



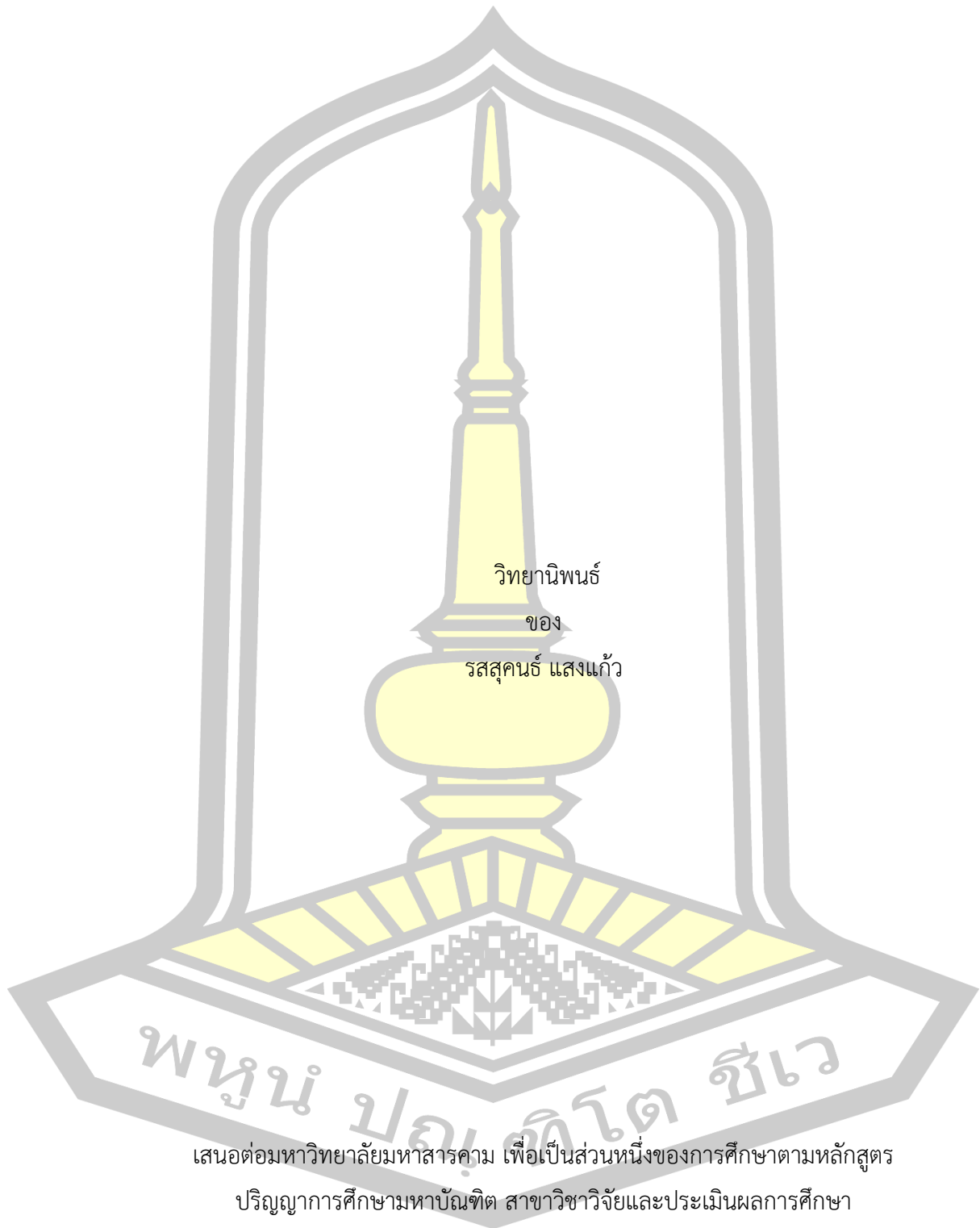
การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

วิทยานิพนธ์
ของ
รศสุคนธ์ แสงแก้ว

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา
สิงหาคม 2562

สงวนลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



วิถยานิพนธ์
ของ
รศสุคนธ์ แสงแก้ว

พูนุ่ ปญุ่ติโต ชีเว

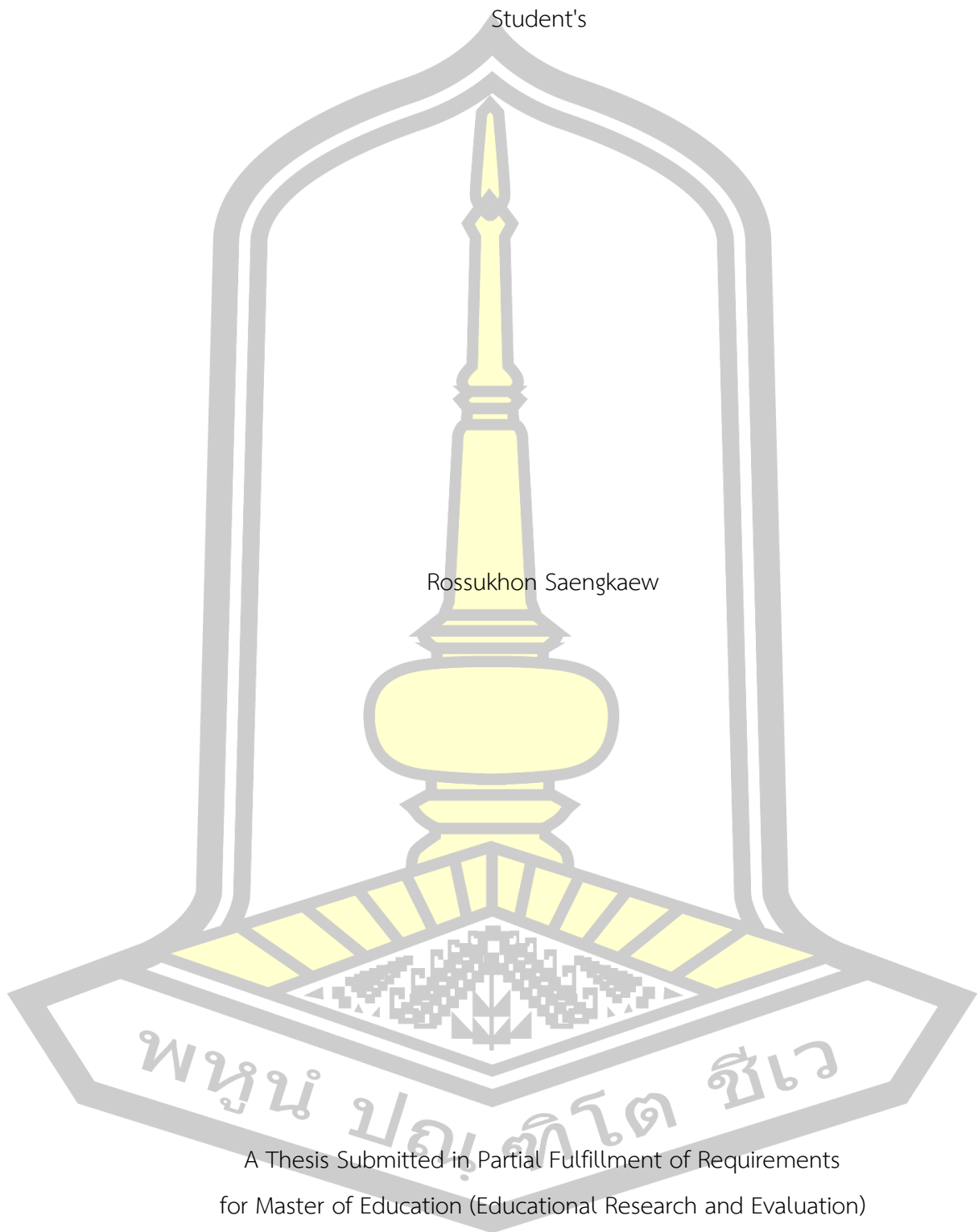
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา

สิงหาคม 2562

สงวนลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Development Enhancing Program on Mathematical Competency for Grade 8
Student's



Rossukhon Saengkaew

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for Master of Education (Educational Research and Evaluation)

August 2019

Copyright of Mahasarakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวรสสุคนธ์ แสงแก้ว
แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา
วิจัยและประเมินผลการศึกษา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร. ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รศ. ดร. สมบัติ ท้ายเรือคำ)

กรรมการ

(ดร. ทศน์ศิริรินทร์ สว่างบุญ)

กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(ผศ. ว่าที่ ร.ต.ดร. อรัญ ชูยกระเดื่อง)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา ของมหาวิทาลัย
มหาสารคาม

(รศ. ดร. พชรวิทย์ จันทร์ศิริสิริ)

(ผศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

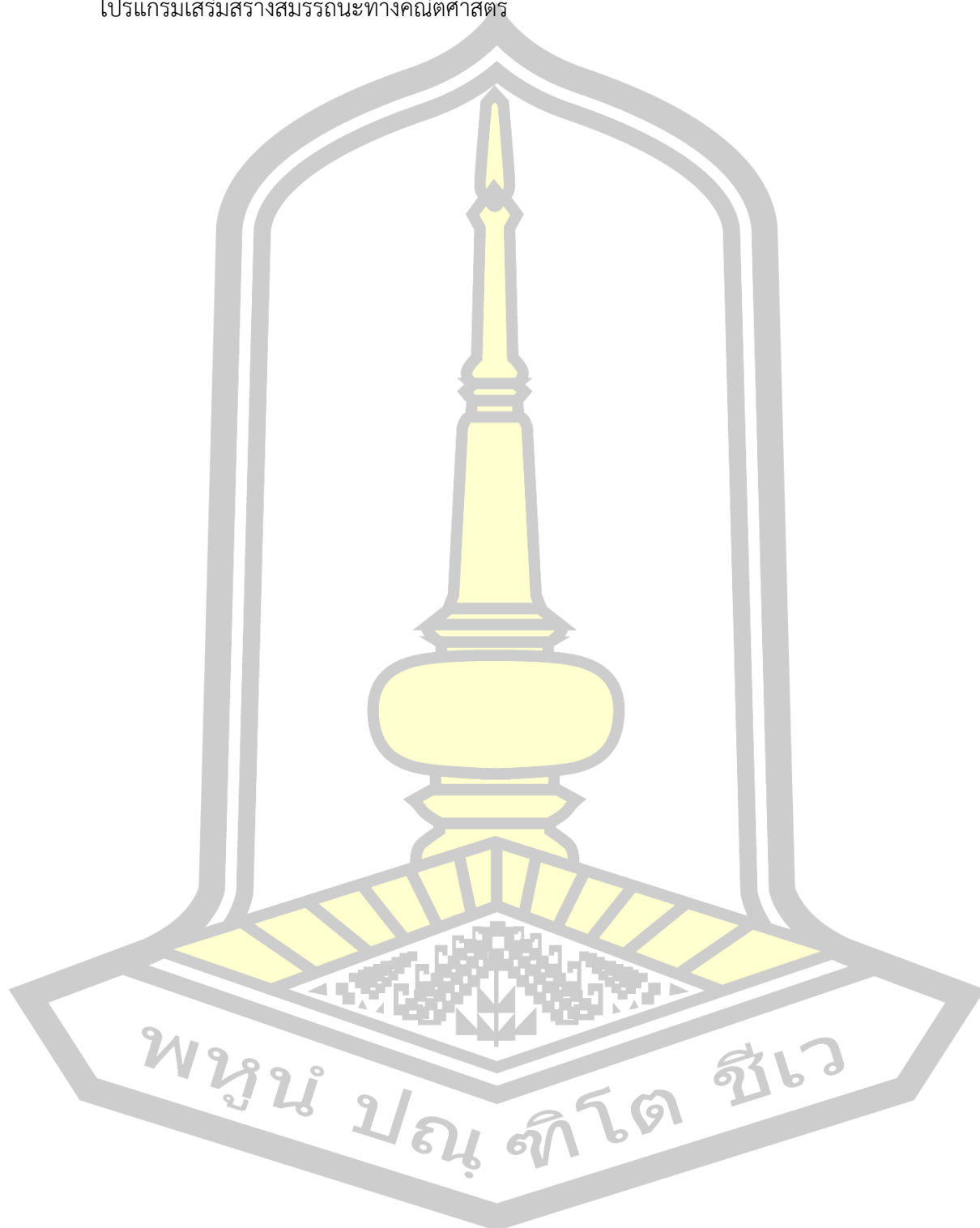
ชื่อเรื่อง	การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2		
ผู้วิจัย	รสสุคนธ์ แสงแก้ว		
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. สมบัติ ท้ายเรือคำ		
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต	สาขาวิชา	วิจัยและประเมินผลการศึกษา
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีที่พิมพ์	2562

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายดังนี้ 1) พัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 2) เปรียบเทียบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนใช้โปรแกรม และหลังใช้โปรแกรม และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนผดุงนารี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 จำนวน 3 ห้อง รวมเป็น 145 คน ซึ่งใช้การสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) โปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ 2) แบบวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และ 3) แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ใช้วิธีการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-way repeated measure MANOVA)

ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของการโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพ (E1/E2) เท่ากับ 79.03/79.95 การประเมินความเหมาะสมของโปรแกรม โดยภาพรวมอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด นักเรียนที่เข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยหลังเข้าร่วมโปรแกรมสูงกว่าก่อนเข้าร่วมโปรแกรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่เข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความพึงพอใจต่อโปรแกรม โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ : การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์, สมรรถนะทางคณิตศาสตร์,
โปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์



TITLE	Development Enhancing Program on Mathematical Competency for Grade 8 Student's		
AUTHOR	Rossukhon Saengkaew		
ADVISORS	Associate Professor Sombat Tayraukham , Ph.D.		
DEGREE	Master of Education	MAJOR	Educational Research and Evaluation
UNIVERSITY	Maharakham University	YEAR	2019

ABSTRACT

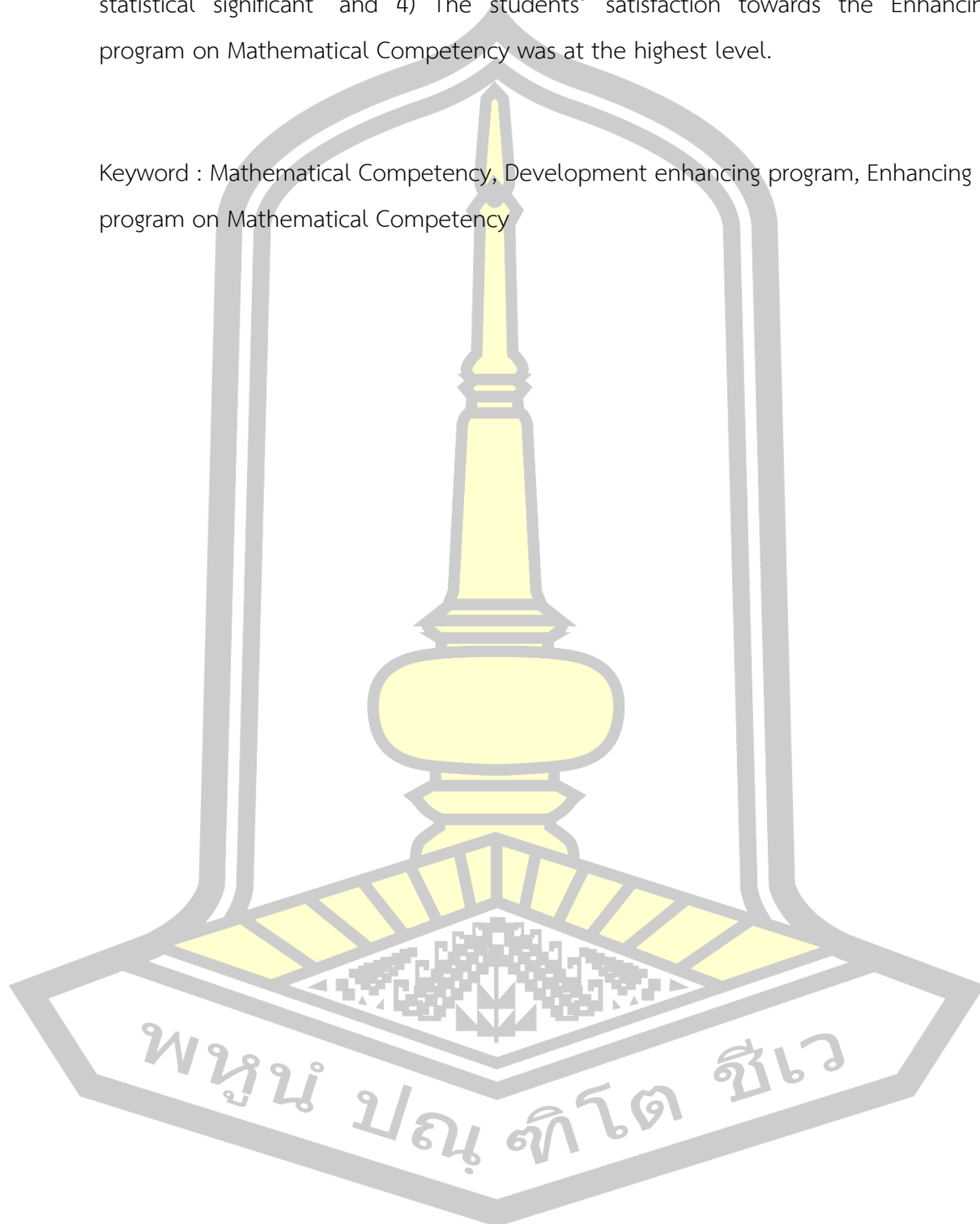
The purposes of this research were 1) to develop the Enhancing program on Mathematical Competency for grade 8 student's 2) to compare the Mathematical Competency of grade 8 student's before and after learning and 3) to study the students' satisfaction toward the Enhancing program on Mathematical Competency for grade 8 student's.

The samples used for this research were 145 grade 8 student's during the first semester of the academic year of 2019. Phadungnaree school, The secondary education service area office 26 using Cluster Random Sampling with classroom sampling unit. The research instruments were 1) The Enhancing program on Mathematical Competency 2) The Enhancing program on Mathematical Competency Test and 3) The students' satisfaction test towards the Enhancing program on Mathematical Competency for grade 8 student's. The data were analyzed by Mean, Standard Deviation (S.D.). The hypothesis was tested by F-test (One-way repeated measure MANOVA).

The findings of this research were summarize as follows: 1) The efficiency of the Enhancing program on Mathematical Competency was at 79.03/79.95 2) The appropriate of this program was highest level of rating scale 3) The students who participated this the Enhancing program on Mathematical Competency

had Mean=4.63 and S.D.=1.64 were higher than after program at the .01 level of statistical significant and 4) The students' satisfaction towards the Enhancing program on Mathematical Competency was at the highest level.

