1 คะแนน ตอบผิดคือ 0 คะแนน

ตาราง 10 วิเคราะห์เนื้อหาย่อย จุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวนข้อสอบที่ออก และจำนวนข้อสอบที่ต้องการ

เนื้อหาย่อย	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ	
		ที่ออก	ที่ต้องการ
เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม	1. นักเรียนสามารถใช้สมบัติของเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มในการแก้ปัญหาคือ	8	4
รากที่ n ในระบบจำนวนจริง และจำนวนจริงในรูปกรณฑ์	2. นักเรียนสามารถใช้สมบัติของรากที่ n ในการแก้ปัญหาคือ	10	6
เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ	4. นักเรียนสามารถใช้สมบัติของเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะในการแก้ปัญหาคือ	8	4

ตาราง 10 (ต่อ)

เนื้อหาย่อย	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ	
		ที่ออก	ที่ต้องการ
ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล	5. นักเรียนเข้าใจลักษณะของกราฟฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ 6. นักเรียนสามารถแก้สมการฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลได้	10	6
	รวม	36	20

2.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องตามเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ ครอบคลุมเนื้อหาภาษาและสำนวนตามหลักการสร้างแบบทดสอบที่ดีและหาค่าความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ซึ่งเป็นการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา ดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับเนื้อหา สาระสำคัญจุดประสงค์การเรียนรู้และตัวชี้วัดการเรียนรู้

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับเนื้อหา สาระสำคัญจุดประสงค์การเรียนรู้และตัวชี้วัดการเรียนรู้

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับเนื้อหา สาระสำคัญจุดประสงค์การเรียนรู้และตัวชี้วัดการเรียนรู้

หลังจากนั้นนำมาหาค่า IOC ซึ่งถ้าได้ตั้งแต่ 0.50 – 1.00 เป็นแบบทดสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และนำมาปรับปรุงแก้ไขเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมอีกครั้ง

2.5 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วจำนวน 30 ข้อ ข้อไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 29 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบด้านค่าดัชนีความยาก (q) และค่าดัชนีอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยพิจารณาจากเกณฑ์ ค่าดัชนีความยากอยู่ระหว่าง 0.2 – 0.8 ค่าดัชนีอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 – 1.0 และค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ 0.7 – 1.0

2.6 คัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความยาก ค่าดัชนีอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นอยู่ในเกณฑ์มาเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัย จำนวน 20 ข้อ เพื่อให้เหมาะสมกับเวลาที่กำหนดไว้

2.7 จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 จำนวน 26 คน

3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีลักษณะเป็นโจทย์ปัญหาแบบเขียนตอบและแสดงวิธีการหาคำตอบ จำนวน 3 ฉบับ ฉบับละ 2 ข้อ โดยใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 20 นาที ในช่วงท้ายคาบเรียนที่ 5, 11 และ 17 ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและพัฒนาตามขั้นตอน ดังนี้

3.1 ศึกษาคำอธิบายรายวิชาและจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากเอกสารประกอบการสอน คู่มือครู และหนังสือรายวิชาเพิ่มเติมคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 2 จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อกำหนดสาระการเรียนรู้ในแบบทดสอบวัดวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ให้ครอบคลุมทั้งหมด

3.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตาราง 11 วิเคราะห์เนื้อหาย่อย จุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวนข้อสอบที่ออก และจำนวนข้อสอบที่ต้องการ

เนื้อหาย่อย	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ	
		ที่ออก	ที่ต้องการ
เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม	1. นักเรียนสามารถใช้สมบัติของเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มในการแก้ปัญหาได้	2	1

ตาราง 11 (ต่อ)

เนื้อหาย่อ	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ	
		ที่ออก	ที่ต้องการ
รากที่ n ในระบบจำนวนจริง และจำนวนจริงในรูปกรณฑ์ เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ	2. นักเรียนสามารถใช้สมบัติของรากที่ n ในการแก้ปัญหาได้	2	1
	4. นักเรียนสามารถใช้สมบัติของเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะในการแก้ปัญหาได้	4	2
ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล	5. นักเรียนเข้าใจลักษณะของกราฟฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ 6. นักเรียนสามารถแก้สมการฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลได้	4	2
	รวม	12	6

3.3 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยแสดงวิธีการหาคำตอบ จำนวน 3 ฉบับ ฉบับละ 2 ข้อ พร้อมทั้งจัดทำแนวการตอบและเกณฑ์การให้คะแนนโดยผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ตามแนวคิดของ เอนนิสและมิลล์แมน (ค.ศ. 1985) ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่กำหนดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็น 3 องค์ประกอบ (นันทธิญา สรรเสริญ, 2541: 27-29) ดังตาราง 12 และเกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังตาราง 13

พหุ ประถมศึกษา

ตาราง 12 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การประเมิน	คะแนน	พฤติกรรมที่ปรากฏ
การนิยาม และการทำให้ กระจ่าง	3	นักเรียนสามารถระบุประเด็นปัญหา เหตุผลที่ปรากฏ ตั้งคำถามที่เหมาะสม ข้อตกลงเบื้องต้นและสิ่งที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้องและสมบูรณ์
	2	นักเรียนสามารถระบุประเด็นปัญหา เหตุผลที่ปรากฏ ตั้งคำถามที่เหมาะสม ข้อตกลงเบื้องต้นและสิ่งที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้อง
	1	นักเรียนสามารถระบุประเด็นปัญหา เหตุผลที่ปรากฏ ตั้งคำถามที่เหมาะสม ข้อตกลงเบื้องต้นและสิ่งที่โจทย์กำหนดได้บางส่วน
	0	นักเรียนไม่สามารถระบุประเด็นปัญหาและสิ่งที่โจทย์กำหนดได้
การพิจารณา ตัดสินข้อมูล	3	นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ถูกต้องและสมบูรณ์
	2	นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ถูกต้อง
	1	นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้บางส่วน
	0	นักเรียนไม่สามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้
การอ้างอิงเพื่อ การแก้ปัญหา และการลงสรุป อย่างสมเหตุ สมผล	3	นักเรียนสามารถการแก้ปัญหาและสรุปผลได้ถูกต้องและสมบูรณ์
	2	นักเรียนสามารถการแก้ปัญหาและสรุปผลได้ถูกต้อง
	1	นักเรียนสามารถการแก้ปัญหาและสรุปผลได้บางส่วน
	0	นักเรียนไม่สามารถการแก้ปัญหาและสรุปผลได้

ตาราง 13 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การประเมิน	คะแนน	พฤติกรรมที่ปรากฏ
ส่วนที่ 1 K : เรารู้อะไร	2	นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์

ตาราง 13 (ต่อ)