Keyword : Mathematical Competency, Development enhancing program, Enhancing program on Mathematical Competency



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจากรองศาสตราจารย์ ดร.สมบัติ ท้ายเรือคำ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน ประธานกรรมการสอบ ดร.ทัศนศิริรินทร์ สว่างบุญ กรรมการสอบ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ ร.ต.ดร.อรัญ ชุยกะเดื่อง กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่ได้ให้คำแนะนำ ให้ความคิดเห็นช่วยเหลือและตรวจแก้ไขข้อบกพร่องด้วยความเอาใจใส่ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในพระคุณเป็นอย่างยิ่ง และขอขอบพระคุณเป็น อย่างสูง ณ ที่นี้

ขอขอบคุณคณาจารย์ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคามทุกท่าน ที่กรุณาให้ความรู้และคำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์แก่ผู้วิจัย และผู้เชี่ยวชาญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปาริชาติ ประเสริฐสังข์ ดร.อิทธิฤทธิ์ พงษ์ปิยะรัตน์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัชรี จันท์เพ็ง อาจารย์สัตยา กุสุมาลย์ และอาจารย์ทับทิม ประมุขจะนัง ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญที่ช่วยตรวจเครื่องมือการวิจัย และขอขอบคุณผู้บริหาร ครู และนักเรียนโรงเรียนผดุงนารี ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณเพื่อนนิสิตปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษาที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่สำนักงานมหาวิทยาลัยมหาสารคามทุกท่านที่กรุณาให้

ความอนุเคราะห์และให้ความสะดวกในการประสานงานเอกสารต่างๆ

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อมงคล แสงแก้ว และคุณแม่วิสาขา แสงแก้ว และขอขอบคุณเพื่อนร่วมงานที่ช่วยเหลือและให้กำลังใจมาโดยตลอด

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบบูชาพระคุณบิดา มารดา บุพการี และบูรพาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

พูน ปณ ทัโต ชิว

รสุคนธ์ แสงแก้ว

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ฌ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูปภาพ.....	ฅ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	6
สมมติฐานของการวิจัย.....	6
ความสำคัญของการวิจัย.....	6
ขอบเขตของการวิจัย.....	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
การรู้เรื่องคณิตศาสตร์และสมรรถนะทางคณิตศาสตร์.....	10
การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์.....	33
รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาทักษะกระบวนการ (Process Skill).....	40
แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ.....	53
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	56
งานวิจัยในประเทศ.....	56
งานวิจัยต่างประเทศ.....	59

กรอบแนวคิดในการวิจัย	62
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	63
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	63
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	64
การเก็บรวบรวมข้อมูล	72
การจัดกระทำข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล	74
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	75
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	80
ส่วนที่ 1 ผลการพัฒนาและทดลองใช้โปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	80
ส่วนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนใช้โปรแกรม และหลังใช้โปรแกรม	81
ส่วนที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	94
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	97
ความมุ่งหมายของการวิจัย	97
สรุปผล	97
อภิปรายผล	98
ข้อเสนอแนะ	101
1. ข้อเสนอแนะทั่วไป	101
2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป	102
บรรณานุกรม	103
ภาคผนวก ก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	108
ตอนที่ 1 การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2	109

ตอนที่ 2 แบบวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์	179
ตอนที่ 3 แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์	191
ภาคผนวก ข คุณภาพเครื่องมือ	192
ตอนที่ 1 แบบประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผู้เชี่ยวชาญ.....	193
ตอนที่ 2 ผลประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.....	195
ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้อง IOC ของแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.....	197
ภาคผนวก ค ตารางวิเคราะห์การออกแบบการสร้างแบบวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์.....	200
ภาคผนวก ง หนังสือขอความร่วมมือในการวิจัย	210
ประวัติผู้เขียน.....	217



สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ด้านเนื้อหาระหว่างสาระหลักวิชาคณิตศาสตร์กับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ของ PISA.....	18
ตารางที่ 2 แสดงการจัดลำดับโรงเรียนตามผลคะแนนเฉลี่ยรวมทั้ง 3 ด้าน จากผลการทดสอบของ PISA ปี 2015 ของกลุ่มโรงเรียนมาตรฐานสากล สพฐ.	25
ตารางที่ 3 แสดงการจัดลำดับโรงเรียนมาตรฐานสากลในการสอบโครงการ PISA ปี ค.ศ.2015 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างของ OECD จำนวน 52 แห่ง โดยใช้คะแนนเฉลี่ยการรู้วิทยาศาสตร์เป็นหลัก (แบบของ PISA).....	27
ตารางที่ 4 แสดงการจัดลำดับประเทศสมาชิก OECD ตามคะแนนเฉลี่ยผลการสอบ PISA ปี 2015 โดยใช้คะแนนเฉลี่ยวิทยาศาสตร์เป็นหลักในการจัดลำดับ และเปรียบเทียบกับคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มโรงเรียนมาตรฐานสากล ประเทศไทยที่ได้เป็นกลุ่มตัวอย่างของ PISA.....	31
ตารางที่ 5 ผลประเมินความเหมาะสมของโครงสร้างโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	68
ตารางที่ 6 แสดงผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของโครงสร้างโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 ตามเกณฑ์ 75/75... 69	69
ตารางที่ 7 ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้สูตร KR-20 จากการนำแบบวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 14 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน.....	70
ตารางที่ 8 กำหนดการจัดกิจกรรมในโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.....	73
ตารางที่ 9 แสดงผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 ตามเกณฑ์ 75/75.....	81
ตารางที่ 10 วิเคราะห์การออกแบบการสร้างแบบวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนการเข้าร่วมโปรแกรม (Test Blueprint of Pre-test)	82

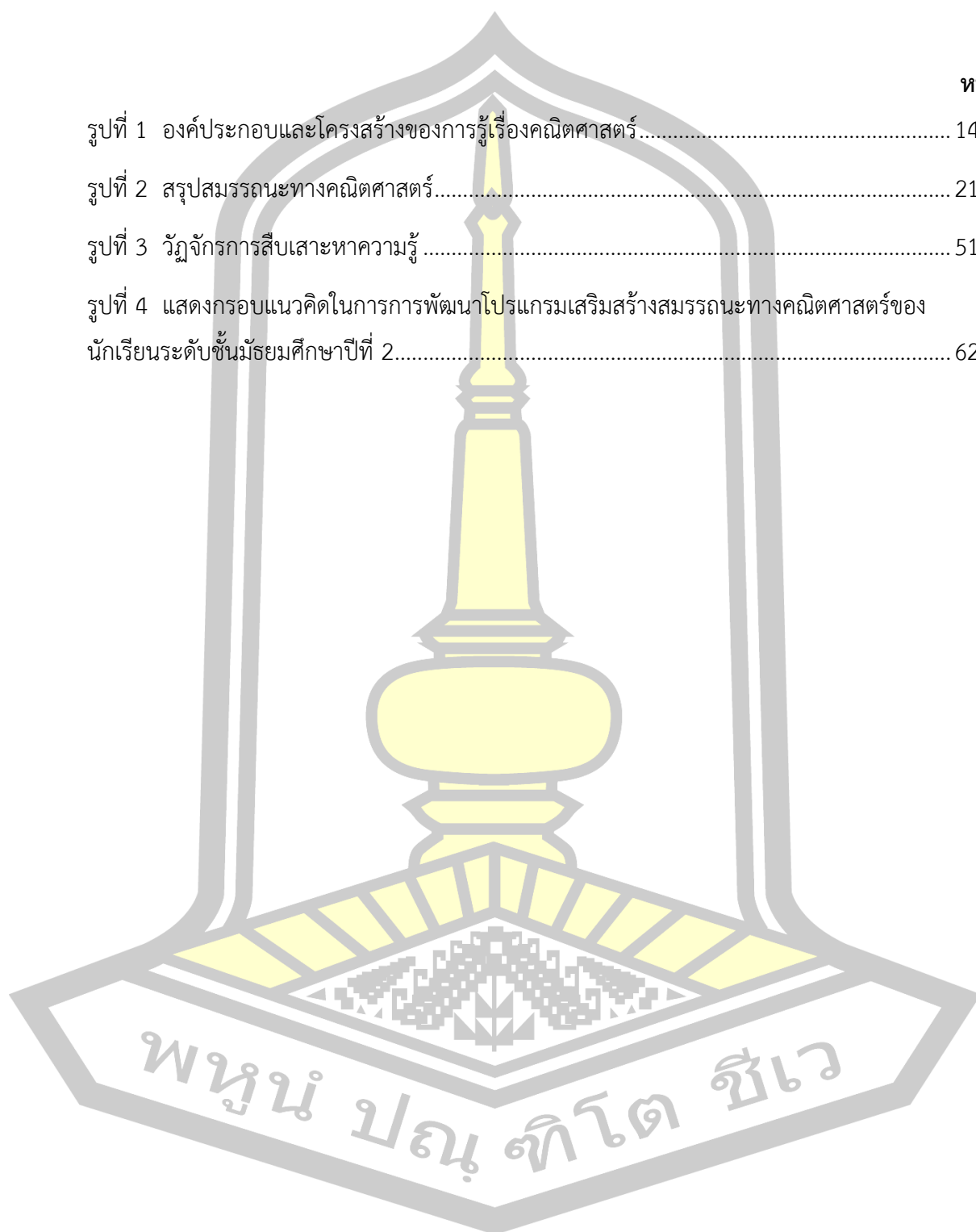
ตารางที่ 11 วิเคราะห์การออกแบบการสร้างแบบวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการเข้าร่วมโปรแกรม (Test Blueprint of Post-test)	83
ตารางที่ 12 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของการวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนใช้โปรแกรม และหลังใช้โปรแกรม (One-way repeated measure MANOVA)	84
ตารางที่ 13 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยเป็นรายคู่ของการวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนใช้โปรแกรมและหลังการใช้โปรแกรม (One-way repeated measure MANOVA) แยกตามสมรรถนะทางคณิตศาสตร์.....	85
ตารางที่ 14 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของการวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ห้องเรียนที่ 1 ก่อนใช้โปรแกรมและหลังใช้โปรแกรม (One-way repeated measure MANOVA)	86
ตารางที่ 15 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยเป็นรายคู่ของการวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ห้องเรียนที่ 1 ก่อนใช้โปรแกรมและหลังการใช้โปรแกรม (One-way Repeated Measure MANOVA) แยกตามสมรรถนะทางคณิตศาสตร์.....	87
ตารางที่ 16 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของการวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ห้องเรียนที่ 2 ก่อนใช้โปรแกรมและหลังใช้โปรแกรม (One-way repeated measure MANOVA)	88
ตารางที่ 17 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยเป็นรายคู่ของการวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ห้องเรียนที่ 2 ก่อนใช้โปรแกรมและหลังการใช้โปรแกรม (One-way Repeated Measure MANOVA) แยกตามสมรรถนะทางคณิตศาสตร์.....	89
ตารางที่ 18 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของการวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ห้องเรียนที่ 3 ก่อนใช้โปรแกรมและหลังใช้โปรแกรม (One-way repeated measure MANOVA)	90
ตารางที่ 19 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยเป็นรายคู่ของการวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ห้องเรียนที่ 3 ก่อนใช้โปรแกรมและหลังการใช้โปรแกรม (One-way Repeated Measure MANOVA) แยกตามสมรรถนะทางคณิตศาสตร์.....	91

ตารางที่ 20 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างห้องเรียนของการวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการใช้โปรแกรม แยกตามสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ (One-way MANOVA).....	92
ตารางที่ 21 การเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างห้องเรียนของการวัดสมรรถนะ ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการใช้โปรแกรม แยกตามสมรรถนะทาง คณิตศาสตร์.....	93
ตารางที่ 22 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	94
ตารางที่ 23 การวิเคราะห์โปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2	113
ตารางที่ 24 ผลประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.....	195
ตารางที่ 25 การวิเคราะห์ค่าความสอดคล้อง IOC ของแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อ โปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน	197
ตารางที่ 26 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Power) ของแบบประเมินความพึงพอใจของ นักเรียนที่มีต่อโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	199



สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 1 องค์ประกอบและโครงสร้างของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์.....	14
รูปที่ 2 สรุปลสมรรถนะทางคณิตศาสตร์.....	21
รูปที่ 3 วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้.....	51
รูปที่ 4 แสดงกรอบแนวคิดในการการพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.....	62



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2560 : 7) นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนาคนให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ มีความสมดุลทั้งทางร่างกาย จิตใจ สติปัญญา และอารมณ์ สามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (สำนักทดสอบทางการศึกษา. 2546 : 2) ดังนั้นคณิตศาสตร์จึงมีความสำคัญในการพัฒนาคุณภาพของทรัพยากรมนุษย์เป็นอย่างยิ่งและการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล รู้จักแก้ปัญหาอย่างมีระบบและรู้จักค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง สามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุขและมีคุณค่า

แผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ด้านการพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทรัพยากรมนุษย์ ได้ระบุตัวชี้วัดไว้กว้างๆ ว่า “ผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาและการเรียนรู้ตลอดชีวิต” แต่ในฉบับร่างที่ใช้พิจารณาในการประชุมคณะกรรมการยุทธศาสตร์ชาติครั้งที่ 2/2561 ได้ลงรายละเอียดตั้งเป้าหมายไว้ว่า คะแนน PISA สูง 500 คะแนน (สำนักงานเลขาธิการของคณะกรรมการยุทธศาสตร์ชาติ. 2561 : 67) การสอบ PISA (โครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกันนานาชาติ) ซึ่งจัดโดยกลุ่มประเทศ OECD ได้ประเมินนักเรียนทั่วโลกที่จบการศึกษาภาคบังคับ (สำหรับประเทศไทยคือระดับชั้น ม.3) ใน 3 รายวิชา/ทักษะ ด้วยกัน ได้แก่ ด้านการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ด้านการรู้เรื่องการอ่าน (Reading Literacy) และด้านการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy)

PISA 2015 เน้นการประเมินกระบวนการทางคณิตศาสตร์สามด้าน ได้แก่ การคิดเชิงคณิตศาสตร์ การใช้ และการตีความเชิงคณิตศาสตร์ในบริบทหรือสถานการณ์ที่หลากหลาย โดยเน้นว่านักเรียนต้องสามารถใช้ความเป็นเหตุเป็นผลทางคณิตศาสตร์ สามารถใช้กรอบแนวคิดและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่ออธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ตามที่ PISA นิยามจะช่วยเป็นแนวทางทำให้บุคคลรับรู้ถึงบทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ในโลกปัจจุบัน และใช้แนวคิดเชิงคณิตศาสตร์ในการพิจารณาสถานการณ์และตัดสินใจบนพื้นฐานความรู้ที่เข้มแข็ง ทำให้เป็นบุคคลที่มีความคิดในทางสร้างสรรค์ มีความไตร่ตรอง และมีความผูกพันรับผิดชอบในการตอบสนองต่อสถานการณ์ในชีวิตของแต่ละบุคคล (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2561 : 219) โดยการประเมินที่มีคณิตศาสตร์เป็นหลักครั้งแรกมีใน PISA 2003 และเป็น การประเมินหลักครั้งที่สองใน PISA 2012 รายละเอียดของผลการประเมิน กรอบโครงสร้างการประเมิน ตลอดจนการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกด้านความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ จะปรากฏใน รายงานของ PISA 2003 และ PISA 2012 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2557) ซึ่งหลักสำคัญของ PISA คือการประเมิน “การรู้เรื่อง (Literacy)” ที่เน้นความรู้และทักษะที่จำเป็น เพื่อการปรับตัวให้เข้ากับโลกที่เปลี่ยนแปลง เพราะถื่อนักเรียนไม่สามารถเรียนรู้ทุกอย่างจากโรงเรียน แต่การศึกษาต้องให้ “ฐานราก” ที่มั่นคง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถรู้ตลอดชีวิตอย่างต่อเนื่อง PISA ถื่อนักวิชาที่เป็นตัวแทนของการวาง “ฐานราก” ได้แก่ การอ่าน คณิตศาสตร์ และ วิทยาศาสตร์ เท่านั้น

เนื่องจากการประเมินผลคณิตศาสตร์ของโครงการ PISA ให้ความสำคัญกับบทบาทของคณิตศาสตร์ในโลกจริงและเชื่อว่าคณิตศาสตร์คือหัวใจของการเตรียมเยาวชนให้มีความพร้อมสำหรับชีวิตในโลกยุคใหม่ที่ต้องเผชิญปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน คณิตศาสตร์จึงเป็นเครื่องมือที่สำคัญยิ่งที่จะทำให้เยาวชนสามารถเผชิญประเด็นปัญหาหรือความท้าทายในชีวิตส่วนตัว การงาน สังคม และในแง่มุมของวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิต แต่ในปัจจุบัน พบว่า การสอนคณิตศาสตร์เป็นการสอนที่ครูสอนให้ความรู้ นักเรียนเรียนจากครู ทำโจทย์ตามตัวอย่าง และหาคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว ถึงแม้ว่าหลายภาคส่วนจะเน้นย้ำความสำคัญของคณิตศาสตร์ในชีวิตจริง ในเศรษฐกิจ และในการพัฒนาประเทศแต่ในทางปฏิบัติไม่มีประเด็นเหล่านี้ในวิชาคณิตศาสตร์เลยเนื่องจากหลักสูตรเน้นความรู้ด้านเนื้อหาอย่างเดียว ครูก็สอนเฉพาะเนื้อหาจากตำรา ดังนั้นจึงมีหลายครั้งที่ครูยอมรับว่านักเรียนมักถามว่า “เรียนคณิตศาสตร์ไปทำไม ไม่เห็นเกี่ยวข้องกับชีวิตหรือไม่เคยใช้ในชีวิตเลย” สิ่งเหล่านี้สะท้อนออกมาให้เห็นได้จากผลการประเมิน PISA 2012 นักเรียนอายุ 15 ปี จำนวนกว่าครึ่ง รู้คณิตศาสตร์ไม่ถึงระดับพื้นฐานนานาชาติ ซึ่งจะเห็นได้จากผลการประเมิน PISA ของประเทศไทยทั้ง 2 ปี ได้แก่ ปี พ.ศ.2555 และ พ.ศ.2558 ที่มีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของโลกทั้งหมด โดยในปี พ.ศ.2558 นักเรียนไทยได้คะแนนเฉลี่ยด้านวิทยาศาสตร์ 421

คะแนน (คะแนนเฉลี่ยทั่วโลก 493 คะแนน) ด้านการอ่าน 409 คะแนน (คะแนนเฉลี่ยทั่วโลก 493 คะแนน) และด้านคณิตศาสตร์ 415 คะแนน (คะแนนเฉลี่ยทั่วโลก 490 คะแนน) (โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561) อีกทั้งเมื่อเทียบกับการสอบวัดผลครั้งก่อน ปรากฏว่าเด็กนักเรียนไทยทำคะแนนได้แย่ลง โดยเมื่อปี พ.ศ.2555 นักเรียนไทยสอบได้คะแนนเฉลี่ยด้านวิทยาศาสตร์ 444 คะแนน ด้านการอ่าน 441 คะแนน และด้านคณิตศาสตร์ 427 คะแนน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2558)

การรู้เรื่องคณิตศาสตร์นั้นเป็นสมรรถนะของบุคคลในการที่จะปกป้องและเข้าใจบทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีต่อโลก ตัดสินใจประเด็นต่าง ๆ บนพื้นฐานของความรู้ที่เข้มแข็ง และเพื่อใช้และผูกพันกับคณิตศาสตร์ที่จะตอบสนองความจำเป็นต่อชีวิตของแต่ละบุคคล ในอันที่จะทำให้บุคคลนั้นเป็นผู้มีส่วนร่วมในสังคม โดยการนำความรู้คณิตศาสตร์ แนวคิดคณิตศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็น การให้เหตุผล การคิดวิเคราะห์ การสื่อสาร สื่อความหมาย การแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ การติดตามและประเมินผลข้อโต้แย้ง การนำเสนอข้อมูลมาใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตจริง และเตรียมพร้อมสำหรับการเป็นพลเมืองที่มีวิจารณญาณ มีความมั่นใจในตนเอง ห่วงใยและสร้างสรรค์สังคม และการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เป็นตัวชี้วัดบอกคุณภาพการศึกษา เพื่อการพัฒนาการประเมินทักษะเพื่อชีวิตมากกว่าการเรียนรู้หัวข้อคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรในโรงเรียน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2556 : 38) การรู้และเข้าใจบทบาทคณิตศาสตร์ที่มีในโลกหรือในชีวิตจริง สามารถตัดสินปัญหาต่าง ๆ บนพื้นฐานของคณิตศาสตร์และรู้จักใช้คณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาของตนเอง และเตรียมพร้อมเป็นพลเมืองที่มีวิจารณญาณห่วงใยและสร้างสรรค์สังคมในอนาคต (OECD, 1999, p. 41) การรู้เรื่องคณิตศาสตร์จึงเกี่ยวข้องกับชีวิตส่วนตัว การทำงาน การพักผ่อนหย่อนใจ การใช้ชีวิตในโรงเรียน การใช้ชีวิตในท้องถิ่น ผู้ที่มีความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จะสามารถตัดสินใจอย่างมีเหตุผลมีผลกับทุกสิ่งที่อยู่รอบตัว (Steen, 2001, p. 1) โดยผู้ที่มีความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จะมีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่สามารถแก้ไขปัญหาคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันได้ ไม่ว่าจะเป็นการแก้ปัญหา การเชื่อมโยงปัญหา โดยต้องมีความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เพียงพอ (อัมพร ม้าคนอง. 2553 : 11)