การประเมิน	คะแนน	พฤติกรรมที่ปรากฏ
	1	นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้บางส่วนไม่สมบูรณ์
	0	นักเรียนไม่สามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้
ส่วนที่ 2 W : เราต้องการ รู้อะไร, ต้องการ ทราบอะไร	2	นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์
	1	นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้บางส่วนไม่สมบูรณ์
	0	นักเรียนไม่สามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้
ส่วนที่ 3 D : เราทำอะไร, อย่างไร	2	นักเรียนสามารถเขียนกระบวนการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์
	1	นักเรียนสามารถเขียนกระบวนการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องบางส่วน
	0	นักเรียนไม่สามารถเขียนกระบวนการแก้ปัญหาได้
ส่วนที่ 4 K : เรารู้อะไร	2	นักเรียนสามารถสรุปผลได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์
	1	นักเรียนสามารถสรุปผลได้อย่างถูกต้องบางส่วน
	0	นักเรียนไม่สามารถสรุปผลได้อย่างถูกต้อง

3.4 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้นเสนอต่อประธานและคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบพิจารณาความเหมาะสมของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

3.5 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงในเรื่องการเขียนแบบทดสอบ โดยให้ประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ซึ่งมีเกณฑ์การประเมินความสอดคล้อง ดังนี้ (สมบัติ ท้ายเรือคำ. 2551: 20)

- +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
- 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
- 1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่สามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

จากนั้นผู้วิจัยนำมาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสม และทำการคัดเลือกข้อสอบที่มีความเหมาะสม โดยพิจารณาแบบทดสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

3.6 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับสมบูรณ์ที่ได้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

ขั้นตอนดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบแผนการทดลอง

ผู้วิจัยใช้แบบแผนการทดลองแบบ Randomized Control-group Pretest – Posttest Design (ชูศรี วงศ์รัตน์ และองอาจ นัยพัฒน์. 2551: 44-45) โดยออกแบบการดำเนินการกับกลุ่มตัวอย่าง โดยมีแบบแผนการทดลองดังตาราง 14

ตาราง 14 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	ทดสอบก่อนเรียน	รูปแบบการจัดการเรียนรู้	ทดสอบหลังเรียน
E	T ₁	X	T ₂

E หมายถึง นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

X หมายถึง รูปแบบการจัดการเรียนรู้

T₁ หมายถึง ทดสอบก่อนเรียน

T₂ หมายถึง ทดสอบหลังเรียน

2. การดำเนินการทดลองเก็บรวบรวมข้อมูล

เมื่อสร้างเครื่องมือฉบับสมบูรณ์เรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้นำไปทดลองกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนสะพือวิทยาคาร จำนวน 26 คน ดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ดำเนินการทดสอบก่อนเรียนกับกลุ่มตัวอย่าง ใช้เวลา 1 คาบ โดยใช้เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL

เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระยะเวลา 16 คาบ และเก็บคะแนนจากการประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม การทำใบงานและแบบทดสอบย่อย ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อนำผลไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้

3. นำแบบทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มาทำการทดสอบโดยใช้เวลา 20 นาที ในช่วงท้ายคาบเรียนที่ 5, 11 และ 17 เพื่อใช้ประเมินความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4. ดำเนินการทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งเป็นข้อสอบคู่ขนานกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียน ใช้เวลา 1 คาบ

5. นำแบบทดสอบหลังเรียนและแบบทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. วิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ

2.1 วิเคราะห์ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยคำนวณค่า E_1 และ E_2

2.2 วิเคราะห์ประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL ด้วยสูตร

คำนวณค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.)

2.3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล กับเกณฑ์ โดยใช้สถิติสำหรับการวิเคราะห์แบบ one - sample t-test

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติสำหรับการวิเคราะห์แบบ one - sample t-test

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้สถิติวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่

1.1 ร้อยละ (Percentage) โดยใช้สูตร (สมบัติ ห้ายเรือคำ. 2553: 123)

$$P = \frac{f}{n} \times 100$$

เมื่อ P แทน ร้อยละ
f แทน จำนวนของสิ่งที่ต้องการเปรียบเทียบ
n แทน จำนวนเต็มของสิ่งที่ต้องการเปรียบเทียบ

1.2 ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) โดยใช้สูตร (อรนุช ศรีสะอาด. 2550 : 81)

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

เมื่อ \bar{x} แทน ค่าเฉลี่ย
 x_i แทน คะแนนของข้อมูล
n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมดจากกลุ่มตัวอย่าง

1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยใช้สูตร (สมนึก ภัททิยธนี. 2551: 250)

$$S = \sqrt{\frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
x แทน ค่าของข้อมูลแต่ละตัว
 $\sum x$ แทน ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมดจากกลุ่มตัวอย่าง

2. วิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ

2.1 การหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยคำนวณค่า E_1 / E_2 ดังนี้

$$E_1 = \frac{\sum x}{N} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทุกส่วน

N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

A แทน คะแนนเต็มของทั้งหมด

$$E_2 = \frac{\sum y}{N} \times 100$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum y$ แทน ผลรวมของคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2 การหาค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL ด้วยสูตร
คำนวณค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) (เผชัญ กิจระการ และสมนึก ภัททิยธนี. 2545: 31) ดังนี้

$$E.I. = \frac{P_2 - P_1}{\text{Total} - P_1}$$

เมื่อ E.I. แทน ดัชนีประสิทธิผล

P_1 แทน ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน

P_2 แทน ผลรวมของคะแนนหลังเรียนทุกคน

Total แทน ผลคูณของจำนวนนักเรียนกับคะแนนเต็ม

2.3 การหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (สมบัติ ท้ายเรือคำ. 2553: 111) ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
 $\sum R$ แทน ผลรวมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.4 การหาค่าความยากง่าย (P) ของข้อสอบโดยใช้สูตร (สมบัติ ท้ายเรือคำ. 2553: 92)

ดังนี้

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

เมื่อ P แทน ค่าความยาก
 R แทน จำนวนผู้ตอบถูกทั้งหมด
 N แทน จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

2.5 การหาค่าอำนาจจำแนก (B) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้วิธีของเบรนนาน (Brennan) (สมบัติ ท้ายเรือคำ. 2553: 93) ดังนี้

$$B = \frac{U}{N_1} - \frac{L}{N_2}$$

เมื่อ B แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
 U แทน จำนวนคนรอบรู้หรือสอบผ่านเกณฑ์ที่ตอบถูก
 L แทน จำนวนคนไม่รอบรู้หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตอบถูก
 N_1 แทน จำนวนคนรอบรู้หรือสอบผ่านเกณฑ์
 N_2 แทน จำนวนคนไม่รอบรู้หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์

2.6 การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้วิธีของ Lovett (สมบัติ ท้ายเรือคำ. 2555 : 110) ดังนี้

$$r_{cc} = \frac{k \sum x_i - \sum x_i^2}{(k-1) \sum (x_i - c)^2}$$

เมื่อ	r_{cc}	แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์
	k	แทน จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบทั้งฉบับ
	x_i	แทน คะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคน
	c	แทน คะแนนเกณฑ์หรือคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบ

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติสำหรับการวิเคราะห์แบบ one - sample t-test (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2550: 133-134)

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}} \quad \text{โดย } df = n - 1$$