แง่มุมที่สำคัญของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่สำคัญอีกด้านหนึ่ง คือ เรื่องของ “กระบวนการทางคณิตศาสตร์” หรือ การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ (Mathematising) เป็นกระบวนการที่นักเรียนนำมาใช้ในความพยายามที่จะแก้ปัญหานั้นถือว่าเป็น “สมรรถนะทางคณิตศาสตร์” สมรรถนะต่างๆ เหล่านี้จะสะท้อนถึงวิธีที่นักเรียนใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา PISA ไม่ได้ต้องการที่จะสร้างข้อสอบเพื่อวัดสมรรถนะต่างๆ เฉพาะแต่ละสมรรถนะโดยลำพัง เพราะสมรรถนะของคนไม่ใช่สิ่งที่จะแยกออกมาวัดได้โดดๆ แต่ในการแสดงความสามารถอย่างใดอย่างหนึ่งอาจมีหลายสมรรถนะซ้อนกัน

อยู่ ดังนั้น PISA จึงไม่ได้วัดสมรรถนะโดดๆ แต่ในการตอบข้อสอบ นักเรียนจำเป็นต้องมีและสามารถใช้สมรรถนะดังกล่าว แต่อาจจะใช้หลายสมรรถนะหรือเรียกว่า กลุ่มของสมรรถนะในการแก้ปัญหา ซึ่งรวมไว้เป็น 3 กลุ่ม คือ 1) Reproduction (การทำใหม่) 2) Connection (การเชื่อมโยง) และ 3) Reflection and Communication (การสะท้อนและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2552) ซึ่งสมรรถนะนั้นเป็นสิ่งที่ต้องลงมือปฏิบัติและทำให้เกิดขึ้น กล่าวคือความสามารถที่ใช้เพื่อให้เกิดการบรรลุผลและวัตถุประสงค์ต่างๆ ซึ่งเป็นตัวขับเคลื่อนที่ทำให้เกิดความรู้ (Knowledge) การเรียนรู้ทักษะ (Know-how) และเจตคติ/ลักษณะนิสัยหรือบุคลิกภาพต่างๆ (Attitude) ที่ช่วยให้สามารถเผชิญและแก้ไขสถานการณ์หรือปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้จริง (Arnauld de Nadailac, 2003)

สำหรับการพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์นั้นจำเป็นต้องเน้นเรื่องทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเป็นหลัก เนื่องจากในระหว่างที่มีการแก้ปัญหานั้น ผู้เรียนจำเป็นต้องมีการแสดงออกถึงการให้เหตุผล การสื่อสาร สื่อความหมาย การนำเสนอ รู้จักเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และเกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ควบคู่กันด้วย (สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2550: 339) การแก้โจทย์ปัญหาปัจจุบันพบว่า ผู้เรียนไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ คือ ผู้เรียนไม่รู้จักวิธีคิด ไม่ทราบว่า จะเริ่มต้นแก้โจทย์ปัญหานั้นอย่างไร อ่านโจทย์แล้วไม่เข้าใจว่าจะดำเนินการแก้โจทย์ปัญหานั้นอย่างไร ซึ่งพฤติกรรมดังกล่าวทำให้ผู้เรียนไม่เกิดทักษะการแก้ปัญหา (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2543 : 251) การจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการแก้ปัญหานั้น นับว่าเป็นเรื่องยากสำหรับผู้สอน เนื่องจากผู้เรียนส่วนใหญ่มักมีปัญหาเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหา ทั้งที่มีความสามารถและทักษะในการคำนวณ แต่หากขาดทักษะในด้านของการแก้ปัญหา ก็จะทำให้ผู้เรียนไม่สามารถเข้าใจ โจทย์ ไม่สามารถวิเคราะห์และหารูปแบบหรือแนวคิดของการแก้ปัญหา ผู้เรียนก็ไม่สามารถแก้ปัญหานั้นได้อย่างถูกต้อง (วิไลวัลย์ เมืองโคตร, 2548 : 2) การสอนวิธีแก้ปัญหามิใช่สิ่งใหม่ แต่เป็นสิ่งที่ต้องฝึกฝนให้เกิดความชำนาญ ครูส่วนมากพบว่าผู้เรียนไม่สามารถแก้ปัญหามาตั้งแต่เริ่มเรียนคณิตศาสตร์ ทั้งนี้มาจากหลายสาเหตุหลายประการ เช่น ผู้เรียนได้รับคำบอกเล่ามาว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ยากไม่สามารถทำความเข้าใจได้ จึงทำให้ผู้เรียนไม่ชอบคณิตศาสตร์ ดังนั้นครูจึงควรพัฒนากระบวนการจัดการเรียนการสอนวิธีการแก้ปัญหา เน้นให้มีการเรียนการสอนการแก้ปัญหาในโรงเรียนเพื่อให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการแก้ปัญหาและสามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้ (สิริพร ทิพย์คง, 2545 : 4-6)

แนวทางการเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์นั้นทำได้หลายวิธี แนวทางที่สำคัญคือการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยที่ครูผู้สอนต้องปรับวิธีการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เน้นกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบและมีเหตุผล มุ่งให้ผู้เรียนรักการเรียนรู้อย่างจริงจัง คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ แสวงหาความรู้ และรู้จักแก้ปัญหาด้วยตนเอง เทคนิคและวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญมีอยู่หลากหลาย ที่ครูผู้สอนสามารถนำไปใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะของ

ผู้เรียน จุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาสาระการเรียนรู้ (กรมวิชาการ. 2540 ; ทิศนา แชมมณี. 2544) ซึ่งจากผลคะแนนการสอบ PISA 2015 พบว่า เขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 มีผลคะแนนเฉลี่ยด้านการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ 450 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มประเทศ OECD (490 คะแนน) (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. 2560 : 6) และจากการได้สังเกตการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนผดุงนารี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 พบว่า การสอนจะเน้นให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาหลักทางคณิตศาสตร์เท่านั้น โดยตัวครูผู้สอนได้อธิบายการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันบ้างเป็นครั้งคราว ในการทำแบบทดสอบและแบบฝึกหัดนักเรียนมักจะเกิดปัญหาว่าควรจะใช้ความรู้เรื่องอะไร ซึ่งเป็นตัวบ่งบอกว่านักเรียนขาดการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังพบว่านักเรียนไม่สามารถนำทฤษฎีบท กฎ นิยาม หรือสูตรทางคณิตศาสตร์มาใช้หาวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม และไม่สามารถนำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง เมื่อให้นักเรียนได้ทำใบกิจกรรมและให้นักเรียนได้ทดลองตีความและประเมินผลลัพธ์ที่ได้ พบว่า นักเรียนไม่สามารถอธิบายได้ว่าเพราะเหตุใดผลลัพธ์จึงเหมาะสมหรือไม่เหมาะสมกับบริบทของปัญหา ไม่สามารถตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่บริบทในชีวิตจริงได้ และไม่สามารถบอกได้ว่าวิธีการแก้ปัญหามีความเหมาะสมหรือไม่ ดังนั้นการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมเพื่อให้นักเรียนมีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้นจึงมีส่วนสำคัญอย่างยิ่งที่จะส่งผลให้นักเรียนมีความรู้เรื่องคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะส่งเสริมสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนนั้น ควรเน้นให้นักเรียนเรียนคณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์และสอดคล้องกับชีวิตจริง ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์กับชีวิตจริงและช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนพบเจอปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตและได้ลงมือหาทางแก้ไขปัญหานั้นด้วยตนเองจะทำให้ผู้เรียนคิดได้ แก้ปัญหาเป็น และยังช่วยให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญในการเรียนมากขึ้นด้วย ผู้วิจัยจึงเห็นว่าการพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากสถานการณ์ที่มีความใกล้เคียงกับชีวิตจริงและยังทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะและสมรรถนะที่จำเป็นในการนำไปใช้ในสถานการณ์อื่นที่ใกล้เคียงกันในชีวิตจริงได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์และระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ให้สูงขึ้น

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนใช้โปรแกรม และหลังใช้โปรแกรม
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมตามโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์หลังการใช้โปรแกรมสูงกว่าก่อนใช้โปรแกรม
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมตามโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์หลังการใช้โปรแกรมไม่แตกต่างกัน

ความสำคัญของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ทำให้ได้โปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และเป็นสารสนเทศแก่ครูผู้สอนและผู้ที่เกี่ยวข้องในการนำโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับชั้นอื่น ๆ ซึ่งการเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนเป็นสิ่งสำคัญต่อการจัดการศึกษาและเป็นเป้าหมายหนึ่งทางการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ ที่มุ่งเน้นในการพัฒนาให้นักเรียนสามารถใช้ความรู้ในชีวิตจริง สามารถคิด วิเคราะห์ และแก้ปัญหาได้

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ห้อง 3 - 18 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนผดุงนารี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 จำนวน 785 คน โดยทางโรงเรียนได้จัดนักเรียนในห้องดังกล่าวเป็นแบบคละความสามารถ (เก่ง ปานกลาง อ่อน)
2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนผดุงนารี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 จำนวน 3 ห้อง

รวมเป็น 145 คน ซึ่งใช้การสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

3. ตัวแปรที่ศึกษาในการวิจัย

3.1 สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน แบ่งเป็น 3 กลุ่มสมรรถนะ ได้แก่

3.2.1 กลุ่มสมรรถนะการทำใหม่ (Reproduction)

3.2.2 กลุ่มสมรรถนะการเชื่อมโยง (Connection)

3.2.3 กลุ่มสมรรถนะการสะท้อนและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ (Reflection and Communication)

3.2 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย แบ่งเป็น 2 ช่วง ได้แก่

4.1 ช่วงที่ 1 ทดลองใช้เครื่องมือในการวิจัย (Try out) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 (ธันวาคม 2561– มีนาคม 2562)

4.2 ช่วงที่ 2 เก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 (พฤษภาคม 2562 – มิถุนายน 2562)

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. โปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ชุดแผนการจัดการกิจกรรมที่ได้จากการพัฒนาโดยการนำทักษะและสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ มาสร้างให้เกิดกระบวนการจัดกิจกรรมที่มีความสอดคล้องกันอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยชุดแผนการจัดการกิจกรรมดังกล่าว มีทั้งหมด 8 แผน ประกอบด้วย

1) แผนการจัดการกิจกรรมที่ 1 ร้านไอศกรีม

2) แผนการจัดการกิจกรรมที่ 2 เพนกวิน

3) แผนการจัดการกิจกรรมที่ 3 อลิตา นักปั่นจักรยาน

4) แผนการจัดการกิจกรรมที่ 4 แผ่นดินไหว

5) แผนการจัดการกิจกรรมที่ 5 การส่งออก

6) แผนการจัดการกิจกรรมที่ 6 คุยผ่านอินเทอร์เน็ต

7) แผนการจัดการกิจกรรมที่ 7 ตัวต่อ (ลูกบาศก์)

8) แผนการจัดการกิจกรรมที่ 8 การลดระดับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂)

2. การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematics Literacy) หมายถึง ความสามารถในการนำเอาความรู้และทักษะคณิตศาสตร์ที่จำเป็น มาใช้ในสถานการณ์ที่หลากหลายเพื่อแก้ปัญหาของตนเองซึ่งอาจพบในชีวิตจริง บนพื้นฐานของคณิตศาสตร์ และเตรียมเป็นเยาวชนที่มีคุณภาพและมีศักยภาพในการแข่งขันในระดับโลก

3. สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Competency) หมายถึง ความสามารถของแต่ละบุคคลในการคิด การใช้ การตีความคณิตศาสตร์ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งแบ่งเป็นกลุ่มสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ได้ 3 กลุ่ม ได้แก่

1) กลุ่มสมรรถนะการทำใหม่ (Reproduction) หมายถึง การทำคณิตศาสตร์ตามแบบตัวอย่างที่เคยฝึกฝนมาแล้ว โดยใช้กระบวนการความรู้ และทักษะทางคณิตศาสตร์ทั่วไปที่มักใช้อยู่ในการสอบคณิตศาสตร์ตามมาตรฐานโรงเรียน ซึ่งมักเป็นการแก้โจทย์ การคำนวณแบบเดิม ๆ แต่ก็ต้องใช้สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ทุกสมรรถนะข้างต้นในการแก้ปัญหาโจทย์

2) กลุ่มสมรรถนะการเชื่อมโยง (Connection) หมายถึง การประยุกต์ต่อไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ไม่เหมือนเดิม ไม่ได้พบบ่อย ๆ เป็นประจำ แต่เนื้อหาของปัญหายังคงเกี่ยวข้องกับสมรรถนะกลุ่มแรกอยู่บ้างบางส่วน

3) กลุ่มสมรรถนะการสะท้อนและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ (Reflection and Communication) หมายถึง การคิดไตร่ตรอง สะท้อนกลับที่นักเรียนต้องใช้ในการแก้ปัญหาเข้ามารวมอยู่ด้วย จึงเกี่ยวข้องกับความสามารถในการวางแผน กลยุทธ์การแก้ปัญหา และใช้กลยุทธ์นั้นในการแก้ปัญหาตามสถานการณ์ของปัญหานั้นซึ่งมักมีองค์ประกอบที่เพิ่มมากขึ้นหรือซับซ้อนขึ้นหรือมีความหมายใหม่ (หรือไม่คุ้นเคย) มากขึ้นกว่าในกลุ่มการเชื่อมโยง

4. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึก ความคิดเห็น และพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกต่อโปรแกรมสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ในทิศทางบวก หรือลบ อย่างไม่อย่างหนึ่ง ซึ่งวัดได้จากแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ปรับใช้แนวทางการวัดและประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ ลิเคิร์ต (Likert's Scale) ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 องค์ประกอบ ได้แก่

1. ด้านเนื้อหา
2. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้
3. ด้านสื่อการเรียนรู้
4. ด้านการวัดผลและประเมินผล

5. E_1 (Efficiency of Process) หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการในระหว่าง การเข้าร่วมโปรแกรม ได้แก่ การทำใบกิจกรรม และกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนได้กำหนดไว้ โดยการนำ คะแนนใบกิจกรรมทุกชิ้นของนักเรียนในแต่ละกิจกรรม แต่ละคนมารวมกัน แล้วหาค่าเฉลี่ยและเทียบ ส่วนโดยเป็นร้อยละ

6. E_2 (Efficiency of Product) หมายถึง ค่าประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ พิจารณาจาก การทำแบบวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเข้าร่วมโปรแกรม (Post-test) โดยนำเอา คะแนนจากการทำแบบวัดดังกล่าวของนักเรียนทั้งหมดรวมกันหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบส่วนร้อยละ เพื่อหา ค่าร้อยละ



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อประกอบการศึกษาโดยนำเสนอตามลำดับหัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. การรู้เรื่องคณิตศาสตร์และสมรรถนะทางคณิตศาสตร์
2. การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์
3. รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาสมรรถนะ
4. แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
6. กรอบแนวคิดการวิจัย

การรู้เรื่องคณิตศาสตร์และสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematics Literacy) เป็นส่วนหนึ่งในโครงการประเมินผลการศึกษาของประเทศสมาชิกองค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาเศรษฐกิจ (Organization for Economic Co-operation and Development : OECD) เรียกว่าโครงการ PISA (Programme for International Student Assessment)

ความหมายของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับความหมายของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ พบว่า มีนักการศึกษาและหน่วยงานที่ได้ให้ความหมายของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2561 : 231) ได้นิยาม “การรู้เรื่องคณิตศาสตร์” ไว้ว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิด ใช้ และตีความคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลาย รวมถึงการให้เหตุผลอย่างเป็นคณิตศาสตร์ ใช้แนวคิดและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการอธิบาย และทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ

สตัยา นาอูตม (2559 : 28) ได้สรุปความหมายของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์หรือความรู้คณิตศาสตร์ หมายถึง สมรรถนะของแต่ละบุคคลในการเข้าใจบทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีต่อโลก การตัดสินใจในประเด็นต่างๆ โดยใช้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ แต่ละบุคคลจะมีความผูกพันกับคณิตศาสตร์ตามความต้องการหรือจำเป็นของตน ซึ่งจะทำให้บุคคลนั้นเป็นผู้มีส่วนร่วมในสังคมโดยการนำความรู้

คณิตศาสตร์ แนวคิดคณิตศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตจริง และเตรียมพร้อมสำหรับการเป็นพลเมืองที่มีวิจารณญาณ มีเหตุผล มีความมั่นใจในตนเอง มีความหวังใจต่อสังคมส่วนร่วม และสามารถสร้างสรรค์สังคมในอนาคตได้ต่อไป

พานูมาส นนทะโย (2559 : 35) ได้สรุปความหมายของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ไว้ว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการนำเอาความรู้และทักษะคณิตศาสตร์ที่จำเป็น มาใช้ในสถานการณ์ที่หลากหลาย เพื่อแก้ปัญหาของตนเองซึ่งอาจพบในชีวิตจริง บนพื้นฐานของคณิตศาสตร์ และเตรียมเป็นพลเมืองที่มีวิจารณญาณ ห่วงใยและสร้างสรรค์สังคมในอนาคต

Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) (2014 : 16) ได้ระบุว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (mathematical literacy) หมายถึง ความสามารถทางคณิตศาสตร์ ของแต่ละคนในการสร้างแนวคิด (formulate) การนำไปใช้ (employ) และการแปลความหมาย (interpret) ซึ่งความสามารถทั้งสามด้านนี้มีประโยชน์และมีความหมายสำหรับกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนจะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในบริบทต่าง ๆ

Yore and other (2007 : 574) กล่าวว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์มีความหมายมากกว่าการเข้าใจสาระสำคัญของคณิตศาสตร์ แต่เกี่ยวข้องกับการรู้หลักพื้นฐานและความสามารถส่วนบุคคลในการใช้การคิดเชิงคณิตศาสตร์ การสร้างความเข้าใจ และการแก้ปัญหา

จากความหมายการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ดังกล่าวสรุปได้ว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้เหตุผลและผลทางคณิตศาสตร์ ใช้แนวคิด วิธีการ ข้อเท็จจริง และเครื่องมือทางคณิตศาสตร์เพื่อบอก อธิบาย และคาดการณ์หรือพยากรณ์เรื่องราวหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ที่พบเจอ ซึ่งจะทำให้บุคคลนั้นสามารถอยู่ในสังคมได้โดยการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ แนวคิดคณิตศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตจริง เป็นบุคคลที่มีเหตุผล มีความมั่นใจในตนเอง มีความหวังใจต่อสังคมส่วนร่วม และสามารถสร้างประโยชน์ต่อประเทศชาติในอนาคตได้ต่อไป

จุดมุ่งหมายของการประเมินผลการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์

จุดมุ่งหมายหลักของการประเมินผลของ PISA ก็เพื่อต้องการพัฒนาตัวชี้วัดว่าระบบการศึกษาของประเทศที่ร่วมโครงการสามารถ ให้การศึกษาเพื่อเตรียมตัวเยาวชนอายุ 15 ปีให้พร้อมที่จะมีบทบาทหรือมีส่วนร่วมสร้างสรรค์และดำเนินชีวิตอย่างมีคุณภาพในสังคมได้มากน้อยเพียงใด การประเมินของ PISA มีจุดหมายที่มองไปในอนาคตมากกว่าการจำกัดอยู่ที่การวัดและประเมินผลตามหลักสูตรที่นักเรียนได้เรียนในปัจจุบัน และการประเมินผลก็มุ่งความชัดเจนที่จะหาคำตอบว่านักเรียนสามารถนำสิ่งที่ได้ศึกษาเล่าเรียนในโรงเรียนไปใช้ในสถานการณ์ที่นักเรียนมีโอกาสที่จะต้องพบเจอ ในชีวิตจริงได้หรือไม่อย่างไร PISA ได้ให้ความสำคัญกับปัญหาในชีวิตจริง ในสถานการณ์จริงในโลก (คำว่า “โลก” ในที่นี้หมายถึงสถานการณ์ของธรรมชาติ สังคม และวัฒนธรรมที่บุคคลนั้นๆ อาศัยอยู่) ปกติคนเรา