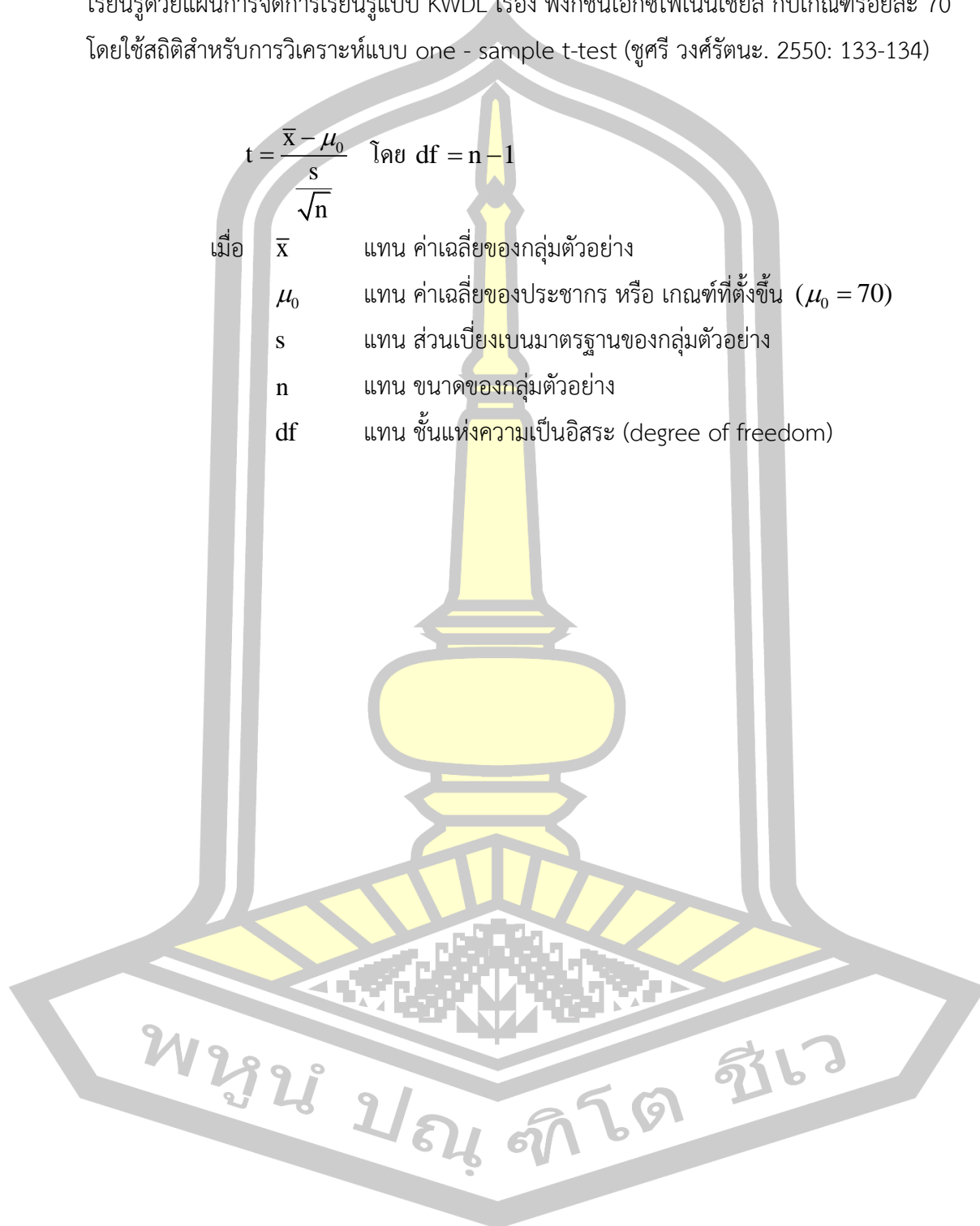
เมื่อ	\bar{x}	แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	μ_0	แทน ค่าเฉลี่ยของประชากร หรือ เกณฑ์ที่ตั้งขึ้น ($\mu_0 = 70$)
	s	แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	n	แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
	df	แทน ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (degree of freedom)

พหุ ประถมศึกษา

3.2 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติสำหรับการวิเคราะห์แบบ one - sample t-test (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2550: 133-134)

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}} \quad \text{โดย } df = n - 1$$

เมื่อ	\bar{x}	แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	μ_0	แทน ค่าเฉลี่ยของประชากร หรือ เกณฑ์ที่ตั้งขึ้น ($\mu_0 = 70$)
	s	แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	n	แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
	df	แทน ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (degree of freedom)



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการแปลผลข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดความหมายของสัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนของกลุ่มตัวอย่าง
k	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบ
\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ย (Mean)
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
E.I.	แทน	ดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index) ของการจัดการเรียนรู้
t	แทน	สถิติที่ใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤติในการแจกแจงแบบ t (t-distribution) เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
p	แทน	ค่าความน่าจะเป็นของระดับนัยสำคัญทางสถิติ

ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยนั้นได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนจัดการเรียนรู้แบบ KWDL เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 โดยการใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและร้อยละ

ตอนที่ 2 วิเคราะห์หาค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตอนที่ 3 วิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตอนที่ 4 วิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแบบมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนจัดการเรียนรู้แบบ KWDL เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 โดยการใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและร้อยละ โดยผู้วิจัยนั้นได้หาค่าประสิทธิภาพของแผนจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแบบมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยคำนวณหาค่า E_1 จากพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม การทำแบบฝึกหัด แบบทดสอบย่อย ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL จำนวน 8 แผน และหาค่า E_2 จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL ดังปรากฏในตาราง 15

ตาราง 15 ประสิทธิภาพของแผนจัดการเรียนรู้แบบ KWDL เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

ประสิทธิภาพ	คะแนนเต็ม	จำนวนนักเรียน	แผนจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL		
			\bar{X}	S.D.	ร้อยละ
E_1	264	26	204.81	11.78	77.58
E_2	20	26	14.73	3.29	73.85
ประสิทธิภาพของแผน			E_1/E_2 เท่ากับ 77.58/73.85		

จากตาราง 15 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL มีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบฝึกหัด แบบทดสอบย่อย และพฤติกรรมระหว่างเรียนในแต่ละแผนทั้ง 8 แผนเท่ากับ 204.81 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 11.78 คิดร้อยละ 77.58 และคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 14.73 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.29 คิดเป็นร้อยละ 73.85 ดังนั้น แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL มีประสิทธิภาพของกระบวนการ/ผลลัพธ์เท่ากับ 77.58/73.85

ตอนที่ 2 วิเคราะห์หาค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้วิจัยนั้นได้หาค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL โดยคำนวณหาค่า E.I. ดังปรากฏในตาราง 16

ตาราง 16 การหาค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผลคูณของจำนวนนักเรียนกับคะแนนเต็ม	แผนจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL		
	ผลรวมของคะแนนหลังเรียน	ผลรวมของคะแนนก่อนเรียน	E.I.
26 × 20	384	258	0.4809

จากตารางที่ 16 พบว่า ค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL เท่ากับ 0.4809 แสดงว่าหลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนคิดเป็นร้อยละ 48.09

ตอนที่ 3 วิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยผู้วิจัยได้เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL โดยใช้วิธีการทางสถิติวิเคราะห์แบบ one sample t-test ปรากฏดังตารางที่ 17

ตาราง 17 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL กับเกณฑ์ร้อยละ 70

	<i>n</i>	<i>k</i>	\bar{x}	<i>S.D.</i>	μ_0 (70%)	<i>t</i>	<i>p</i>
ความสามารถในการคิดอย่างมี วิจารณญาณ	26	18	13.42	2.807	12.6	1.495*	0.0736

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1

จากตาราง 17 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.42 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.807 และค่า $t = 1.495$

ตอนที่ 4 วิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL กับ

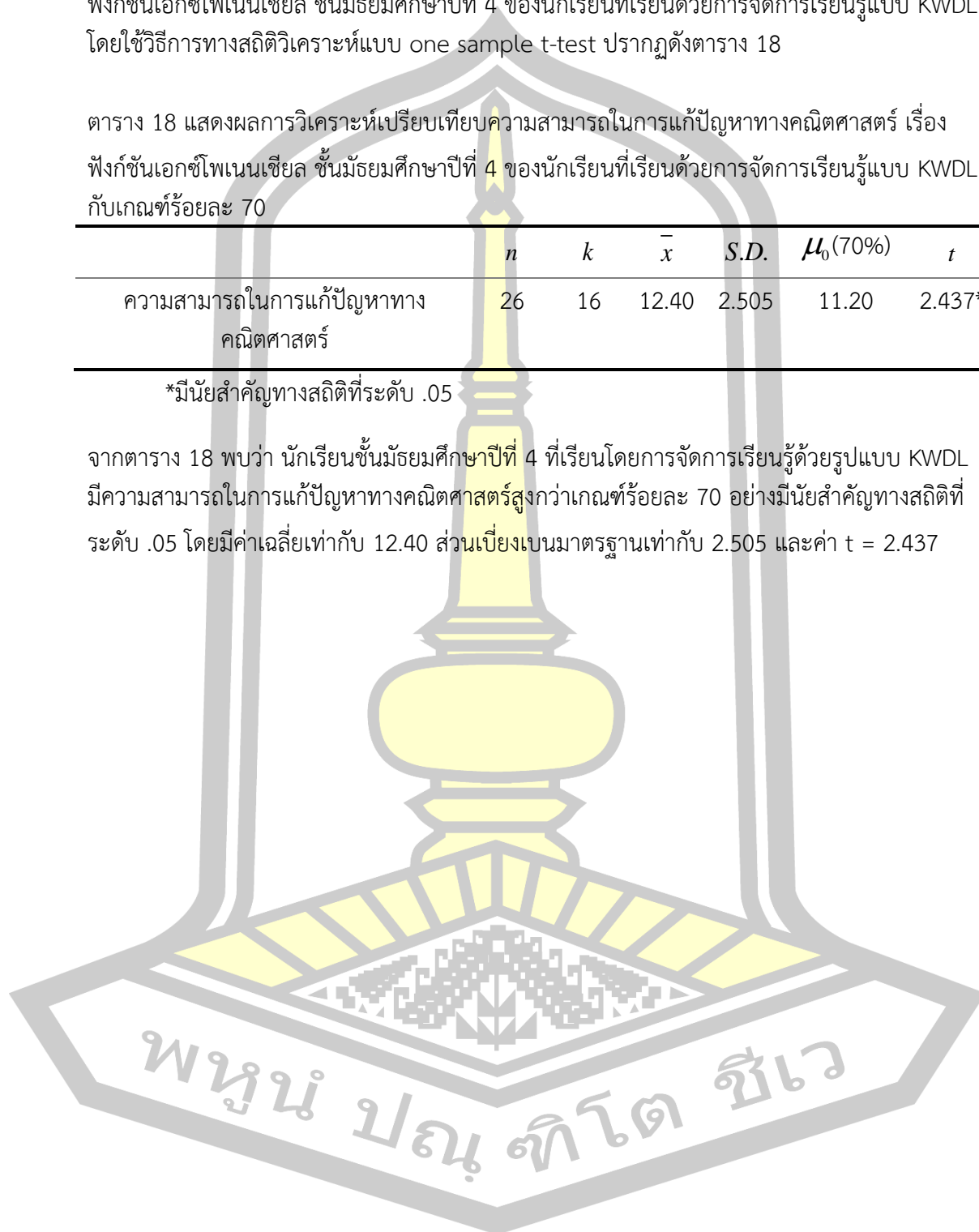
เกณฑ์ร้อยละ 70 โดยผู้วิจัยได้เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL โดยใช้วิธีการทางสถิติวิเคราะห์แบบ one sample t-test ปรากฏดังตาราง 18

ตาราง 18 แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL กับเกณฑ์ร้อยละ 70

	n	k	\bar{x}	$S.D.$	$\mu_0(70\%)$	t	p
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	26	16	12.40	2.505	11.20	2.437*	0.0111

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 18 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.40 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.505 และค่า $t = 2.437$



บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าและสรุปผลตามลำดับ ดังนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. สรุปผล
3. อภิปรายผล
4. ข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70
2. เพื่อหาดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL กับเกณฑ์ร้อยละ 70
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL กับเกณฑ์ร้อยละ 70

สรุปผล

ในการวิจัยผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยตามความมุ่งหมาย ดังนี้

1. ผลการพัฒนาแผนจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 77.58/73.85 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 ที่ตั้งไว้
2. ผลการศึกษาแผนจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ 4 นั้นมีดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.4809 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนคิดเป็นร้อยละ 48.09

3. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1

4. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ระดับนัยสำคัญ .05

อภิปรายผล

จากการทดลอง สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ผลการพัฒนาแผนจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 77.58 /73.58 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 70/70 หมายความว่าประสิทธิภาพของกระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL โดยคะแนนได้จากคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดที่ได้จากพฤติกรรมการทำงาน การทำแบบฝึกหัด แบบทดสอบย่อย ใบกิจกรรม ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบ KWDL ทุกแผนรวมกันมีค่า 77.58 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ โดยคะแนนได้จากนักเรียนทำได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL มีค่า 73.58 จึงกล่าวได้ว่าแผนจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และนำไปใช้สอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย จิราภรณ์ อุปภา (2554: 86-91) ซึ่งทำการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ผลการวิเคราะห์พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพกระบวนการ/ผลลัพธ์ 84.29/83.04 และได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1 ระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย ชัยพียะห์ สาและ (2561: 68) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL เรื่องค่ากลางของข้อมูล ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง

กว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย รุจิอร รักใหม่ (2557: 62) การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องลำดับและอนุกรม โดยใช้เทคนิค KWDL ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและอนุกรม ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ปกติ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 และนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและอนุกรม ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 มากกว่าร้อยละ 70 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัย สุวิมล ใจบุญ (2562) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ KWDL เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบระคน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่มีประสิทธิภาพ 62.38/80.95 โดยได้คะแนนระหว่างเรียนซึ่งเป็นคะแนนจากแบบฝึกหัด รวมเฉลี่ย 31.19 จากคะแนนเต็ม 50 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 62.38 แสดงว่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E1) เท่ากับ 62.38 และคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน โดยการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ KWDL เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบระคน โดยรวมเฉลี่ย 62.38 คิดเป็นร้อยละ 80.95 แสดงว่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E2) เท่ากับ 80.95 แสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้โดยการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ KWDL เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหา การบวก ลบระคน มีประสิทธิภาพเท่ากับ 62.38/80.95

ในการพัฒนาแผนจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่พัฒนาขึ้นได้ผ่านการพัฒนาอย่างมีระบบและวิธีการที่เหมาะสม กล่าวคือก่อนการพัฒนาแผนจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL ได้ผ่านการศึกษาหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนสະພິວິทยาการ พุทธศักราช 2561 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รวมทั้งวิเคราะห์เนื้อหาที่นำมาใช้ในการวิจัย แผนการจัดการเรียนรู้ได้ผ่านการแก้ไขข้อบกพร่องตามข้อเสนอแนะของคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ ด้านการวัดผลประเมินผล และด้านเนื้อหา ได้ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL ได้ค่าเฉลี่ยโดยรวม 4.74 เมื่อเทียบกับการประเมินแล้ว มีระดับความเหมาะสมมาก การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL นั้นเน้นผู้เรียนได้ฝึกการคิดอย่างเป็นระบบ มีแบบแผน และนักเรียนเกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์ที่โจทย์เป็นขั้นตอนเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2. ผลการศึกษาแผนจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 นั้นมีดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.4809 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนเพิ่มขึ้นคิด

เป็นร้อยละ 48.09 สอดคล้องกับงานวิจัย รุจิธร รักใหม่ (2557: 62) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องลำดับและอนุกรม โดยใช้เทคนิค KWDL สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า ค่าดัชนีประสิทธิผลของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและอนุกรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL มีค่าเท่ากับ 0.7480 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ คิดเป็นร้อยละ 74.80 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย สุภาพร นามไธสง (2562) ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL เรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละที่มีผลต่อทักษะการแก้ปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL เรื่อง การประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีทักษะการแก้ปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ เพิ่มขึ้นหรือคิดเป็นร้อยละ 87.00 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย สุกันยา ศรีสุธรรม (2556) ได้ทำวิจัยเรื่อง ผลของการใช้คู่มือการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมกลุ่มร่วมกับเทคนิค KWDL เพื่อส่งเสริมพฤติกรรมความร่วมมือ ความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า 1) ดัชนีประสิทธิผล ของคู่มือการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมกลุ่มร่วมกับเทคนิค KWDL มีค่าเท่ากับ 0.60 แสดงว่า ผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 60 2) พฤติกรรมความร่วมมือ ความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยคู่มือการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมกลุ่มร่วมกับเทคนิค KWDL สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 3) พฤติกรรมความร่วมมือ ความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่างกัน คะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL กับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่านักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL มีคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เฉลี่ยเท่ากับ 13.42 คิดเป็นร้อยละ 74.57 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย สุภาพ ไสรส (2555: 80) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL และเทคนิค SSCS ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และสอดคล้องกับงานวิจัย อลงกรณ์ ดำรงไทย (2563) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้คณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (open Approach) ร่วมกับเทคนิค KWDL ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเฉลี่ยเท่ากับ 25.44 คิดเป็นร้อยละ 84.79 ของคะแนนเต็ม และมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 97.43 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และสอดคล้องกับงานวิจัย ชัยยุทธ ธรรมประชา และศักดิ์ดา น้อยนาง (2561) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ในห้องเรียนแบบกลับด้านที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง สถิติและการวิเคราะห์ข้อมูล ผลการวิจัยพบว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ในห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) สูงกว่านักเรียนที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL กับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่านักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เฉลี่ยเท่ากับ 12.40 คิดเป็นร้อยละ 77.48 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย สุภาพร ปันทอง (2554) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการและเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ รูปแบบ SSCS และการสอนโดยใช้เทคนิค KWDL ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยรูปแบบ SSCS และการสอนโดยใช้เทคนิค KWDL มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ หลังได้รับการจัดการสอนโดยรูปแบบ SSCS และการสอนโดยใช้เทคนิค KWDL มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 32.46 และ 32.31 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 81.15 และ 80.76 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัย มะลิวัลย์ ศรีบานชื่น (2554: 63) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียน

โดยจัดการเรียนรู้แบบ KWDL มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดเป็นร้อยละ 71.90 และ 76.67 ตามลำดับ สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยจัดการเรียนรู้แบบปกติ ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดเป็นร้อยละ 57.67 และ 59.10 ตามลำดับ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ KWDL มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .0001$) และสอดคล้องกับงานวิจัย จันจิรา หมุดหัววัน (2552: 131) ได้ทำวิจัยการศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์และ ความสามารถในการทำงานกลุ่ม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบ ร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับเทคนิค KWDL ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับเทคนิค KWDL มีความสามารถในการแก้ โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสอดคล้องกับงานวิจัย สุภาพร นามไธสง (2563) ได้ศึกษาการจัดการจัดการเรียนรู้อยู่ด้วยเทคนิค KWDL เรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วน และร้อยละที่มีผลต่อทักษะการแก้ปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า ก่อนการจัดการจัดการเรียนรู้อยู่ด้วยเทคนิค KWDL คะแนนสูงสุดเท่ากับ 11 คะแนน คะแนนต่ำสุดเท่ากับ 4 คะแนน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.08 คิดเป็นร้อยละ 30.44 ส่วนหลังใช้การ จัดกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ด้วยเทคนิค KWDL คะแนนสูงสุดเท่ากับ 20 คะแนน คะแนนต่ำสุดเท่ากับ 12 คะแนน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.26 คิดเป็นร้อยละ 81.32 หลังการใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้อยู่ด้วย เทคนิค KWDL สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ สูงกว่าก่อนใช้การจัดการจัดการเรียนรู้อยู่ด้วยเทคนิค KWDL อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัย ปันตดา กุลบุตร (2559) ได้ศึกษา การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้เทคนิค KWDL โรงเรียนทุ่งศรีอุดม จังหวัดอุบลราชธานี ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 โดยชุดที่ 1 มี คะแนนเฉลี่ย 11.97 จากคะแนนเต็ม 16 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.82 ชุดที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ย 13.29 จากคะแนนเต็ม 16 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 83.90 ชุดที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ย 11.24 จากคะแนนเต็ม 16 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 70.22