จะต้องพบกับสถานการณ์ต่างๆ เช่น การจับจ่ายใช้สอย การเดินทาง การทำอาหาร การจัดระเบียบการเงินของตน การประเมินสถานการณ์ การตัดสินใจประเด็นปัญหาทางสังคมการเมือง ฯลฯ ซึ่งความรู้คณิตศาสตร์สามารถเข้ามาช่วยทำให้การมองประเด็น การตั้งปัญหา หรือการแก้ปัญหาที่มีความชัดเจนยิ่งขึ้น การใช้คณิตศาสตร์ดังกล่าวนี้ แม้จะต้องมีรากฐานมาจากทักษะคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน แต่ก็จำเป็นต้องมีความสามารถในการใช้ทักษะนั้นๆ ในสถานการณ์อื่นๆ นอกเหนือไปจากสถานการณ์ของปัญหาคณิตศาสตร์ล้วนๆ หรือแบบฝึกคณิตศาสตร์ที่เรียนในโรงเรียนที่นักเรียนจะสามารถคิดอยู่ในวงจำกัดของเนื้อหาวิชา โดยไม่ต้องคำนึงถึงความเป็นจริงมากนัก แต่การใช้คณิตศาสตร์ในชีวิตจริงนักเรียนต้องรู้จักสถานการณ์หรือสิ่งแวดล้อมของปัญหา ต้องเลือกตัดสินใจว่าจะใช้ความรู้คณิตศาสตร์อย่างไร (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2552)

จุดประสงค์ของการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

การรู้เรื่องคณิตศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นประการหนึ่งในการดำรงชีวิตปัจจุบัน การที่ PISA ใช้คำว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematics Literacy) เพื่อเน้นว่าการประเมินความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ของ OECD/PISA ไม่ได้เน้นความรู้เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่เรียนตามหลักสูตรในโรงเรียน แต่เน้นการนำคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนมาใช้ในสถานการณ์ของชีวิตจริง โดยนักเรียนจะต้องขยายความรู้จากที่เรียนมาประยุกต์ใช้กับสถานการณ์จริงในบริบทต่าง ๆ ที่หลากหลาย

จุดประสงค์ของการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของ OECD/PISA เพื่อศึกษาว่าเยาวชนกลุ่มอายุ 15 ปี จะสามารถเป็นประชาชนที่รับรู้สาระ มีข้อมูลข่าวสาร เป็นผู้บริโภคที่ฉลาดเพียงใดและสามารถนำสิ่งที่ได้ศึกษาเล่าเรียนไปใช้ในสถานการณ์ที่จะต้องพบในชีวิตจริงได้หรือไม่ อย่างไร ซึ่งในปัจจุบันจะต้องเผชิญกับภารกิจที่ต้องใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ เป็นต้นว่า การรับรู้ข่าวสารทุกวันนี้เต็มไปด้วยสาระในรูปแบบต่างๆ ทั้งในรูปตาราง แผนผัง กราฟ ทั้งในเรื่องราวที่เกี่ยวกับดินฟ้าอากาศ เศรษฐกิจ การแพทย์การกีฬา ฯลฯ ประชาชนถูกโจมตีด้วยสาระต่างๆ เป็นต้นว่า ก๊าซเรือนกระจกและโลกร้อน การเพิ่มขึ้นของประชากร การลดลงของ อาหาร ป่าไม้ ชีวิตชนบทที่สูญหายไป นอกจากนี้ประชาชนยังต้องอ่านสิ่งต่างๆ เช่น แบบฟอร์ม กำหนดการ ตารางเวลา ตารางค่าโดยสารรถไฟ การแลกเปลี่ยนเงิน และการติดตามราคาเพื่อที่จะให้การซื้อแต่ละครั้งได้ประโยชน์สูงสุด (สุนีย์ คล้ายนิล และคณะ. 2551 : 177) การที่ PISA ให้ความสำคัญกับปัญหาในชีวิตจริงเพราะว่าประชาชนทุกวันนี้ต้องเผชิญหน้ากับกิจกรรมประจำวันเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ เป็นต้นว่า ปริมาณ รูปทรง มิติ ความน่าจะเป็น และแนวคิดทางคณิตศาสตร์ต่างๆ อีกมากมาย และเผชิญหน้ากับปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ในแวดวงของการดำเนินชีวิต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โครงการ PISA ประเทศไทย. 2557 : 1)

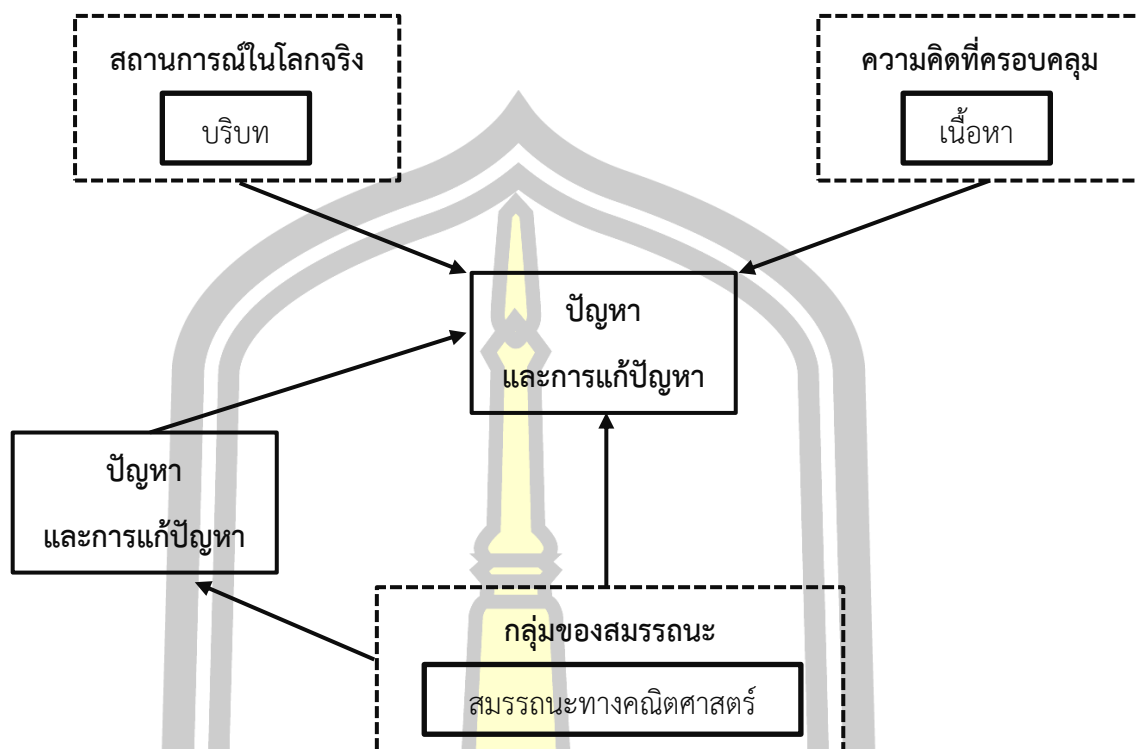
การประเมินผลการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์

ในโลกปัจจุบันทุกคนต้องใช้ความรู้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งในการดำเนินชีวิตประจำวัน การประเมินความรู้ และทักษะคณิตศาสตร์ของ PISA ไม่ได้เน้นความรู้เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่เรียนตามหลักสูตรในโรงเรียนโดยตรง แต่เน้นการประเมินการเรียนรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Literacy) ซึ่งนิยามไว้ในเชิงของสมรรถนะที่จะใช้คณิตศาสตร์ในโลกจริงๆ ได้อย่างไร (สุนีย์ คล้ายนิล. 2549 : 15) การประเมินการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของ PISA ให้ความสำคัญที่ความต้องการทำให้นักเรียนเผชิญหน้ากับปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ในแวดวงของการดำเนินชีวิต โดยให้นักเรียนระบุสถานการณ์ที่สำคัญของปัญหา กระตุ้นให้หาข้อมูล สืบสวนตรวจสอบและนำไปสู่การแก้ปัญหา ในกระบวนการนี้ต้องใช้ทักษะหลายอย่าง เป็นต้นว่า การคิดและการใช้เหตุผล การโต้แย้ง การสื่อสาร การสร้างตัวแบบ การตั้งปัญหาและการแก้ปัญหา การนำเสนอ การใช้สัญลักษณ์ และการดำเนินการ การที่นักเรียนต้องใช้ทักษะต่างๆ ที่หลากหลายมารวมกัน หรือใช้ทักษะหลายอย่างที่ทับซ้อนหรือคาบเกี่ยวกัน เพราะกำลังคนในปัจจุบันถูกคาดหวังให้เป็นกำลังงานที่มีความคิดและสมรรถนะสูงซึ่งจะส่งผลกระทบต่องานที่ทำ สำหรับทุกคนไม่ว่าจะทำงานในระดับใดจะถูกคาดหวังว่าต้องใช้เฉพาะร่างกายทำงานซ้ำ ๆ อย่างเดิมเท่านั้น แต่จะต้องพบกับการเปลี่ยนแปลงในเทคโนโลยีและต้องสามารถปรับเปลี่ยนตัวเองให้สามารถจัดการกับเทคโนโลยี เครื่องจักรกล และข้อมูลข่าวสารที่เข้ามาตลอดเวลา แนวโน้มของทุกอาชีพชี้บ่งว่าบุคคลต้องมีความสามารถที่จะเข้าใจ สื่อสาร ใช้ และอธิบายแนวคิดและวิธีการที่ยึดถือการคิดแบบคณิตศาสตร์เป็นหลัก (โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2557 : 1)

องค์ประกอบของการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์

องค์ประกอบตามกรอบการประเมินผลของ OECD/PISA ที่เน้นการประเมินผลว่า นักเรียนอายุ 15 ปี รู้เรื่องคณิตศาสตร์มากน้อยเพียงใด นั่นคือ ศึกษาว่านักเรียนอายุ 15 ปี สามารถจัดการกับคณิตศาสตร์ ในลักษณะที่แสดงออกว่ามีความรู้เป็นฐานที่มั่นคง และสามารถจะเผชิญหน้ากับปัญหาในโลกของความเป็นจริง ขอบเขตของคณิตศาสตร์ที่ OECD/PISA วัดครอบคลุม 3 ด้าน ได้แก่

1. สถานการณ์และบริบท (Situation on Content) ซึ่งเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ตั้งอยู่
2. เนื้อหาของคณิตศาสตร์ (Mathematical Content) ที่ต้องนำมาใช้ในการแก้ปัญหา
3. สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Competencies) ของนักเรียนที่ควรได้รับการกระตุ้นเร้าให้สามารถเชื่อมต่อกับโลกจริง ๆ ที่ปัญหานั้นเกิดขึ้นและสามารถแก้ปัญหาโดยใช้คณิตศาสตร์



รูปที่ 1 องค์ประกอบและโครงสร้างของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์
(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2559 : 221)

รายละเอียดขององค์ประกอบความรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ในแต่ละด้านเป็นดังนี้

1. สถานการณ์และบริบท (Situation on Content)

สถานการณ์หรือบริบท เป็นสถานการณ์หรือบริบทที่ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตั้งอยู่ การที่คณิตศาสตร์ได้เข้าไปเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาที่อยู่ในบริบทหนึ่ง ซึ่งเป็นบริบทในโลกชีวิตจริงที่มีปัญหานั้นอยู่ PISA ได้ให้ความสำคัญกับบริบทที่หลากหลาย ซึ่งแบ่งเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

1. บริบทส่วนตัว (Personal Context)

คำถามที่จัดอยู่ในบริบทนี้จะเน้นที่กิจกรรมของบุคคลครอบครัว หรือกลุ่มเพื่อน โดยอาจเป็นเรื่องส่วนบุคคล ซึ่งประกอบด้วย สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมอาหาร การช้อปปิ้ง การเล่นเกม สุขภาพส่วนบุคคล การเดินทาง กีฬา การท่องเที่ยว การจัดการเวลาส่วนบุคคล และการจัดการทางการเงิน

2. บริบททางการงานอาชีพ (Occupational Context)

คำถามที่จัดอยู่ในบริบทนี้เน้นที่การทำงานในชีวิตจริง เช่น การวัดขนาด การคิดค่าใช้จ่าย และการสั่งซื้อวัสดุสำหรับการก่อสร้าง การเงิน/การบัญชี การควบคุมคุณภาพ การจัดทำแผนการ/รายการสินค้า การออกแบบ/สถาปัตยกรรมและการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ

บริบทที่เกี่ยวข้องกับอาชีพอาจมีความเกี่ยวข้องตั้งแต่งานที่ใช้แรงงานโดยไม่ต้องใช้ทักษะ จนถึงงานที่ต้องใช้ความเชี่ยวชาญระดับสูง

3. บริบททางสังคม (Societal Context)

คำถามที่จัดอยู่ในบริบทนี้ที่ชุมชนหนึ่ง ๆ ไม่ว่าจะในระดับท้องถิ่น ระดับชาติ หรือระดับโลก เช่น ระบบการลงคะแนนเสียง การขนส่งสาธารณะ การปกครอง นโยบายภาครัฐ ประชากร การโฆษณา สถิติแห่งชาติ และเศรษฐกิจ แม้ว่าบริบทบริบทดังกล่าวจะเป็น เรื่องส่วนบุคคล แต่ถือว่ามีผลต่อสังคมในภาพรวม

4. บริบททางวิทยาศาสตร์ (Scientific Context)

คำถามที่จัดอยู่ในบริบทนี้เกี่ยวข้องกับการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในโลกชีวิต และประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่น สภาพภูมิอากาศหรือภูมิประเทศ ระบบนิเวศวิทยา การแพทย์ วิทยาศาสตร์อวกาศ พันธุกรรม การวัด และเรื่องที่เกี่ยวข้องกับโลกของคณิตศาสตร์ภายใต้บริบททางวิทยาศาสตร์

2. เนื้อหาของคณิตศาสตร์ (Mathematical Content)

ความเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้จริงเป็นสิ่งสำคัญสำหรับพลเมืองในโลกสมัยใหม่ ในการแก้ปัญหาและตีความสถานการณ์ในบริบทต่าง ๆ จึงจำเป็นต้องดึงความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์มาใช้

ระดับของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ มองได้ในทิศทางที่ว่าคนคนนั้นสามารถใช้ความรู้ และทักษะทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในโลกชีวิตจริง ในสถานการณ์หรือบริบทที่แตกต่างหลากหลายได้ดีเพียงใด ความรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้สำหรับจุดประสงค์ในการประเมินผลของ OECD/PISA เรียกว่า “แนวคิดที่ครอบคลุม” หรือ “ความคิดที่ครอบคลุม” ซึ่งจำกัดให้ครอบคลุม 4 เรื่อง ได้แก่ ปริภูมิและรูปทรงสามมิติ (Space and Shape) การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ (Change and Relationships) ปริมาณ (Quantity) และความไม่แน่นอนและข้อมูล (Uncertainty and Data) โดยเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการประเมิน PISA จะประเมินตามวัตถุประสงค์ และแนวคิดที่ครอบคลุม เนื้อหาสาระที่นักเรียนได้เรียนมาแล้วตามหลักสูตรคณิตศาสตร์ในโรงเรียน (โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557 : 8)

รายละเอียดสาระเนื้อหาที่ครอบคลุมในการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ 4 ด้าน ดังนี้

1. ปริภูมิและรูปทรงสามมิติ (Space and Shape)

ปริภูมิและรูปทรงสามมิติครอบคลุมปรากฏการณ์ต่าง ๆ อย่างกว้างขวางซึ่งมีอยู่ทั่วทุกแห่งในโลกที่เราสามารถเห็นได้และมีลักษณะเป็นกายภาพ ได้แก่ แบบรูป สมบัติของวัตถุ ตำแหน่ง และทิศทาง การแสดงแทนวัตถุ การเข้ารหัสและถอดรหัสของสาระที่มองเห็นจากภาพได้ การนำทาง และปฏิสัมพันธ์ของกลศาสตร์กับรูปร่างจริงและการแทน เราคณิตเป็นพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับปริภูมิ

และรูปทรงสามมิติ แต่เนื้อหาปริภูมิและรูปทรงมีรายละเอียดเกินกว่าสาระของวิชาเรขาคณิต ทั้งในเรื่องเนื้อหา ความหมายและวิธีการ ซึ่งจะขยายกว้างไปถึงเรื่องทัศนศาสตร์ การวัดขนาด และพีชคณิต

PISA ถือว่า ความเข้าใจแนวคิดหลักและทักษะเป็นสิ่งสำคัญของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ซึ่งมีความเชื่อมโยงกับปริภูมิและรูปทรง โดยการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ในเนื้อหาเรื่องปริภูมิและรูปทรง ประกอบด้วย การดำเนินการขอความช่วยเหลือต่าง ๆ เช่น ความเข้าใจภาพวาดตามสัดส่วนที่มองเห็น การสร้างและการอ่านแผนที่ การเปลี่ยนรูปร่างโดยใช้และไม่ใช้เทคโนโลยี การตีความมุมมอง ภาพสามมิติจากมุมมองต่าง ๆ ที่มองเห็น และสร้างภาพแทนรูปร่าง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โครงการ PISA ประเทศไทย. 2557 : 9)

ปริภูมิและรูปทรงสามมิตินี้อยู่ทุกหนทุกแห่งในโลก แม้แต่การพูด ดนตรี การก่อสร้าง ศิลปะ ฯลฯ รูปร่างเป็นแบบรูปที่เห็นได้ทั่วไป เป็นต้นว่ารูปร่างของบ้าน โรงเรียน อาคาร สะพาน ถนน ผลึกดอกไม้ ฯลฯ แบบรูปเรขาคณิตเป็นตัวแบบ Model อย่างง่ายที่พบอยู่ในสิ่งต่าง ๆ ที่ปรากฏ การศึกษาเรื่องรูปร่างมีความเกี่ยวข้องอย่างใกล้ชิดกับแนวคิดของเรื่องที่ว่า ซึ่งต้องการความเข้าใจในเรื่องสมบัติของวัตถุและตำแหน่งเปรียบเทียบของวัตถุ ต้องรู้ว่าเรามองเห็นวัตถุสิ่งของต่าง ๆ อย่างไร และทำไมจึงมองเห็นอย่างที่เรามองเห็น ต้องเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างรูปร่างและภาพ ในความคิด หรือภาพที่เรามองเห็น เป็นต้นว่า มองเห็นความสัมพันธ์ของตัวเมืองจริงกับแผนที่รูปถ่ายของเมืองนั้น รวมทั้งความเข้าใจในรูปร่างที่เป็นสามมิติที่แสดงแทนออกมาในภาพสองมิติ มีความเข้าใจในเรื่องของเงาและภาพที่มีความลึก (Perspective) และเข้าใจด้วยว่ามันทำงานอย่างไร

2. การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ (Change and Relationships)

โลกแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงมากมาย และแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ทั้งชั่วคราวและถาวรของการเปลี่ยนแปลงในธรรมชาติ ความสัมพันธ์ของวัตถุกับสภาพแวดล้อม การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระบบจะส่งผลซึ่งกันและกัน ในหลายกรณีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นตามช่วงเวลา และบางกรณีการเปลี่ยนแปลงของสิ่งหนึ่งหรือหลาย ๆ สิ่งจะเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของอีกสิ่งหนึ่ง ดังนั้น การรู้เรื่องการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์จะเกี่ยวข้องกับความเข้าใจเรื่องการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ และการรู้ว่าเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงจะใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมเพื่ออธิบายและทำนายการเปลี่ยนแปลงนั้นได้อย่างไร ซึ่งในทางคณิตศาสตร์การทำแบบจำลองของการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ให้อยู่ในรูปฟังก์ชันและสมการที่เหมาะสมได้รวมถึง การคิด การตีความ และการแปลความตัวแทนความสัมพันธ์ในเชิงสัญลักษณ์และกราฟ ตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ เช่น การเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตขณะเจริญเติบโต การหมุนเวียนของฤดูกาล การขึ้นลงของกระแสน้ำ การเปลี่ยนแปลงของอวกาศ การขึ้นลงของหุ้น การว่างงานของคน การเปลี่ยนแปลงบางกระบวนการสามารถบอกได้หรือสร้างเป็นตัวแทนได้โดยตรง โดยใช้ฟังก์ชัน

ทางคณิตศาสตร์ ความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ส่วนมากเป็นรูปของสมการหรืออสมการ แต่ความสัมพันธ์ในธรรมชาติอื่น ๆ ก็อาจเกิดขึ้นได้เช่นกัน ความสัมพันธ์หลายอย่างไม่สามารถใช้คณิตศาสตร์ได้โดยตรงต้องใช้วิธีการอื่น ๆ และจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อระบุถึงความสัมพันธ์

3. ปริมาณ (Quantity)

แนวคิดเรื่องปริมาณเป็นเรื่องทางคณิตศาสตร์ที่พบมากที่สุดและเป็นเรื่องที่ต้องใช้ในชีวิตประจำวัน ในเรื่องปริมาณจะรวมถึงการกำหนดปริมาณของวัตถุ ความสัมพันธ์ สถานการณ์ และกลุ่มของสิ่งต่าง ๆ ในโลก ความเข้าใจการแสดงแทนปริมาณในรูปแบบต่าง ๆ และการตัดสินใจ การตีความและข้อโต้แย้งเชิงปริมาณ การรู้เรื่องปริมาณควรมีความเข้าใจเกี่ยวกับ การวัดขนาด การนับ ขนาด หน่วยนับ ตัวบ่งชี้ ขนาดสัมพันธ์ และแนวโน้มเพื่งตัวเลขและแบบรูป นอกจากนี้ ในด้านการให้เหตุผลเชิงปริมาณ เช่น ความรู้สึกเชิงจำนวน การแสดงจำนวนด้วยวิธีต่าง ๆ การคำนวณอย่างฉลาด การคิดเลขในใจ การประมาณค่า และการประเมินผลลัพธ์อย่างมีเหตุผล ล้วนเป็นสิ่งจำเป็นต่อการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับปริมาณ

การแสดงปริมาณเป็นวิธีขั้นพื้นฐานสำหรับการอธิบายและการวัดสิ่งต่าง ๆ ในโลก และเป็นตัวช่วยในด้านต่าง ๆ เช่น การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ การตรวจสอบ การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ การอธิบายและปรับปรุงเรื่องปริภูมิและรูปทรง การจัดการและการตีความข้อมูล และการวัดและประเมินความไม่แน่นอน ดังนั้น การรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับปริมาณจึงเป็นการนำความรู้เรื่องจำนวนและการดำเนินการไปใช้ในเป้าหมายต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง

จุดเน้นของเรื่องนี้ คือ การบอกปริมาณ รวมทั้งความเข้าใจเรื่องของขนาด(เปรียบเทียบ) แบบรูปของจำนวน และการใช้จำนวน เพื่อแสดงปริมาณและแสดงวัตถุต่าง ๆ ในโลก ในเชิงปริมาณ (การนับและการวัด) นอกจากนี้ปริมาณยังเกี่ยวข้องกับกระบวนการและความเข้าใจเรื่องจำนวนที่นำมาใช้ในเรื่องต่าง ๆ อย่างหลากหลาย

4. ความไม่แน่นอนและข้อมูล (Uncertainty and Data)

ความไม่แน่นอนเป็นเรื่องที่มีอยู่ในวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและในชีวิตประจำวัน และเป็นเรื่องที่เป็นหัวใจสำคัญของการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ที่หลากหลาย รวมทั้ง ทฤษฎีความน่าจะเป็นและสถิติ และเทคนิคของการพรรณนาและการนำเสนอข้อมูลซึ่งถูกสร้างขึ้นมา เพื่อจัดการกับเรื่องนี้ เนื้อหาเรื่องความไม่แน่นอนและข้อมูลนี้รวมถึงการรู้ว่าตำแหน่งใดที่มีความผันแปร ในกระบวนการมีการรับรู้ถึงปริมาณของความผันแปร การรับรู้ถึงความไม่แน่นอนและความผิดพลาดในการวัด และความรู้ในเรื่องโอกาสที่จะเกิดขึ้น นอกจากนี้ยังรวมถึงการคิด การตีความ และการประเมินข้อสรุปในสถานการณ์ที่มีความไม่แน่นอนเป็นจุดสำคัญ ซึ่งการนำเสนอและการตีความสำคัญเป็นแนวคิดหลักของเนื้อหาคณิตศาสตร์ประเภทนี้

ความไม่แน่นอนพบได้ในการทำนายทางวิทยาศาสตร์ การสำรวจความคิดเห็น การพยากรณ์อากาศ และแบบแผนทางเศรษฐกิจ การมีความแปรผันในกระบวนการผลิต คະแนนสอบ และผลการสำรวจ รวมทั้งเรื่องโอกาสซึ่งพบได้ในกิจกรรมสันตนาการต่าง ๆ ของแต่ละคน โดยทั่วไปเรื่องความน่าจะเป็น และสถิติในหลักสูตรเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการพรรณนา การสร้างตัวแบบ การตีความ ความไม่แน่นอน ของปรากฏการณ์ และการนำไปอ้างอิง นอกจากนี้ การแก้ปัญหาที่อยู่ในเนื้อหาประเภทยังต้องใช้ ความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิต เช่น การแสดงด้วยกราฟและสัญลักษณ์ด้วย

เนื่องจากหลักสูตรคณิตศาสตร์ในโรงเรียนโดยทั่วไปแล้วจะสอนเนื้อหาสาระต่าง ๆ เช่น จำนวน พีชคณิต เรขาคณิต ฯลฯ และมีรายละเอียดในหัวข้อตามสาระหลักวิชาคณิตศาสตร์ใน หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ซึ่งมีความความสัมพันธ์ด้านเนื้อหาตาม กรอบการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ด้านเนื้อหาสาระหว่างสาระหลักวิชาคณิตศาสตร์กับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ ของ PISA

สาระหลักวิชาคณิตศาสตร์	เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ของ PISA
สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ	ด้านปริมาณ
สาระที่ 2 การวัด และสาระที่ 3 เรขาคณิต	ด้านปริภูมิและรูปทรง
สาระที่ 4 พีชคณิต	ด้านการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์
สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น	ด้านความไม่แน่นอนและข้อมูล

จากตารางที่ 1 พบว่า เนื้อหาของสาระหลักวิชาคณิตศาสตร์ และเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ของ PISA มีความสัมพันธ์ที่เทียบเคียงกันได้ดังนี้ สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการกับเนื้อหาด้าน ปริมาณสาระที่ 2 และ 3 การวัดและเรขาคณิตกับเนื้อหาด้านปริภูมิและรูปทรง สาระที่ 4 พีชคณิตกับ เนื้อหาด้านการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็นกับ เนื้อหาด้านความไม่แน่นอนและข้อมูล

3. สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Competencies)

ความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ล้วน ๆ ยังไม่เพียงพอสำหรับการแก้ปัญหา แง่มุมที่สำคัญ ของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่สำคัญอีกด้านหนึ่ง คือ เรื่องของ “กระบวนการทางคณิตศาสตร์” หรือ การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ (Mathematising) กระบวนการที่นักเรียนนำมาใช้ในความพยายามที่จะ แก้ปัญหานั้นถือว่าเป็น “สมรรถนะทางคณิตศาสตร์” สมรรถนะต่าง ๆ เหล่านี้จะสะท้อนถึงวิธีที่ นักเรียนใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา กรอบการประเมินผลของ PISA เลือกเน้น 8

สมรรถนะ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โครงการ PISA ประเทศไทย. 2556) ได้แก่

1) การคิดและการใช้เหตุผล (Thinking and Reasoning) สมรรถนะนี้เกี่ยวข้องกับความสามารถในการตั้งคำถาม รู้คำตอบทางคณิตศาสตร์ บอกความแตกต่างของประโยค (statements) (เช่น นิยาม ทฤษฎี conjecture สมมติฐาน ตัวอย่าง ฯลฯ) และความเข้าใจและการใช้ข้อจำกัดของคณิตศาสตร์

2) การสร้างข้อโต้แย้ง (Argumentation) เกี่ยวข้องกับการรู้จักการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ (และรู้ว่าการพิสูจน์แตกต่างจากการใช้เหตุผลอย่างไร) สามารถติดตาม และประเมินการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์แบบต่าง ๆ มีความรู้สึกถึงความจริง (รู้ว่าอะไรเกิดขึ้นได้/ไม่ได้ และทำไม) และสามารถสร้างและแสดงการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์

3) การสื่อสาร (Communication) เกี่ยวข้องกับการแสดงออกของตนเอง ความสามารถที่ทำให้ผู้อื่นเข้าใจตน โดยวิธีการต่าง ๆ บนพื้นฐานของคณิตศาสตร์ ทั้งในรูปของการพูดและการเขียน และสามารถเข้าใจการพูดและการเขียนของผู้อื่นด้วยเช่นกัน

4) การสร้างตัวแบบ (Modeling) เกี่ยวข้องกับการวางโครงสร้างของสถานการณ์ที่จะต้องนำมา สร้างเป็นตัวแบบ (Model) การแปลความเป็นจริงให้เข้าสู่โครงสร้างทางคณิตศาสตร์ การประเมินความน่าเชื่อถือของตัวแบบ วิเคราะห์ วิจัย ตัวแบบและผลที่เกิดขึ้น การสื่อสารแนวคิดของตัวแบบและผล (รวมทั้งข้อจำกัด) การติดตามและควบคุมกระบวนการของการสร้างตัวแบบ

5) การตั้งและการแก้ปัญหา (Problem posing and solving) เป็นสมรรถนะที่เกี่ยวข้องกับการตั้งคำถาม การสร้างเป็นปัญหาคณิตศาสตร์ และการนิยาม ปัญหาคณิตศาสตร์แบบต่าง ๆ (เช่น คณิตศาสตร์แก้ ประยุกต์ คำถามเปิด คำถามปิด) และการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์แบบต่าง ๆ โดยวิธีการที่หลากหลาย

6) การแสดงเครื่องหมายแทน (Representation) สมรรถนะด้านนี้เกี่ยวข้องกับการแปลรหัส(decoding) และการเข้ารหัส(encoding) การแปลความ การตีความ และการบอกความแตกต่างของการแสดงเครื่องหมายของคณิตศาสตร์แบบต่าง ๆ และความสัมพันธ์ระหว่างการแสดงเครื่องหมายแทนแบบต่าง ๆ การเลือกและการเปลี่ยนระหว่างรูปแบบต่าง ๆ ของการแสดงเครื่องหมายแทน(Representation) ที่ให้สอดคล้องกับสถานการณ์และจุดประสงค์

7) การใช้สัญลักษณ์ ภาษา และการดำเนินการ (Using symbolic, language and operation) เกี่ยวข้องกับการแปลรหัส การตีความสัญลักษณ์ ภาษาคณิตศาสตร์ และความเข้าใจการเชื่อมโยงของภาษาคณิตศาสตร์กับภาษาธรรมชาติ การแปลความจากภาษาธรรมชาติไปเป็นสัญลักษณ์/ภาษาคณิตศาสตร์ สามารถจัดการกับประโยคหรือพจน์ที่มีสัญลักษณ์และสูตร ความสามารถในการใช้ตัวแปร การแก้สมการ และการคำนวณ

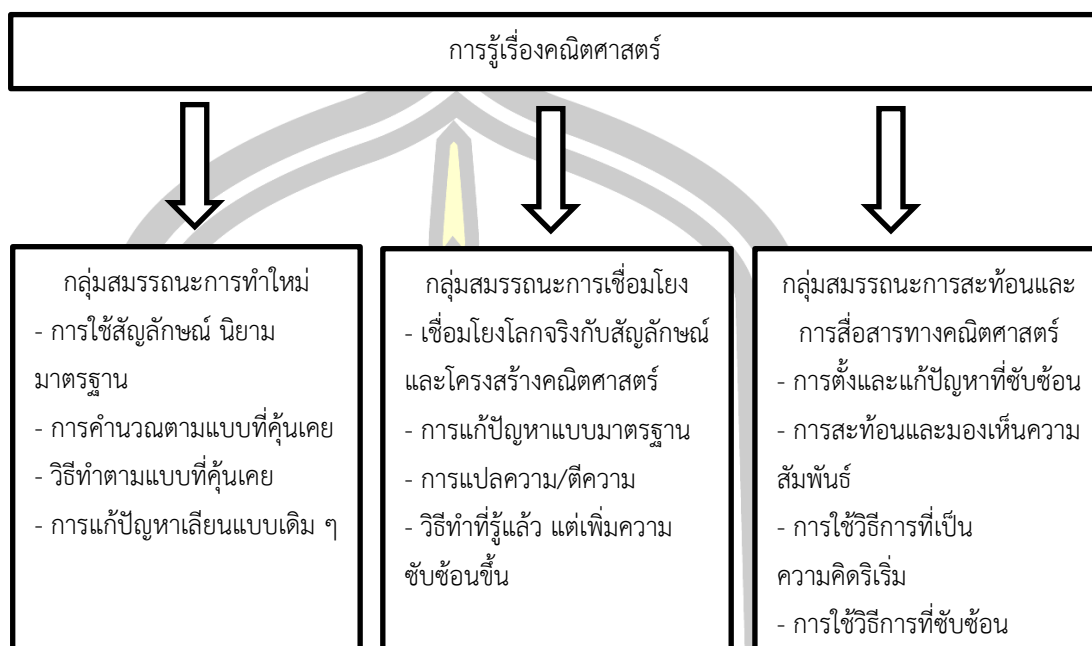
8) ใช้ตัวช่วยและเครื่องมือ (Using aids and tools) สมรรถนะนี้เกี่ยวข้องกับการรับรู้ และความสามารถในการใช้ตัวช่วยและเครื่องมือ (รวมทั้งเครื่องมือภาคเทคโนโลยีสารสนเทศ) ที่สามารถช่วยกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังหมายถึงรวมถึงความรู้ถึงข้อจำกัดของเครื่องมือเหล่านั้น ใดๆ ด้วยอย่างไรก็ตาม PISA ไม่ได้ต้องการที่จะสร้างข้อสอบเพื่อวัดสมรรถนะต่าง ๆ เฉพาะแต่ละสมรรถนะโดยลำพังเพราะสมรรถนะของคนที่ไม่ใช่สิ่งที่จะแยกออกมาวัดได้โดด ๆ แต่ในการแสดงความสามารถอย่างใดอย่างหนึ่งอาจมีหลายสมรรถนะซ้อนกันอยู่ ดังนั้น PISA จึงไม่ได้วัดสมรรถนะโดด ๆ แต่ในการตอบข้อสอบ นักเรียนจำเป็นต้องมีและสามารถใช้สมรรถนะดังกล่าว แต่อาจจะใช้หลายสมรรถนะหรือเรียกว่า กลุ่มของสมรรถนะในการแก้ปัญหา ซึ่งรวมไว้เป็น 3 กลุ่มสมรรถนะ คือ

1. กลุ่มสมรรถนะการทำใหม่ (Reproduction Cluster) กลุ่มสมรรถนะนี้หมายถึงรวมถึงการทำคณิตศาสตร์ตามแบบตัวอย่างที่เคยฝึกฝนมาแล้ว โดยใช้กระบวนการความรู้ และทักษะทางคณิตศาสตร์ทั่วไปที่มักใช้ใช้ในการสอบคณิตศาสตร์ตามมาตรฐานโรงเรียน ซึ่งมักเป็นการแก้โจทย์การคำนวณแบบเดิม ๆ แต่ก็ต้องใช้สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ทุกสมรรถนะข้างต้นในการแก้โจทย์

2. กลุ่มสมรรถนะการเชื่อมโยง (Connection Cluster) กลุ่มเชื่อมโยงต่อยอดมาจากกลุ่มการทำใหม่ โดยประยุกต์ต่อไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ไม่เหมือนเดิม ไม่ได้พบบ่อย ๆ เป็นประจำ แต่เนื้อหาของปัญหายังคงเกี่ยวข้องกับสมรรถนะกลุ่มแรกอยู่บ้างบางส่วน

3. กลุ่มสมรรถนะการสะท้อนและสื่อสารทางคณิตศาสตร์ (Reflection and Communication Cluster) สมรรถนะกลุ่มการสะท้อนและสื่อสารทางคณิตศาสตร์นี้ มีเรื่องของการคิดไตร่ตรอง สะท้อนกลับที่นักเรียนต้องใช้ในการแก้ปัญหา เข้ามารวมอยู่ด้วย จึงเกี่ยวข้องกับความสามารถในการวางแผน กลยุทธ์การแก้ปัญหา และใช้กลยุทธ์นั้นในการแก้ปัญหตามสถานการณ์ของปัญหานั้นซึ่งมักมีองค์ประกอบที่เพิ่มมากขึ้นหรือซับซ้อนขึ้น หรือมีความหมายใหม่ (หรือไม่คุ้นเคย) มากขึ้นกว่าในกลุ่มการเชื่อมโยง

การจำแนกกลุ่มสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ มีลักษณะจำเพาะต่างกัน สรุปได้ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 สรุปสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

(ตริวิรัช ทินประภา, 2560 : 15)

นอกจากข้อสอบของ PISA จะใช้สถานการณ์ที่มีอยู่ในโลกของความเป็นจริงแล้ว ยังต้องการให้นักเรียนใช้ความคิดที่สูงขึ้นไปจากการคิดคำนวณหาคำตอบที่เป็นตัวเลข แต่ต้องการให้นักเรียนรู้จักคิด ใช้เหตุผล และคำอธิบายมาประกอบคำตอบของตนอีกด้วย

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ประเด็นและสภาพปัญหาดังกล่าวจึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะทำวิจัยกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยทำการพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งมุ่งเน้นการเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Competencies) ทั้ง 3 กลุ่ม ประกอบไปด้วย 1. การทำใหม่ (Reproduction) 2. การต่อเชื่อม (Connection) และ 3. การสะท้อนและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ (Reflection and Communication)

จากรายงานการประเมินผลการเรียนรู้จากโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA) ขององค์กรเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (OECD) (สุนีย์ คล้ายนิล. 2549 : 104-154) OECD ได้ทำการศึกษาวิจัยในช่วง PISA 2003, PISA 405, 415 และ 423 ตามลำดับ จะเห็นว่านอกจากคะแนนคณิตศาสตร์จะต่ำแล้ว ยังพบว่านักเรียนไทยอ่อนด้อยในเนื้อหา “การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์” มากที่สุด เมื่อเทียบกับเนื้อหาอื่น ๆ และการประเมินใน PISA 2009 เปรียบเทียบกับ PISA 2003, PISA 2006 พบว่า นักเรียนไทยมีค่าเฉลี่ยการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ลดลงเรื่อย ๆ อย่าง

ต่อเนื่อง ภาพรวมทั้งประเทศ พบว่านักเรียนที่สามารถทำข้อสอบคณิตศาสตร์ได้มีค่ามาก โดยเฉลี่ยนักเรียนไม่ถึงหนึ่งในสาม (31.6 %) ตอบข้อสอบถูก และอีกมากกว่าสองในสามตอบผิดหรือไม่ตอบค่าเฉลี่ยจำนวน (9%) ของนักเรียนที่ตอบข้อสอบคณิตศาสตร์ถูกจำแนกตามกลุ่มโรงเรียนสรุปว่า มีนักเรียนเฉพาะจากโรงเรียนสาธิตเท่านั้นที่จำนวนเกินครึ่ง (55%) ตอบข้อสอบถูก ส่วนนักเรียนกลุ่มอื่นมีเพียงหนึ่งในสาม หรือหนึ่งในสี่ที่ตอบข้อสอบถูก สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนต่างภาคพื้นที่ เมื่อวิเคราะห์ตามภาคพื้นที่ พบว่ามีรูปแบบเช่นเดียวกับวิเคราะห์ตามกลุ่มโรงเรียน นักเรียนทำข้อสอบในสมรรถนะด้านการทำใหม่สูงกว่าด้านอื่น ๆ ทั้งนี้การตอบถูกของนักเรียนแต่ละพื้นที่ในแต่ละสมรรถนะมีคะแนนใกล้เคียงกันเมื่อแยกตามภาค โดยจำแนกเป็นสี่ภาค และเขตกรุงเทพมหานคร พบว่านักเรียนเขตกรุงเทพมหานครมีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดและภาคอีสานโดยเฉพาะอีสานล่างมีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด สำหรับผลการประเมินจำแนกตามแนวเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ที่ PISA 2009 ยังคงครอบคลุมแนวเนื้อหาการประเมินตั้งแต่ PISA 2003 ซึ่งประกอบด้วย ปฏิภูมิและรูปทรง สามมิติ การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ ปริมาณ และความไม่แน่นอน ผลการตอบข้อสอบของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างของนักเรียนไทยในภาพรวมแนวเนื้อหาสาระที่นักเรียนทำได้น้อยที่สุด คือ การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ที่มีนักเรียนหนึ่งในสี่ที่ตอบได้ รองลงมา คือ ความไม่แน่นอน (35%) ส่วนแนวเนื้อหาที่นักเรียนตอบได้มากที่สุด คือ ปริมาณ (37.49%) โดยเมื่อเปรียบเทียบการตอบข้อสอบของนักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงไปจาก PISA 2006 เพราะเกือบทุกแนวสาระจำนวนนักเรียนที่ตอบถูกมีสัดส่วนลดลงยกเว้นความไม่แน่นอน ซึ่งนักเรียนตอบได้น้อยที่สุดใน PISA 2006 แต่ปรากฏว่านักเรียนตอบได้เพิ่มขึ้นใน PISA 2009 และเป็นเนื้อหาเดียวที่เพิ่มขึ้น ความแตกต่างระหว่างนักเรียนหญิงกับนักเรียนชายในด้านคณิตศาสตร์ อาจถือได้ว่าไม่แตกต่างกัน แม้ว่านักเรียนชายที่ทำข้อสอบถูกจะมากกว่านักเรียนหญิงแต่แตกต่างกันด้วยช่องว่างที่แคบมากและผลสอบของนักเรียนใน PISA 2006 กับ PISA 2009 ไม่แตกต่างกันมากนัก โดยใน PISA 2006 นักเรียนหญิงทำได้มากกว่าเล็กน้อย ส่วนใน PISA 2009 นักเรียนหญิงตอบข้อสอบได้มีจำนวนลดลง แต่นักเรียนชายคงที่

ปัจจัยพื้นฐานที่ส่งผลต่อคุณภาพของการศึกษา PISA ให้ข้อมูลด้านปัจจัยพื้นฐาน ที่เป็นตัวกำหนดคุณภาพของการศึกษาในภาพรวมข้อมูลชี้ว่า 1) เศรษฐกิจของชาติเป็นตัวกำหนดคุณภาพการศึกษาของการศึกษาประเทศที่ร่ำรวยกว่า (ค่า GDP สูง) แสดงแนวโน้มว่านักเรียนมีผลการเรียนรู้ที่ดีกว่าแต่มีบางประเทศก็ไม่ได้เป็นไปตามแนวโน้มนี้เสมอไป ส่วนประเทศที่ยากจน PISA 2006 และ PISA 2009 โดยนำเสนอในส่วนของประเทศไทย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษาสุ่มจากนักเรียนอายุ 15 ปี ที่มีอยู่ในโรงเรียนทั่วประเทศ เก็บข้อมูลแยกตามสังกัดของโรงเรียน ได้แก่ กรมสามัญ (สศ.) หรือสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สามัญศึกษาเดิม (สพฐ.2) สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (สพช.) หรือสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานโรงเรียนขยายโอกาส (สพฐ.1) สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน (สช.) สำนักงานการศึกษากรุงเทพมหานคร

(กทม.) สำนักงานบริหารการศึกษาท้องถิ่น (กศท.) โรงเรียนสาธิตของมหาวิทยาลัย (สาธิต) และกรมอาชีวศึกษา (อศ.) ในการสุ่มตัวอย่างทำเป็นขั้นตอน 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนแรกสุ่มเลือกโรงเรียนจากแต่ละสังกัด โดยสุ่มตามสัดส่วนของจำนวนนักเรียนและดูการกระจายให้ทั่วประเทศ ขั้นตอนที่สองจากรายชื่อโรงเรียนที่สุ่มได้และโรงเรียนยินดีที่จะเข้าร่วมโครงการ กลุ่มนักเรียนจากโรงเรียนดังกล่าวมาจำนวน 35 คน โรงเรียนขนาดเล็กที่นักเรียนไม่ถึง 35 คนก็ให้เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด ในแต่ละปีที่ร่วมโครงการจะได้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างประมาณ 5,236 คน จากโรงเรียน 179 โรงเรียน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณผลการประเมินสะท้อนให้เห็นถึงระบบการศึกษาของประเทศ ทั้งในด้านคุณภาพการศึกษาและด้านความเท่าเทียมกันทางการศึกษา สำหรับด้านคุณภาพการศึกษาโดยอ้างอิงจากระดับผลการประเมินของนักเรียนต่างกลุ่ม เช่น นักเรียนชายหญิง นักเรียนในเมืองชนบท นักเรียนในแต่ละสังกัด นักเรียนต่างพื้นที่ ต่างภูมิภาค ต่างฐานะทางเศรษฐกิจและสังคม ตลอดจน ทรัพยากรโรงเรียนต่างกัน ในเชิงคุณภาพเมื่อเปรียบเทียบกับนานาชาติ หรือเทียบกับประเทศในเอเชียที่ก้าวหน้ากว่าประเทศไทย ได้แก่ จีน ฮองกง เกาหลี และญี่ปุ่น นักเรียนไทยแสดงผลการประเมินต่ำ หรือมีคุณภาพต่ำกว่าประเทศสมาชิก OECD และต่ำกว่าประเทศในเอเชียดังกล่าว โดยเฉพาะผลการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยยังคงต่ำกว่าระดับพื้นฐานเมื่อเทียบกับนานาชาติ ใน PISA 2003 ซึ่งเป็นปีที่มุ่งการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ย (417) ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD (500) ซึ่งอยู่ในส่วนต่ำสุด (Bottom Quarter) และคะแนนคณิตศาสตร์ด้านต่างๆ 4 ด้าน ตามกรอบการประเมินของ PISA คือ (1) ปริภูมิและรูปทรงสามมิติ (2) การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ (3) ปริมาณ และ (4) ความไม่แน่นอน มีคะแนน 424 (ค่า GDP ต่ำ) และมีค่าใช้จ่ายทางการศึกษาต่ำ ไม่มีประเทศใดที่แสดงแนวโน้มที่จะมีคะแนนสูงกว่าค่าเฉลี่ย OECD ซึ่งหนึ่งในจำนวนนี้ คือ ประเทศไทย 2) สิ่งแวดล้อมทางโรงเรียนมีผลต่อคุณภาพการเรียนรู้ ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่แสดงความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงเป็นนักเรียนในโรงเรียนที่สิ่งแวดล้อมทางโรงเรียนดี ซึ่งได้แก่ ขวัญและกำลังใจในการทำงานของครูความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างครูกับนักเรียน นักเรียนมีความพยายามและแสดงความสนใจในการเรียนและมีความวิตกกังวลต่อวิชาคณิตศาสตร์น้อย รวมไปถึงบรรยากาศในชั้นเรียนที่ดีด้วย 3) ภูมิหลังทางเศรษฐกิจและสังคมของครอบครัว มีผลต่อคุณภาพการเรียนรู้ของนักเรียน 4) ทรัพยากรโรงเรียนและการลงทุนทางการศึกษา โดยพบว่า ทรัพยากรที่ส่งผลต่อคุณภาพการเรียนรู้ของนักเรียน คือ ทรัพยากรการเรียน เช่น อุปกรณ์การเรียน หนังสือ ห้องสมุด เครื่องมือวิทยาศาสตร์ เป็นต้น ในด้านทรัพยากรบุคคลในประเทศไทยพบว่า สิ่งที่เป็นปัญหา คือ ครูมีวุฒิการศึกษาไม่ตรงกับวิชาที่สอน และมีโรงเรียนบางกลุ่ม เช่น โรงเรียนขยายโอกาสยังขาดแคลนครู 5) ปัจจัยด้านนักเรียน ได้แก่ ความสนใจในการเรียนคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรที่ส่งอิทธิพลต่อการเรียนรู้ โดยเฉพาะความสนใจในด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนต่ำกว่าความสนใจในการอ่าน และนักเรียนหญิง มีความสนใจวิชาคณิตศาสตร์น้อยกว่า

นักเรียนชาย แรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่าแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์ ความกลัว ความเครียด ความกดดัน ความสิ้นหวังในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ ความล้มเหลวในอดีตในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนหญิงมีความวิตกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์มากกว่านักเรียนชาย และวิตกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางลบกับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ กลยุทธ์ทางการเรียนของนักเรียน ซึ่ง PISA 2003 ได้สำรวจและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับกลยุทธ์การควบคุมการเรียนรู้ กลยุทธ์ในการใช้ความจำ และกลยุทธ์ในการขยายความรู้มีผลต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน เวลาที่ใช้ในการเรียนทั้งเวลาที่ใช้ในการเรียนในโรงเรียนและการเรียนพิเศษนอกห้องเรียน ความมีระเบียบวินัยของนักเรียน ความรับผิดชอบของนักเรียน ขวัญกำลังใจและพันธกิจต่อการเรียนของนักเรียน มีผลต่อการเรียนรู้และการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน

เนื่องจากหลักสูตรตามสาระหลักวิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียนโดยทั่วไปแล้วจะสอนเนื้อหาสาระต่าง ๆ เช่น จำนวน พีชคณิต เรขาคณิต ฯลฯ อย่างไรก็ตามในโลกของความจริง ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ไม่ได้จัดระเบียบมาเป็นหมวดหมู่หรือแยกเนื้อหาสาระมาให้ และไม่ค่อยมีปรากฏการณ์ใดที่สามารถใช้ความรู้จากเนื้อหาสาระเดียวมาแก้ปัญหาได้ แต่ต้องใช้พื้นฐานความรู้ที่กว้างขวาง ครอบคลุมหลายด้านกว่าที่ใช้ในห้องเรียน โดยการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จะประเมินความสามารถของนักเรียนที่นำเอาความรู้และทักษะคณิตศาสตร์มาใช้ในสถานการณ์ที่ท้าทายที่อาจพบในชีวิตจริงหรือบทบาทที่ต่างกัน และในวิธีการที่ต่างกัน ซึ่งการที่จะใช้ความรู้และทักษะดังกล่าวได้ต้อง มีพื้นฐานความรู้คณิตศาสตร์ที่เรียนในโรงเรียนอย่างดีพอ (โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2557 : 8) การประเมินผลของ OECD/PISA จึงมี จุดประสงค์ในการประเมินสถานการณ์และบริบท เนื้อหาของคณิตศาสตร์ และสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่เป็นองค์ประกอบของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2557 : 4-6)

คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มโรงเรียนมาตรฐานสากลที่ได้รับการคัดเลือกเป็นกลุ่ม ตัวอย่างจำนวน 52 แห่งมาจัดเรียงร่วมกับคะแนนเฉลี่ยของประเทศต่าง ๆ พบว่า มีโรงเรียนของประเทศไทย 2 แห่งที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าประเทศสิงคโปร์ หรือมีโรงเรียนของประเทศไทย 2 แห่งที่มีคะแนนเฉลี่ยเป็นอันดับ 1 ของโลก มากกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนประเทศสิงคโปร์ ยกเว้นคณิตศาสตร์ มีเพียง 1 โรงเรียนที่มีคะแนนสูงกว่าสิงคโปร์ และมีโรงเรียนมาตรฐานสากลจำนวน 46 แห่งที่มีค่าคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าค่าคะแนนเฉลี่ยของ PISA โรงเรียนมาตรฐานสากลของไทยจำนวน 5 แห่งที่มีค่าคะแนนเฉลี่ยทั้ง 3 ด้านต่ำกว่าค่าคะแนนเฉลี่ยของประเทศไทย เมื่อพิจารณาถึงคะแนนเฉลี่ยสูงสุด 10 อันดับของโลก มีโรงเรียนมาตรฐานสากลระดับมัธยมศึกษาของไทยที่อยู่ในภูมิภาคติดอยู่ 1 แห่ง คือ โรงเรียนมัธยมศึกษาในจังหวัด นครศรีธรรมราช สพม.12

ตารางที่ 2 แสดงการจัดลำดับโรงเรียนตามผลคะแนนเฉลี่ยรวมทั้ง 3 ด้าน จากผลการทดสอบของ PISA ปี 2015 ของกลุ่มโรงเรียนมาตรฐานสากล สพฐ.

ที่	ประเภทโรงเรียน	ค่าเฉลี่ยด้าน			เฉลี่ย 3 ด้าน
		วิทยาศาสตร์	การอ่าน	คณิตศาสตร์	
คะแนนเฉลี่ยของ PISA		493	493	490	492
คะแนนเฉลี่ยกลุ่มโรงเรียน มาตรฐานสากล		458	448	447	451
1	มัธยม Intensive School กทม. สพม.1	584	569	597	583
2	มัธยม Intensive School กทม. สพม.1	567	551	553	557
3	มัธยม นครศรีธรรมราช สพม.12	520	513	515	516
4	มัธยม ชลบุรี สพม.18	509	507	510	509
5	มัธยม Intensive School พิษณุโลก สพม.39	512	519	490	507
6	มัธยม กรุงเทพฯ สพม.2	490	494	480	488
7	มัธยม Intensive School ชลบุรี สพม.18	503	478	475	485
8	มัธยม กรุงเทพฯ สพม.1	482	473	493	483
9	มัธยม สิงห์บุรี สพม.5	485	468	481	478
10	มัธยม อ่างทอง สพม.5	488	465	479	477
11	มัธยม กรุงเทพฯ สพม.2	492	467	469	476
13	มัธยม Intensive School สกลนคร สพม.23	481	474	466	474
12	มัธยม Intensive School กรุงเทพฯ สพม.2	490	482	449	474
14	มัธยม นครราชสีมา สพม.31	487	454	467	469
15	มัธยม กรุงเทพฯ สพม.2	471	467	465	468
16	มัธยม พัทลุง สพม.12	466	470	461	466
17	มัธยม กรุงเทพฯ สพม.1	473	470	445	463

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ที่	ประเภทโรงเรียน	ค่าเฉลี่ยด้าน			เฉลี่ย 3 ด้าน
		วิทยาศาสตร์	การอ่าน	คณิตศาสตร์	
คะแนนเฉลี่ยของ PISA		493	493	490	492
คะแนนเฉลี่ยกลุ่มโรงเรียน มาตรฐานสากล		458	448	447	451
18	มัธยม อุดรธานี สพม.20	463	452	462	459
19	มัธยม อุดรดิตต์ สพม.39	461	440	473	458
20	มัธยม อุบลราชธานี สพม.29	460	456	453	456
21	มัธยม นครราชสีมา สพม.31	470	462	436	456
22	มัธยม กรุงเทพ สพม.2	456	456	445	452
23	มัธยม ยโสธร สพม.28	462	453	440	452
24	มัธยม กรุงเทพ สพม.1	461	442	448	450
25	มัธยม กรุงเทพ สพม.2	445	451	445	447
26	มัธยม อุทัยธานี สพม.42	465	445	430	447
28	มัธยม สุราษฎร์ธานี สพม.11	465	444	425	445
27	มัธยม อุบลราชธานี สพม.29	447	446	441	445
29	มัธยม ชุมพร สพม.11	450	447	433	443
30	มัธยม มหาสารคาม สพม.26	449	429	450	443
31	มัธยม กำแพงเพชร สพม.41	447	445	426	439
32	มัธยม ระนอง สพม.14	446	431	438	438
33	มัธยม กรุงเทพ สพม.2	437	436	436	436
34	มัธยม ระยอง สพม.18	437	429	436	434
36	มัธยม ชัยภูมิ สพม.30	441	433	421	432
35	มัธยม สมุทรปราการ สพม.6	442	442	411	432
37	มัธยม เพชรบูรณ์ สพม.40	443	420	430	431
38	มัธยม นครราชสีมา สพม.31	436	427	429	431
39	มัธยม ปราจีนบุรี สพม.7	430	426	434	430
40	มัธยม นครปฐม สพม.9	422	426	431	426
41	มัธยม เชียงใหม่ สพม.34	430	430	409	423

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ที่	ประเภทโรงเรียน	ค่าเฉลี่ยด้าน			เฉลี่ย 3 ด้าน
		วิทยาศาสตร์	การอ่าน	คณิตศาสตร์	
คะแนนเฉลี่ยของ PISA		493	493	490	492
คะแนนเฉลี่ยกลุ่มโรงเรียน มาตรฐานสากล		458	448	447	451
42	มัธยม ลำปาง สพม.35	436	406	426	423
43	มัธยม อุตรธานี สพม.20	419	422	427	423
44	มัธยม เชียงราย สพม.36	428	435	403	422
45	มัธยม ขอนแก่น สพม.25	425	429	411	422
46	มัธยม สมุทรสาคร สพม.10	441	390	422	418
47	มัธยม กาญจนบุรี สพม.8	418	410	420	416
48	มัธยม นครปฐม สพม.9	431	410	394	412
49	ประถมศึกษาร้อยเอ็ด สพป.เขต 1	397	373	432	401
50	มัธยม อุตรธานี สพม.20	408	386	385	393
51	มัธยม พัทลุง สพม.12	393	371	372	379

จากตารางที่ 2 พบว่า โรงเรียนในกลุ่มโรงเรียนมาตรฐานสากลทั้ง 52 แห่ง มีการจัดลำดับ โดยโรงเรียนที่มี คะแนนเฉลี่ยทั้ง 3 ด้านสูงสุด ในกลุ่ม TOPTEN เป็นโรงเรียนมาตรฐานสากล (Intensive School) ที่อยู่ในเมืองหลวง 2 แห่ง และภูมิภาค 2 แห่ง ส่วนคะแนนค่าเฉลี่ยทั้ง 3 ด้าน ต่ำสุดเป็นโรงเรียนมาตรฐานสากลที่อยู่ในภาคใต้

ตารางที่ 3 แสดงการจัดลำดับโรงเรียนมาตรฐานสากลในการสอบโครงการ PISA ปี ค.ศ.2015 ที่เป็น กลุ่มตัวอย่างของ OECD จำนวน 52 แห่ง โดยใช้คะแนนเฉลี่ยการรู้วิทยาศาสตร์เป็นหลัก (แบบของ PISA)

ที่	ประเภทโรงเรียน	จังหวัด	เขต พื้นที่	ค่าเฉลี่ยด้าน		
				วิทยาศาสตร์	การ อ่าน	คณิตศาสตร์
1	มัธยม Intensive School	กรุงเทพ	สพม.1	584	569	597