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1.1 การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL ครูควรเน้นย้ำความหมายของขั้น K ขั้น W ขั้น D และขั้น L ว่าแต่ละขั้นต้องเขียนอย่างไร และชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจถึงการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบ KWDL ก่อนจัดการเรียนการสอน

1.2 ในการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบ KWDL ครูต้องเน้นให้นักเรียนคิดตามขั้นตอน ห้ามข้ามหรือตัดขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง เพื่อปลูกฝังให้นักเรียนคิดอย่างเป็นระบบ เป็นขั้นตอน เพื่อให้ นักเรียนมีทักษะในการทำงานอย่างเป็นระบบ ดังนั้นครูต้องอดทนไม่รีบเฉลยคำตอบ เพราะจะทำให้ นักเรียนไม่คิดตามลำดับขั้นตอน จะทำให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนไม่ได้ผลเท่าที่ควร

1.3 ในการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบ KWDL ครูต้องบริหารจัดการเวลาในชั้นเรียนให้เหมาะสม มีความยืดหยุ่น และใช้คำถามปลายเปิด เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกคิดตามขั้นตอนอย่างเป็นระบบ

1.4 ควรให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่หลากหลาย เพื่อให้เกิดความชำนาญในการแก้โจทย์ ปัญหาได้อย่างถูกต้องรวดเร็ว

1.5 ในการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบ KWDL ควรเพิ่มสื่อหรือกิจกรรมที่หลากหลาย เพื่อให้นักเรียนเข้าใจในขั้นตอนของรูปแบบ KWDL และนักเรียนสนใจในวิชาคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น

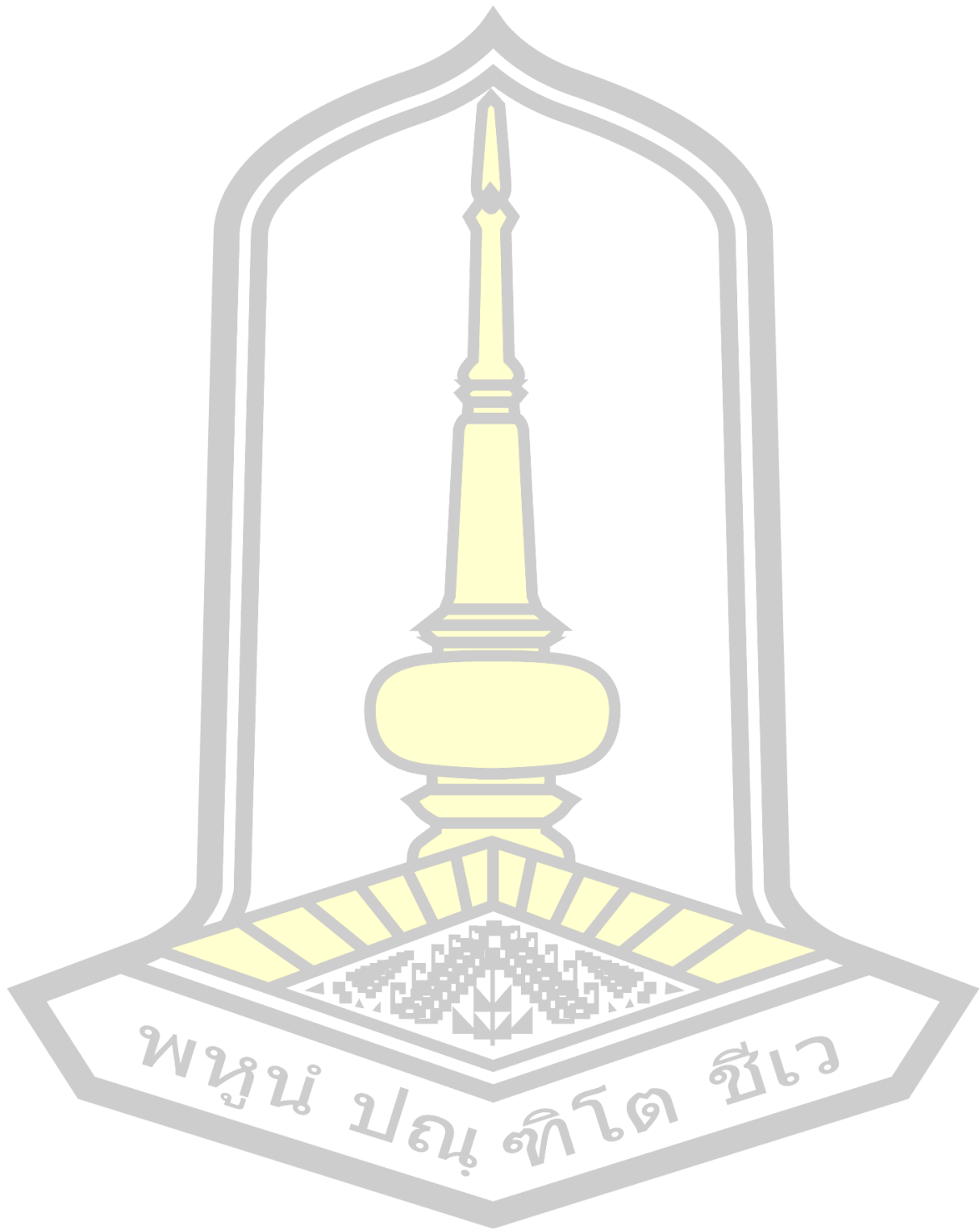
2. ข้อเสนอแนะในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษามผลการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในระดับชั้นอื่น ๆ

2.2 ควรศึกษาเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ KWDL และวิธีการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบอื่นๆ เช่น การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค STAD การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (open Approach) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

2.3 ควรศึกษาความคงทนของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบ KWDL

บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. **หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา. 2544.
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. **การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา. 2545.
- กระทรวงศึกษาธิการ. **หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- บุญชม ศรีสะอาด. **การพัฒนาการสอน**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก. 2541.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. **การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง**. กรุงเทพฯ: ต้นอ้อ. 2542
- ไพศาล วรคำ. **การวิจัยทางการศึกษา**. มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์. 2552.
- ยุพิน ยืนยง. **การนิเทศแบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อพัฒนาสมรรถภาพการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ของครูผู้สอนคณิตศาสตร์**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ. บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยศิลปากร. 2549.
- จิราภรณ์ อุภา. **ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา. บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. 2554.
- ซัพฟิยะห์ สาและ. **ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL เรื่องค่ากลางของข้อมูล ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**. วิทยานิพนธ์วิทยาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา. คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยบูรพา. 2559.
- จินดารัตน์ แก้วพิกุล. **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี และความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงแนวคิด และการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น**. ปริญญาโท กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. 2554.
- สุภาพ โสรส. **การเปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL และเทคนิค SSCS ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา. บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. 2555.