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ที่	ประเภทโรงเรียน	จังหวัด	เขตพื้นที่	ค่าเฉลี่ยด้าน		
				วิทยาศาสตร์	การอ่าน	คณิตศาสตร์
1	มัธยม Intensive School	กรุงเทพ	สพม.1	584	569	597
2	มัธยม Intensive School	กรุงเทพ	สพม.1	567	551	553
3	มัธยม	นครศรีธรรมราช	สพม.12	520	513	515
4	มัธยม Intensive School	พิษณุโลก	สพม.39	512	519	490
5	มัธยม	ชลบุรี	สพม.18	509	507	510
6	มัธยม Intensive School	ชลบุรี	สพม.18	503	478	475
คะแนนเฉลี่ยของ PISA				493	493	490
7	มัธยม	กรุงเทพ	สพม.2	492	467	469
8	มัธยม	กรุงเทพ	สพม.2	490	494	480
9	มัธยม Intensive School	กรุงเทพ	สพม.2	490	482	449
10	มัธยม	อ่างทอง	สพม.5	488	465	479
11	มัธยม	นครราชสีมา	สพม.31	487	454	467
12	มัธยม	สิงห์บุรี	สพม.5	485	468	481
13	มัธยม	กรุงเทพ	สพม.1	482	473	493
14	มัธยม Intensive School	สกลนคร	สพม.23	481	474	466
15	มัธยม	กรุงเทพ	สพม.1	473	470	445
16	มัธยม	กรุงเทพ	สพม.2	471	467	465
17	มัธยม	นครราชสีมา	สพม.31	470	462	436
18	มัธยม	พัทลุง	สพม.12	466	470	461

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ที่	ประเภทโรงเรียน	จังหวัด	เขต พื้นที่	ค่าเฉลี่ยด้าน		
				วิทยาศาสตร์	การ อ่าน	คณิตศาสตร์
19	มัธยม	สุราษฎร์ธานี	สพม.11	465	444	425
20	มัธยม	อุทัยธานี	สพม.42	465	445	430
21	มัธยม	อุดรธานี	สพม.20	463	452	462
22	มัธยม	ยโสธร	สพม.28	462	453	440
23	มัธยม	กรุงเทพ	สพม.1	461	442	448
24	มัธยม	อุดรดิษฐ์	สพม.39	461	440	473
25	มัธยม	อุบลราชธานี	สพม.29	460	456	453
คะแนนเฉลี่ยกลุ่มโรงเรียนมาตรฐานสากล				458	448	447
26	มัธยม	กรุงเทพ	สพม.2	456	456	445
27	มัธยม	ชุมพร	สพม.11	450	447	433
28	มัธยม	มหาสารคาม	สพม.26	449	429	450
29	มัธยม	อุบลราชธานี	สพม.29	447	446	441
30	มัธยม	กำแพงเพชร	สพม.41	447	445	426
31	มัธยม	ระนอง	สพม.14	446	431	438
32	มัธยม	กรุงเทพ	สพม.2	445	451	445
33	มัธยม	เพชรบูรณ์	สพม.40	443	420	430
34	มัธยม	สมุทรปราการ	สพม.6	442	442	411
35	มัธยม	สมุทรสาคร	สพม.10	441	390	422
36	มัธยม	ชัยภูมิ	สพม.30	441	433	421
37	มัธยม	กรุงเทพ	สพม.2	437	436	436
38	มัธยม	ระยอง	สพม.18	437	429	436
39	มัธยม	นครราชสีมา	สพม.31	436	427	429
40	มัธยม	ลำปาง	สพม.35	436	406	426
41	มัธยม	นครปฐม	สพม.9	431	410	394
42	มัธยม	ปราจีนบุรี	สพม.7	430	426	434
43	มัธยม	เชียงใหม่	สพม.34	430	430	409

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ที่	ประเภทโรงเรียน	จังหวัด	เขต พื้นที่	ค่าเฉลี่ยด้าน		
				วิทยาศาสตร์	การ อ่าน	คณิตศาสตร์
44	มัธยม	เชียงราย	สพม.36	428	435	403
45	มัธยม	ขอนแก่น	สพม.25	425	429	411
46	มัธยม	นครปฐม	สพม.9	422	426	431
47	มัธยม	อุดรธานี	สพม.20	419	422	427
48	มัธยม	กาญจนบุรี	สพม.8	418	410	420
49	มัธยม	อุดรธานี	สพม.20	408	386	385
50	ประถมศึกษา	ร้อยเอ็ด	สพป. ร้อยเอ็ด เขต 1	397	373	432
51	มัธยม	พัทลุง	สพม.12	393	371	372
52	มัธยม	กระบี่	สพม.13	367	373	357

จากตารางที่ 3 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มโรงเรียนมาตรฐานสากลต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของ PISA ในทุก ๆ ด้าน มีโรงเรียนมาตรฐานสากล 5 แห่งที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของ PISA และมีโรงเรียนมาตรฐานสากล 21 แห่งที่มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มโรงเรียนมาตรฐานสากล นอกนั้นต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของ PISA และกลุ่มโรงเรียนมาตรฐานสากล

และผลการศึกษาคะแนนเฉลี่ย PISA 2015 วิชาคณิตศาสตร์ของโรงเรียนในเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD ซึ่งจะเห็นได้จากตารางที่ 4 ดังนี้

พูน ปณ ทิโต ชีเว

ตารางที่ 4 แสดงการจัดลำดับประเทศสมาชิก OECD ตามคะแนนเฉลี่ยผลการสอบ PISA ปี 2015 โดยใช้คะแนนเฉลี่ยวิทยาศาสตร์เป็นหลักในการจัดลำดับ และเปรียบเทียบกับคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มโรงเรียนมาตรฐานสากล ประเทศไทยที่ได้เป็นกลุ่มตัวอย่างของ PISA

	Country	Science Mean score in PISA 2015 Mean	Reading Mean score in PISA 2015 Mean	Mathematics Mean score in PISA 2015 Mean
	OECD average	493	493	490
	มัธยม Intensive School กทม. สพม.1	584	569	597
	มัธยม Intensive School กทม. สพม.1	567	551	553
1	Singapore	556	535	564
2	Japan	538	516	532
3	Estonia	534	519	520
4	Chinese Taipei	532	497	542
5	Finland	531	526	511
6	Macao (China)	529	509	544
7	Canada	528	527	516
8	Viet Nam	525	487	495
9	Hong Kong (China)	523	527	548
10	B-S-J-G (China)	518	494	531
43	Greece	455	467	454
	มัธยม ชุมพร สพม.11	450	447	433
	มัธยม มหาสารคาม สพม.26	449	429	450
44	Chile	447	459	423
	มัธยม ขอนแก่น สพม.25	425	429	411
	มัธยม นครปฐม สพม.9	422	426	431
54	Thailand	421	409	415
55	Costa Rica	420	427	400

ตารางที่ 4 (ต่อ)

	Country	Science Mean score in PISA 2015 Mean	Reading Mean score in PISA 2015 Mean	Mathematics Mean score in PISA 2015 Mean
	OECD average	493	493	490
	มัธยม อุดรธานี สพม.20	419	422	427
65	Lebanon	386	347	396
66	Tunisia	386	361	367
67	FYROM	384	352	371
68	Kosovo	378	347	362
69	Algeria	376	350	360
70	Dominican Republic	332	358	328

ผลการประเมินจาก PISA มีความหมายต่ออนาคตของประเทศชาติ ประเทศสมาชิก OECD ถือว่าผลการประเมินนี้เป็น “นาฬิกาปลุก” ให้ประเทศ ใน Developed World ให้ระลึกไว้ว่าจะไม่มีต้นทุนกำลังคนเหนือกว่าโลกตะวันออกอย่างที่เคยเป็นมาอีกต่อไปแล้ว ในโลกที่การแข่งขันเป็นไปอย่างเข้มข้น ประเทศจำเป็นต้องทำงานอย่างหนักเพื่อคงไว้ซึ่งคนที่มีความรู้และทักษะที่โลกยุคใหม่ต้องการ (OECD, 2010b) ประเทศไทยเองก็มีข้อมูลที่เป็นนาฬิกาปลุกมาตลอดทุกครั้งที่มีการประเมิน หากแต่ยังไม่มีความคืบหน้าจากระดับนโยบาย แม้กระนั้นก็ตามเรายังคงพูดกันเสมอถึงอำนาจการแข่งขันกับประชาคมโลก ถึงเวลาที่ระบบต้องเอาจริงกับการยกระดับคุณภาพการเรียนรู้ของเยาวชนไทย ซึ่งข้อมูลจากการประเมินผลมีให้มากมายที่ระบบจะสามารถนำมาใช้ประโยชน์ และใช้เป็นเป้าหมายที่จะโจมตีจุดอ่อนของคุณภาพการศึกษาไทย โดยการพุ่งเป้าที่นักเรียนกลุ่มอ่อนให้ได้รับการส่งเสริม สนับสนุนให้มากพอ การที่รัฐจัดสรรทรัพยากรให้นักเรียนอย่างเท่ากันทุกคนไม่ใช่คำตอบเพราะ นักเรียนมีพื้นฐานไม่เท่ากัน การจัดหาทรัพยากรให้เท่าเทียมกันจึงเท่ากับเป็นการขยายช่องว่างระหว่างกลุ่มให้กว้างขึ้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2561 : 274-275) ซึ่งผู้วิจัยต้องการเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 กลุ่ม โดยใช้โปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

ความหมายของโปรแกรม

สุดาเรศ แจ่มเดชะศักดิ์ (2543 : 57) ให้ความหมายของโปรแกรมไว้ว่า คือรายละเอียดของแนวทางการจัดประสบการณ์การเรียนรู้เพื่อมุ่งเน้นพัฒนาการเรียนรู้โดยทั่วไป หรือผู้เรียนที่มีคุณลักษณะพิเศษ เช่น เด็กที่มีความสามารถพิเศษ เด็กพิการ เด็กที่มีผลการเรียนต่ำ ให้ผู้เรียนนั้นได้รับการพัฒนาไปตามจุดมุ่งหมายหรือลักษณะของโปรแกรมที่วางไว้ เช่น การพัฒนาโปรแกรมการศึกษาสำหรับเด็กพิเศษ โปรแกรมการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษ ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (พสวท.) โปรแกรมการศึกษาทางอาชีพ โปรแกรมการเตรียมความพร้อมทางอาชีพ เป็นต้น

องค์ประกอบของโปรแกรม/หลักการในการพัฒนาโปรแกรม

จากการศึกษาของ สุดาเรศ แจ่มเดชะศักดิ์ (2543 : 57) กล่าวว่า Cooper และ Worden ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับโปรแกรมว่ามีส่วนประกอบ ดังต่อไปนี้

1. จุดประสงค์
2. ความต้องการของผู้เรียน ลักษณะผู้เรียน ความสามารถของนักเรียนที่จะสอน
3. กระบวนการเรียนการสอน
4. สื่อ วัสดุอุปกรณ์ หนังสือ เกมและสิ่งอื่นที่ต้องการใช้

วรภรณ์ โพธิ์ศรีประเสริฐ (2545 : 37) ได้ศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบในการพัฒนาโปรแกรม จากแนวคิดของ Boyle ดังนี้

1. การสร้างพื้นฐานทางปรัชญาในการพัฒนาโปรแกรมความเชื่อและค่านิยมของนักพัฒนาโปรแกรมแต่ละคนที่แตกต่างกันจะส่งผลกระทบต่อการพัฒนาโปรแกรม เช่น ถ้านักพัฒนาโปรแกรมมีความเชื่อพื้นฐานเชิงปรัชญาว่าผู้เรียนควรเป็นศูนย์กลาง ของการเรียนการสอนและเป็นผู้ที่สามารถจะชี้นำตัวเองได้ การจัดการเรียนการสอนจะให้ความสำคัญกับเทคนิคที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพยายามศึกษาและเรียนรู้ด้วยตนเองมากที่สุด

2. การวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาความต้องการหรือสิ่งที่ผู้เข้าร่วมโปรแกรมกังวล ห่วงใยเป้าหมายที่สำคัญที่สุดของการพัฒนาโปรแกรมทางการศึกษาสำหรับผู้ใหญ่ คือ การช่วยให้ผู้เข้าร่วมโปรแกรมบรรลุความสำเร็จในเรื่องที่เป็นประโยชน์แก่ตัวเองในการวิเคราะห์ความต้องการและปัญหาอาจไม่ใช่ปัญหาที่แท้จริงนักพัฒนาโปรแกรมจึงต้องวิเคราะห์สถานการณ์อย่างลึกซึ้งจนสามารถลำดับความต้องการและปัญหาได้

3. การมีส่วนร่วมของผู้รับบริการ เป็นการส่งเสริมให้บุคคลสนใจและบุคคลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการของโปรแกรมและกิจกรรมต่าง ๆ ที่จัดขึ้น แนวคิดเรื่องการมีส่วนร่วมนี้ เป็นเรื่องสำคัญมากสำหรับการพัฒนาโปรแกรมทุกประเภท

4. ระดับทางสติปัญญาและสถานภาพทางสังคมของผู้เข้าร่วมโปรแกรมนักพัฒนา จะต้องให้ความสำคัญเรื่องความแตกต่างของบุคคลจะต้องรู้ว่าผู้ใหญ่ต่างจากเด็กแม้จะอยู่ในกลุ่มวิชาชีพเดียวกัน ก็มีความแตกต่างเกี่ยวกับเจตคติในการเรียนรู้ภูมิหลังทางสังคมเศรษฐกิจ เชื้อชาติ และประสบการณ์ในวิชาชีพ ความแตกต่างของแต่ละบุคคลมีผลต่อกระบวนการพัฒนาโปรแกรม ตัวอย่างเช่น ผู้เรียนที่มีประสบการณ์น้อยในสถานการณ์ที่ใช้กระบวนการกลุ่มจะหวาดกลัวการเรียนการสอนในรูปแบบกลุ่มต่าง ๆ

5. ศึกษาแหล่งข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์และการกำหนดจุดประสงค์โปรแกรม แหล่งข้อมูลที่ควรศึกษาคือ ตัวผู้เข้าร่วมโปรแกรม สถานการณ์ปัจจุบันเกี่ยวกับสังคม หรือสภาพแวดล้อมทางสังคมและเศรษฐกิจของผู้เรียนและเนื้อหาวิชาการ แหล่งข้อมูลใดแหล่งหนึ่ง ไม่เพียงพอต่อการกำหนดวัตถุประสงค์ที่ดี

6. การยอมรับเรื่องข้อจำกัดเกี่ยวกับสถาบันและบุคคล ข้อจำกัดต่าง ๆ ได้แก่ ปรัชญาขององค์กรเกี่ยวกับการพัฒนาโปรแกรมหรือกลุ่มในสังคมมีความคิดเห็นขัดแย้งงบประมาณ ไม่เพียงพอ ความเชื่อของผู้ให้การสนับสนุนทางการเงิน ความเชื่อของผู้รับบริการเกี่ยวกับโปรแกรม ความเชื่อของฝ่ายบริหารภายในองค์กรเกี่ยวกับลำดับความสำคัญของโปรแกรมความเชื่อของนักพัฒนาโปรแกรมเองเกี่ยวกับโปรแกรม

7. ระดับความยืดหยุ่นของการวางแผนโปรแกรม เนื่องจากการพัฒนาโปรแกรมมีลักษณะเป็นการพัฒนาและเกี่ยวกับปัญหา การกำหนดและพยายามควบคุมทุกปัจจัยทุกขั้นตอนเป็นเรื่องยาก การประเมินผลวัตถุประสงค์และวิธีการต่างๆ อย่างต่อเนื่องจะช่วยให้ได้หลายทางเลือก ทำให้โปรแกรมมีความยืดหยุ่น

8. การเลือกและการจัดกิจกรรมเชิงประสบการณ์การเรียนรู้ การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพผลจะเกิดขึ้นได้เมื่อผู้เรียนและผู้สอนร่วมมือกัน ผู้เรียนที่คิดว่าไม่ต้องทำอะไรนอกจากฟังบรรยาย จะไม่ประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

9. การประเมินประสิทธิภาพผลและผลกระทบจุดมุ่งหมายสำคัญของการประเมิน คือ การนำผลไปใช้ประกอบการตัดสินใจเกี่ยวกับการพัฒนาโปรแกรมการประเมินผลโปรแกรมจึงเกี่ยวข้องกับเรื่องต่อไปนี้

9.1 การกำหนดมาตรฐานหรือเกณฑ์

9.2 การรวบรวมข้อมูลหลักฐานเกี่ยวกับเกณฑ์ที่กำหนดขึ้น

9.3 การพิจารณาตัดสินผลโดยเปรียบเทียบระหว่างเกณฑ์กับข้อมูลที่

รวบรวมไว้

10. การเลือกวิธีการ เทคนิคและอุปกรณ์การเรียนการสอนอย่างเหมาะสม โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเลือก

Caffarella (1994) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาโปรแกรมสรุปได้ดังนี้

1. การพัฒนาจุดประสงค์ของโปรแกรม

- 1.1 กำหนดจุดประสงค์ของโปรแกรมเพื่อสะท้อนให้ผู้เรียนหรือผู้รับบริการตระหนักถึงคุณค่าและประโยชน์จากโปรแกรม
- 1.2 ประเมินทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ
- 1.3 ตรวจสอบว่าวัตถุประสงค์ของโปรแกรมมีความชัดเจนหรือไม่ก่อนนำเสนอผู้เกี่ยวข้อง
- 1.4 ใช้วัตถุประสงค์ของโปรแกรมเป็นการตรวจสอบภายในว่าโปรแกรมมีความสอดคล้องตรงกับความต้องการและปัญหาหรือไม่ เช่น วิธีการจัดการเรียนการสอนการประเมินความต้องการ

2. การสร้างแผนการเรียนรู้

- 2.1 กำหนดวัตถุประสงค์ของแต่ละกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างชัดเจน
- 2.2 เลือกและลำดับเนื้อหาสาระตามระดับความรู้และประสบการณ์ของผู้เรียนตามลักษณะเนื้อหาวิชาการและสิ่งที่ผู้สอนเห็นว่าเหมาะสม
- 2.3 เลือกเทคนิคการเรียนการสอนเพื่อให้ได้ผลตามที่คาดหวังไว้ในการจัดการเรียนการสอน เช่น การบรรยาย กรณีศึกษา บทบาทสมมติ การละเล่น การเล่าเรื่อง
- 2.4 เลือกและพัฒนาสื่อที่จะเสริมการเรียนการสอน
- 2.5 ในแต่ละกิจกรรมเลือกวิธีการประเมินผลที่จะช่วยเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนและช่วยให้รู้ว่าการเรียนการสอนได้ผลตามที่คาดหวังไว้หรือไม่

3. การสร้างแผนงานการประเมินผล

- 3.1 ระบุระเบียบวิธีการที่จะประเมินผล ทั้งที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ
- 3.2 กำหนดวิธีการที่จะรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อการประเมินผล เช่น การสังเกต การใช้แบบสอบถาม
- 3.3 วางแผนล่วงหน้าว่าจะใช้วิธีการใดในการวิเคราะห์ข้อมูลและวิธีการใดที่จะนำมาใช้เสนอผลการประเมิน
- 3.4 อธิบายเกณฑ์ในการพิจารณาคุณค่าและประโยชน์ของโปรแกรม
- 3.5 นำผลจากการประเมินโปรแกรมและเสนอข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงโปรแกรมต่อไปในอนาคต

Joyce และ Weil (1985) กล่าวถึงหลักการในการพัฒนาโปรแกรมหรือรูปแบบการสอน สรุปสาระสำคัญได้ดังนี้

1. โปรแกรมหรือรูปแบบการสอนต้องมีทฤษฎีรองรับ เช่น ทฤษฎีด้านจิตวิทยาการเรียนรู้ เป็นต้น
2. เมื่อพัฒนาโปรแกรมหรือรูปแบบการสอนแล้วก่อนนำไปใช้อย่างแพร่หลายต้องมีการวิจัยเพื่อทดสอบทฤษฎีและตรวจสอบคุณภาพในเชิงการใช้ในสถานการณ์จริงและนำข้อค้นพบมาปรับปรุงแก้ไข
3. การพัฒนาโปรแกรมหรือรูปแบบการสอนอาจออกแบบให้ใช้ได้กว้างขวางหรือเพื่อวัตถุประสงค์เฉพาะเจาะจงอย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้
4. การพัฒนาโปรแกรมหรือรูปแบบการสอนจะมีจุดมุ่งหมายหลักที่ถือเป็นตัวตั้งในการพิจารณาเลือกรูปแบบไปใช้ กล่าวคือ ถ้าผู้ใช้นำรูปแบบการสอนไปใช้ตรงกับจุดมุ่งหมายหลักจะทำให้เกิดผลสูงสุดแต่ก็สามารถนำรูปแบบนั้นไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่นได้ถ้าเห็นว่าเหมาะสม