- จิรวาณี เกษี. ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ SSCS เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์. การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาหลักสูตรและการสอน. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 2560.
- เบญจมาศ ฉิมมาลี. ผลการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบแนวทางการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของปลายวิถึลิกที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์. ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาการศึกษาคณิตศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2550.
- รุจิอร รักใหม่. การศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและอนุกรม ด้วยเทคนิค KWDL สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสตรีพิบูลย์ จังหวัดพัทลุง. วิทยานิพนธ์. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา. มหาวิทยาลัยบูรพา. 2557.
- พรวิภา แสงสว่าง. การพัฒนาบทเรียนมัลติมีเดียออนไลน์แบบสถานการณ์จำลองร่วมกับเทคนิค KWDL ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดไร่ขิง (สุนทรอุทิศ). วิทยานิพนธ์. ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา. มหาวิทยาลัยศิลปากร. 2560.
- ปนัดดา กุลบุตร. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้เทคนิค KWDL โรงเรียนทุ่งศรีอุดม จังหวัดอุบลราชธานี. วิทยานิพนธ์. ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2557.
- สุบงกช ขำขันมะล. ผลการใช้แผนและการจัดการเรียนรู้ เรื่องการหาพื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประกอบการจัดกิจกรรมแบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับเทคนิค KWDL. วิทยานิพนธ์. ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน. มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์. 2555.
- เบญจวรรณ ดาบทอง. การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยวิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์. การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวิจัยและประเมิน. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 2561.

- สมมาศ ชุมสิงห์. การประเมินความแตกต่างประสบการณ์และผลการเรียนรู้ เรื่อง การแก้ไขปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค KWDL กับการจัดการเรียนรู้ปกติ. วิทยานิพนธ์. ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. 2559.
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. การสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว. 2544.
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์. 2544.
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.). 2551.
- ชวาล แพ้ตุ๊ก. เทคนิคการวัดผล. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2516
- ทิตินา แคมมณี และคณะ. วิทยาการด้านการคิด. กรุงเทพฯ : เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมนเนจเม้นท์. 2544.
- คันสนีย์ ฉัตรคุปต์ และอุษา ชูชาติ. ฝึกสมองให้คิดอย่างมีวิจารณญาณ. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2544.
- สมนึก ภัททิยธนี. เทคนิคการสอนและรูปแบบการเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบ วิชาคณิตศาสตร์เบื้องต้น. ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา. คณะศึกษาศาสตร์. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 2547.
- สมนึก ภัททิยธนี. การวัดผลการศึกษา. ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา. คณะศึกษาศาสตร์. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 2549.
- สมบัติ ท้ายเรือคำ. ระเบียบวิธีวิจัยสำหรับมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 4. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 2553.
- สมศักดิ์ สินธุระเวชชัย. กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช. 2544.
- สิริพร ทิพย์คง. การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542. วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์. มกราคม 2543.
- สุนทร สุนันท์ชัย. รากฐานและวิธีการของนิรมิตนิยม (Constructivism) โครงการพัฒนาศูนย์พัฒนาศึกษา. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2540.
- กรมวิชาการ. การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์. 2544 ก.

- กำจร มณีแกว. ผลของการสอนโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียงที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิต สังกัดสำนักงานสภาพัฒนาการศึกษาระดับมัธยมศึกษา. วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์มหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2539.
- บุญชม ศรีสะอาด. การวิจัยทางการวัดผลและประเมินผล. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก. 2550.
- บุญชม ศรีสะอาด. การวิจัยเบื้องต้นฉบับปรับปรุงใหม่. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น. 2545
- ตติมา คงเมือง. การส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการวาดแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์. ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2554.
- ชวาล แพ้ตกุล. เทคนิคการวัดผล. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์. 2526.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ การพัฒนาทักษะการคิดคำนวณของนักเรียนระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2538.
- พิชิต ฤทธิ์จรูญ. หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: เฮาส์ออฟเคอร์มีส์. 2545
- ไพศาล หวังพานิช. การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช. 2526.
- เมธา พงศ์ศาสตร์. การสอนคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา. มหาสารคาม: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน. คณะศึกษาศาสตร์. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 2549.
- ยุพิน พิพิธกุล. การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการมัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2530.
- ยุพิน พิพิธกุล. การเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์. 2542.
- รสอุบล ธรรมพานิชวงศ์. ผลของการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์. ครุศาสตร์มหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2545.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. ประกาศผลสอบ O-Net ป.6 และ ม.3 ปการศึกษา 2557. 5 กรกฎาคม 2558.
- สุภาพ ปิ่นทอง. การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องอสมการและเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS และการสอนโดยใช้เทคนิค KWDL. ปรินญานิพนธ์. การศึกษามหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. 2554.

- สุภาพ โสรส. การเปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL และเทคนิค SSCS ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง. วิทยานิพนธ์. การศึกษามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 2555.
- Bell. F.H. **Teaching and learning Mathematics in Secondary School.** Dubuque. Iowa : Wm.c. Brown Company Publisher, 1984.
- Beyer, Barry K. **Critical Thinking.** Bloomington: Phi Delta Kappa Educational Foundation. 1995.
- Bloom. **B. S. Taxonomy of Educational Objective: Book 1.** Cognitive Domain. New York: Longman. 1961.
- Bruner, J. J. and G.A. Austin. **A Study of Thinking.** New York: Science Edition. 1971.
- Carroll, J. B. **The Carroll Model A 25-Year Retrospective and Prospective View.** Education Researcher. 18(1) : 26-31 ; March. 1989.
- Ennis, R. H. **A Logical Basic for Measuring Critical Thinking Skills.** Educational Leadership. 43 : 45-48 ; October. 1985.
- Gabriel Ferrate. **The Open University of Catalonia.** A Dedicated Distance Teaching University on a Virtual Campus. 18th World ICDE Conference. 1997.
- Gagne, R. M. **The Conditions of Learning.** 2nd ed. New York: McGraw – Hill Book Company, Inc. 1970.
- Good, Carter V. **Dictionary of Education.** New York: McGraw-Hill. Book Company. 1973.
- Hilgard. E.R. **Introduction of Psychology.** New York: Harcourt Brace and World Inc., 1962.
- Hudgins, Bryce B. **Learning and Thinking.** Illinois: P.E. Peacock Publishers. Inc., 1977.
- Jonathan Pitt and Kirkwood Kristian. **How Can I Improve Junior Level Athematics Achievement Using Constructivism ?.** Nipissing University.
- Krulik, Stephen and Jesse A. Rudnick. **Reasoning and Problem Solving : A Handbook For Elementary School Teacher.** Massachusetta: Allyn and bacon. 1993.

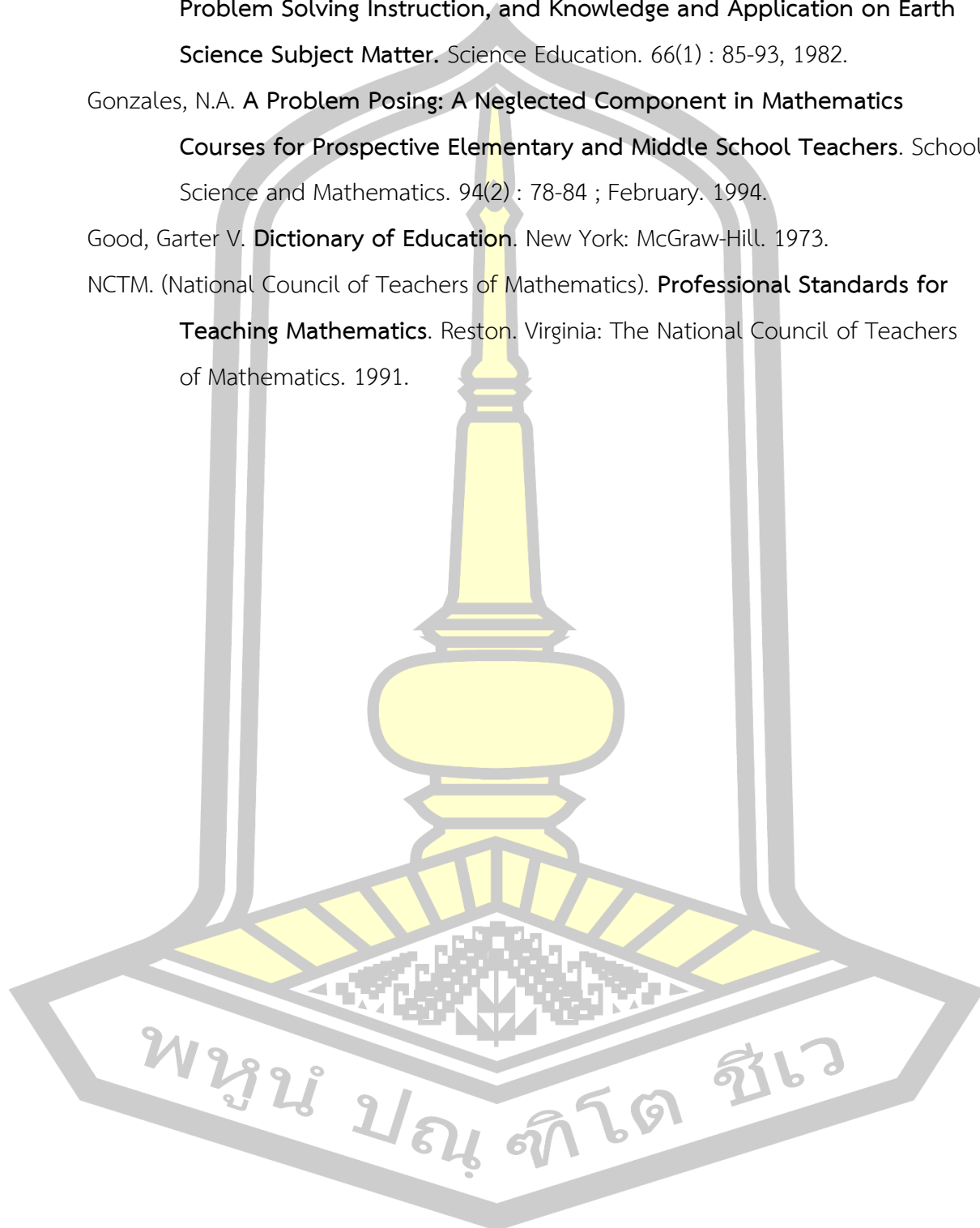
- McCarthy, Mary-Claire. **Critical Thinking Disposition, Belief Perspective and Academic Performance: Examining Relationships.** Dissertation Abstracts International. 65(2) : 399-A ; August. 2004.
- Ogle, D.M. **K-W-L Teaching Model that Develop Active Reading of Expository Text.** Reading Teacher. 39 : 564-570 ; February 1986.
- Piaget, J. and B. Inhelder. **The Growth of Logic: From Childhood to Adolescence.** New York: Basic Books. 1964.
- Piaget, J. **The Originals of Intelligence in Children.** New York: W.W.Norton. 1962
- Poya, G. **How to Solve a New Aspect of Mathematical Method.** 2nd ed. New Jersey: Princeton University Press. 1957.
- Wade, C. **Using Writing to Develop and Assess Critical Thinking.** Teaching of Psychology. 22(1) : 24-28 ; February 1995.
- Watson, G. and E.M. **Glaser Watson-Glaser. Critical Thinking Appraisal Manual.** New York: Harcourt, Brace and World, Inc., 1964.
- Zhang Fengjuan. **The Integration of the Know-Want-Learn (KWL) Strategy into English Language Teaching for Non-English Majors.** Chinese Journal of Applied Linguistics (Bimonthly). 33(4) : 78 ; April, 2010.
- Bell, Frederick H. **Teaching and Learning Mathematics (in Secondary Schools).** Dubuque, Iowa: Wm. C. Brown. 1984.
- Bitter, Gray G. **Mathematics Methods for the Elementary and Middle School: A Comprehensive Approach.** Boston: Allyn and Bacon. 1990.
- Branca, N.A. **Problem Solving as a Goal, Process and Basic Skill.** In Krulik S. and Reys R.E. (eds.), Problem Solving in School Mathematics: Yearbook. Reston, VA: NCTM, 1980.
- Bransford, G. and J. Stains. **Reassessing the Role of Collaboration Writing in Advanced Composition.** 1984.
- Charle, S. and others. **How to Evaluate Progress in Problem Solving.** Reston. VA: NCTM. 1987.
- Charles, R.L. and K.L. Frank. **Teaching Problem Solving What Why and How.** New York : Dale Seymour Publications. 1982.
- Charles, R.L. **The Role of Problem Solving.** New York: Arithmetic Teacher 22. 1985.

Chiappetta, E.L. and J.M. Russell. **The Relationship Among Logical Thinking, Problem Solving Instruction, and Knowledge and Application on Earth Science Subject Matter.** *Science Education.* 66(1) : 85-93, 1982.

Gonzales, N.A. **A Problem Posing: A Neglected Component in Mathematics Courses for Prospective Elementary and Middle School Teachers.** *School Science and Mathematics.* 94(2) : 78-84 ; February. 1994.

Good, Garter V. **Dictionary of Education.** New York: McGraw-Hill. 1973.

NCTM. (National Council of Teachers of Mathematics). **Professional Standards for Teaching Mathematics.** Reston. Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics. 1991.



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นายสิทธิวัฒน์ ทูลภิรมย์
วันเกิด 3 กันยายน พ.ศ.2534
สถานที่เกิด อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ
สถานที่อยู่ปัจจุบัน 44/25 ถนนศรีวิเศษ ตำบลเมืองเหนือ อำเภอเมือง
จังหวัดศรีสะเกษ 33000
ตำแหน่งหน้าที่การงาน ข้าราชการครู
สถานที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนสะพือวิทยาคาร
ตำบลสะพือ อำเภอตระการพืชผล
จังหวัดอุบลราชธานี
ประวัติการศึกษา พ.ศ.2549 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย
อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ
พ.ศ.2552 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย
อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ
พ.ศ.2558 ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ.)
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ
พ.ศ.2564 ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.)
สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พูน ปณ ทัโต ชีเว