ขั้นตอนในการพัฒนาโปรแกรม

Mclaughlin และ Eares (1796) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับลำดับขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การประเมินผู้เรียน
2. การตั้งเป้าหมายและจุดประสงค์การสอน
3. การวิเคราะห์งาน
4. การเลือกและใช้กลยุทธ์การสอนรวมทั้งวัสดุอุปกรณ์
5. การประเมินผลโปรแกรม

การประเมินผลโปรแกรม

ในการพัฒนาโปรแกรมการศึกษาต้องมีการประเมินผลโปรแกรมเพื่อทราบว่าโปรแกรมนั้นมีคุณภาพมากน้อยเพียงใด ตามความคิดเห็นของไทเลอร์ (1949) การประเมินผล คือ การเปรียบเทียบพฤติกรรมเฉพาะอย่างกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่วางไว้ โดยมีความเชื่อว่า จุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้อย่างชัดเจน รัดกุมและจำเพาะเจาะจงแล้วจะเป็นแนวทางช่วยในการประเมินได้เป็นอย่างดีในภายหลัง

การทดสอบประสิทธิภาพของโปรแกรม

ชัยวงศ์ พรหมวงศ์ (2556 : 7-19) ได้ให้แนวคิดในการทดสอบประสิทธิภาพของโปรแกรม ไว้ว่า การผลิตโปรแกรมหรือชุดกิจกรรมนั้น ก่อนนำไปใช้จริงจะต้องนำโปรแกรมหรือชุดกิจกรรมที่ผลิตขึ้นไปทดสอบประสิทธิภาพเพื่อดูว่าโปรแกรมหรือชุดกิจกรรมทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นหรือไม่ มีประสิทธิภาพในการช่วยให้กระบวนการเรียนการสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพเพียงใด มีความสัมพันธ์กับผลลัพธ์หรือไม่และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนจากโปรแกรมหรือชุดกิจกรรม

ในระดับใด ดังนั้นผู้ผลิตสื่อการสอนจำเป็นจะต้องนำโปรแกรมหรือชุดกิจกรรมไปหาคุณภาพ เรียกว่า การทดสอบประสิทธิภาพ ซึ่งความจำเป็นที่จะต้องหาประสิทธิภาพการทดสอบประสิทธิภาพของ โปรแกรมหรือชุดกิจกรรมมีความจำเป็นด้วยเหตุผล 3 ประการ คือ

1. สำหรับหน่วยงานผลิตโปรแกรมหรือชุดกิจกรรม การทดสอบประสิทธิภาพช่วยประกันคุณภาพของโปรแกรมหรือชุดกิจกรรมว่าอยู่ในขั้นสูง เหมาะสมที่จะลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก หากไม่มีการทดสอบประสิทธิภาพเสียก่อนแล้ว เมื่อผลิตออกมาใช้ประโยชน์ไม่ได้ดี ก็จะต้องผลิตหรือทำขึ้นใหม่เป็นการสิ้นเปลืองทั้งเวลา แรงงานและเงินทอง

2. สำหรับผู้ใช้โปรแกรมหรือชุดกิจกรรมโปรแกรมหรือชุดกิจกรรมที่ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพจะทำหน้าที่เป็นเครื่องมือช่วยสอนได้ดี ในการสร้างสภาพการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามที่มุ่งหวัง บางครั้งชุดการสอนต้องช่วยครูสอนบางครั้งต้องสอนแทนครู (อาทิในโรงเรียนมีครูคนเดียว) ดังนั้น ก่อนนำโปรแกรมหรือชุดกิจกรรมไปใช้ ครูจึงควรมั่นใจว่า ชุดการสอนนั้นมีประสิทธิภาพในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนจริง การทดสอบประสิทธิภาพตามลำดับขั้นจะช่วยให้เราได้โปรแกรมหรือชุดกิจกรรมที่มีคุณค่าทางการสอนจริงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

3. สำหรับผู้ผลิตโปรแกรมหรือชุดกิจกรรมการทดสอบประสิทธิภาพจะทำให้ผู้ผลิตมั่นใจได้ว่า เนื้อหาสาระที่บรรจุลงในโปรแกรมหรือชุดกิจกรรมมีความเหมาะสม ง่ายต่อการเข้าใจ อันจะช่วยให้ผู้ผลิตมีความชำนาญสูงขึ้น เป็นการประหยัดแรงสมองแรงงาน เวลาและเงินทองในการเตรียมต้นแบบ

กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของโปรแกรมหรือชุดกิจกรรม

1. ความหมายของเกณฑ์ (Criterion)

เกณฑ์เป็นขีดกำหนดที่จะยอมรับว่า สิ่งใดหรือพฤติกรรมใดมีคุณภาพและหรือปริมาณที่จะรับได้การตั้งเกณฑ์ ต้องตั้งไว้ครั้งแรกครั้งเดียวเพื่อจะปรับปรุงคุณภาพให้ถึงเกณฑ์ขั้นต่ำที่ตั้งไว้ จะตั้งเกณฑ์การทดสอบประสิทธิภาพไว้ต่างกันไม่ได้ เช่น เมื่อมีการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดียว ตั้งเกณฑ์ไว้ 60/60 แบบกลุ่ม ตั้งไว้ 70/70 ส่วนแบบสนาม ตั้งไว้ 80/80 ถือว่า เป็นการตั้งเกณฑ์ที่ไม่ถูกต้อง อนึ่งเนื่องจากเกณฑ์ที่ตั้งไว้เป็นเกณฑ์ต่ำสุด ดังนั้นหากการทดสอบคุณภาพของสิ่งใดหรือพฤติกรรมใดได้ผลสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 หรืออนุโลมให้มีความคลาดเคลื่อนต่ำหรือสูงกว่าค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้เกิน 2.5 ก็ให้ปรับเกณฑ์ขึ้นไปอีกหนึ่งขั้น แต่หากได้ค่าต่ำกว่าค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้ ต้องปรับปรุงและนำไปทดสอบประสิทธิภาพใช้หลายครั้งในภาคสนามจนได้ค่าถึงเกณฑ์ที่กำหนด

2. ความหมายของเกณฑ์ประสิทธิภาพ

เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของโปรแกรมหรือชุดกิจกรรมที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เป็นระดับที่ผลิตโปรแกรมหรือชุดกิจกรรมจะพึงพอใจว่า หากสื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว สื่อหรือชุดการสอนนั้นก็มีความค่าที่จะนำไปสอนนักเรียนและคุ้มแก่การลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมากการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น $E1 = \text{Efficiency of Process}$ (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และ พฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น $E2 = \text{Efficiency of Product}$ (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

2.1 ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) คือประเมินผลต่อเนื่อง ซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยของผู้เรียน เรียกว่า “กระบวนการ” (Process) ที่เกิดจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม ได้แก่ การทำโครงการ หรือทำรายงานเป็นกลุ่ม และรายงานบุคคล ได้แก่งานที่มอบหมายและกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

2.2 ประเมินพฤติกรรมสุดท้าย (Terminal Behavior) คือประเมินผลลัพธ์ (Product) ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียนและการสอบไล่

ประสิทธิภาพของโปรแกรมหรือชุดกิจกรรมจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่า ผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้ของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อร้อยละของผลการประเมินหลังเรียนทั้งหมด นั่นคือ $E1/E2 =$ ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

ตัวอย่าง 80/80 หมายความว่าเมื่อเรียนจากโปรแกรมหรือชุดกิจกรรมแล้ว ผู้เรียนจะสามารถทำแบบฝึกปฏิบัติ หรืองานได้ผลเฉลี่ย 80% และประเมินหลังเรียนและงานสุดท้ายได้ผลเฉลี่ย 80% การที่จะกำหนดเกณฑ์ $E1/E2$ ให้มีค่าเท่าใดนั้น ให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจ โดยพิจารณาพิสัยการเรียนรู้ที่จำแนกเป็นวิทย์พิสัย (Cognitive Domain) จิตพิสัย (Affective Domain) และทักษะพิสัย (Skill Domain) ในขอบข่ายวิทย์พิสัย (เดิมเรียกว่า พุทธิพิสัย) เนื้อหาที่เป็นความรู้ ความจำมักจะตั้งไว้สูงสุดแล้วลดต่ำลงมาคือ 90/90 85/85 80/80 ส่วนเนื้อหาสาระที่เป็นจิตพิสัย จะต้องใช้เวลาไปฝึกฝนและพัฒนา ไม่สามารถทำให้ถึงเกณฑ์ระดับสูงได้ในห้องเรียนหรือในขณะที่เรียน จึงอนุโลมให้ตั้งไว้ต่ำลง นั่นคือ 80/80 75/75 แต่ไม่ต่ำกว่า 75/75 เพราะเป็นระดับความพอใจต่ำสุด จึงไม่ควรตั้งเกณฑ์ไว้ต่ำกว่านี้ หากตั้งเกณฑ์ไว้เท่าใด ก็มักได้ผลเท่านั้น ดังจะเห็นได้จากกระบวนการสอนของไทยปัจจุบัน (2520) ได้กำหนดเกณฑ์ โดยไม่เขียนเป็นลายลักษณ์อักษรไว้ 0/50 นั่นคือ ให้ประสิทธิภาพกระบวนการมีค่า 0 เพราะครูมักไม่มีเกณฑ์เวลาในการให้งานหรือแบบฝึกปฏิบัติแก่

นักเรียน ส่วนคะแนนผลลัพธ์ที่ให้ผ่านคือ 50% ผลจึงปรากฏว่า คะแนนวิชาต่างๆ ของนักเรียนต่ำใน
ทุกวิชา เช่น คะแนนภาษาไทยนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยเฉลี่ยแต่ละปีเพียง 51% เท่านั้น

วิธีการคำนวณประสิทธิภาพของโปรแกรมหรือชุดกิจกรรม

1. สำหรับ E1 คือค่าประสิทธิภาพของงานและแบบฝึกปฏิบัติ กระทำได้โดยการนำ
คะแนนงานทุกชิ้นของนักเรียนในแต่ละกิจกรรม แต่ละคนมารวมกัน แล้วหาค่าเฉลี่ยและเทียบส่วน
โดยเป็นร้อยละ

2. สำหรับค่า E2 คือประสิทธิภาพผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียนของแต่ละกิจกรรม
กระทำได้โดยการเอาคะแนนจากการสอบหลังเรียนและคะแนนจากงานสุดท้ายของนักเรียนทั้งหมด
รวมกันหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบส่วนร้อย เพื่อหาค่าร้อยละ

การตีความหมายผลการคำนวณประสิทธิภาพของโปรแกรมหรือชุดกิจกรรม

หลังจากคำนวณหาค่า E1 และ E2 ได้แล้วผู้หาประสิทธิภาพต้องตีความหมายของผลลัพธ์
โดยยึดหลักการและแนวทางดังนี้

1. ความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ ให้มีความคลาดเคลื่อนหรือความแปรปรวนของ
ผลลัพธ์ได้ไม่เกิน .05 (ร้อยละ 5) จากช่วงต่ำไปสูง = ± 2.5 นั่นให้ผลลัพธ์ของค่า E1 หรือ E2 ที่ถือว่า
เป็นไปตามเกณฑ์ มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ ไม่เกิน 2.5% และสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ไม่เกิน 2.5% หากคะแนน
E1 หรือ E2 ห่างกันเกิน 5% แสดงว่า กิจกรรมที่ให้นักเรียนทำกับการสอบหลังเรียนไม่สมดุลกัน เช่น
ค่า E1 มากกว่า E2 แสดงว่า งานที่มอบหมายอาจจะง่ายกว่า การสอบ หรือ หากค่า E2 มากกว่าค่า
E1 แสดงว่า การสอบง่ายกว่าหรือไม่สมดุลกับงานที่มอบหมายให้ทำ จำเป็นที่จะต้องปรับแก้หาก
โปรแกรมหรือชุดกิจกรรมได้รับการออกแบบและพัฒนาอย่างดีมีคุณภาพ ค่า E1 หรือ E2 ที่คำนวณ
ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพ จะต้องใกล้เคียงกันและห่างกันไม่เกิน 5% ซึ่งเป็นตัวชี้ที่จะยืนยันได้
ว่านักเรียนได้มีการเปลี่ยนพฤติกรรมต่อเนื่องตามลำดับขั้นหรือไม่ก่อนที่จะมีการเปลี่ยนพฤติกรรมขั้น
สุดท้ายหรืออีกนัยหนึ่งต้องประกันได้ว่านักเรียนมีความรู้จริงไม่ใช่ทำกิจกรรมหรือทำสอบได้เพราะการ
เดาการประเมินในอนาคตจะเสนอผลการประเมินเป็นเลขสองตัว คือ E1คู่ E2 เพราะจะทำให้ผู้อ่าน
ผลการประเมินทราบลักษณะนิสัยของผู้เรียนระหว่างนิสัยในการทำงานอย่างต่อเนื่อง คงเส้นคงวา
หรือไม่ (ดูจากค่า E1 คือกระบวนการ) กับการทำงานสุดท้ายว่ามีคุณภาพมากน้อยเพียงใด (ดูจากค่า
E2 คือกระบวนการ) เพื่อประโยชน์ของการกลั่นกรองบุคลากรเข้าทำงาน

ตัวอย่าง นักเรียนสองคนคือเกษมกับปรีชาเกษมได้ผลลัพธ์ E1/E2 = 78.50/82.50
ส่วนปรีชาได้ผลลัพธ์ 82.50/78.50 แสดงว่านักเรียนคนแรกคือเกษม ทำงานและแบบฝึกปฏิบัติ ทั้งปี
ได้ 78% และสอบไล่ได้ 83% จะเห็นว่าจะมีลักษณะนิสัยที่เป็นกระบวนการสู่นักเรียนคนที่สองคือ
ปรีชาที่ได้ผลลัพธ์ E1/E2 = 82.50/78.50 ไม่ได้

สรุปได้ว่า การพัฒนาโปรแกรม คือ การออกแบบโปรแกรมให้ใช้ได้อย่างกว้างขวางหรือเพื่อวัตถุประสงค์เฉพาะเจาะจงอย่างใดอย่างหนึ่งและต้องมีทฤษฎีรองรับ ก่อนนำไปใช้อย่างแพร่หลายต้องมีการวิจัยเพื่อทดสอบทฤษฎีและตรวจสอบคุณภาพ ใช้ในสถานการณ์จริงและนำข้อค้นพบมาปรับปรุงแก้ไข ในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประกอบดังนี้ จุดมุ่งหมายของโปรแกรม ลักษณะของโปรแกรมคุณสมบัติของผู้ใช้โปรแกรมและกลุ่มเป้าหมาย เอกสารที่ใช้ในโปรแกรม ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและการประเมินผลการเรียนการสอน

รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาทักษะกระบวนการ (Process Skill)

รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เป็นสากลซึ่ง รองศาสตราจารย์ ดร.ทศนา แคมมณี (2559 : 21-27) ได้คัดเลือกมานำเสนอแล้วได้รับการพิสูจน์ทดสอบประสิทธิภาพมาแล้วและมีผู้นิยมนำไปใช้ในการเรียนการสอนโดยทั่วไป แต่เนื่องจากรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวมีจำนวนมาก เพื่อความสะดวกในการศึกษาและการนำไปใช้ จึงได้จัดหมวดหมู่ของรูปแบบเหล่านั้นตามลักษณะของวัตถุประสงค์เฉพาะหรือเจตนารมณ์ของรูปแบบ

ทักษะกระบวนการ เป็นทักษะที่เกี่ยวข้องกับวิธีดำเนินการต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นกระบวนการทางสติปัญญา เช่น กระบวนการสืบสอบแสวงหาความรู้ หรือกระบวนการคิดต่าง ๆ อาทิ การคิดวิเคราะห์ การอุปนัย การนิรนัย การใช้เหตุผล การสืบสอบ การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นต้น หรืออาจเป็นกระบวนการทางสังคม เช่น กระบวนการทำงานร่วมกัน เป็นต้น ปัจจุบันการศึกษาให้ความสำคัญกับเรื่องนี้มาก เพราะถือเป็นเครื่องมือสำคัญในการดำรงชีวิต ในที่นี้จะนำเสนอรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาผู้เรียนด้านทักษะกระบวนการ 5 รูปแบบ ดังนี้

1. รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการสืบสอบและแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม
2. รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการคิดอุปนัย
3. รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการคิดสร้างสรรค์
4. รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการคิดแก้ปัญหาอนาคตตามแนวคิดของทอร์แรนซ์
5. รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E)

1. รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการสืบสอบและแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม (Group Investigation Instructional Model)

ก. ทฤษฎี/หลักการ/แนวคิดของรูปแบบ

จอยส์ และ วิล (Yoyce & Weil, 1996: 80-88) เป็นผู้พัฒนารูปแบบนี้จากแนวคิดหลักของเธเลน (Thelen) 2 แนวคิด คือแนวคิดเกี่ยวกับการสืบเสาะแสวงหาความรู้ (inquiry) และแนวคิดเกี่ยวกับความรู้ (knowledge) เธเลนได้อธิบายว่า สิ่งสำคัญที่สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกรู้สึกหรือความต้องการที่จะสืบค้นหรือเสาะแสวงหาความรู้ก็คือตัวปัญหา แต่ปัญหานั้นจะต้องมีลักษณะที่มีความหมายต่อผู้เรียนและท้าทายเพียงพอที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะแสวงหาคำตอบ นอกจากนั้นปัญหาที่ชวนให้เกิดความงุนงงสงสัย หรือก่อให้เกิดความขัดแย้งทางความคิด จะยิ่งทำให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะเสาะแสวงหาความรู้หรือคำตอบมากยิ่งขึ้น เนื่องจากมนุษย์อาศัยอยู่ในสังคม ต้องมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นในสังคม เพื่อสนองความต้องการของตนทั้งทางด้านร่างกายสติปัญญา จิตใจ อารมณ์และสังคม ความขัดแย้งทางความคิดที่เกิดขึ้นระหว่างบุคคลหรือในกลุ่ม จึงเป็นสิ่งที่บุคคลต้องพยายามหาหนทางขจัดแก้ไขหรือจัดการทำความเข้าใจเป็นที่พอใจหรือยอมรับทั้งของตนเองและผู้เกี่ยวข้อง ส่วนในเรื่อง “ความรู้” นั้น เธเลนมีความเห็นว่า ความรู้เป็นเป้าหมายของกระบวนการสืบสอบทั้งหลาย ความรู้เป็นสิ่งที่ได้จากการนำประสบการณ์หรือความรู้เดิมมาใช้ในประสบการณ์ใหม่ ดังนั้น ความรู้จึงเป็นสิ่งที่ค้นพบผ่านกระบวนการสืบสอบโดยอาศัยความรู้และประสบการณ์

ข. วัตถุประสงค์ของรูปแบบ

รูปแบบนี้มุ่งพัฒนาทักษะในการสืบสอบเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ความเข้าใจ โดยอาศัยกลุ่มซึ่งเป็นเครื่องมือทางสังคมช่วยกระตุ้นความสนใจหรือความอยากรู้และช่วยดำเนินการแสวงหาความรู้หรือคำตอบที่ต้องการ

ค. กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบ

ขั้นที่ 1 ให้ผู้เรียนเผชิญปัญหาหรือสถานการณ์ที่ชวนให้งุนงงสงสัย ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ใช้ในการกระตุ้นความสนใจและความต้องการในการสืบสอบและแสวงหาความรู้ต่อไป นั้น ควรเป็นปัญหาหรือสถานการณ์ที่เหมาะสมกับวัย ความสามารถและความสนใจของผู้เรียน และจะต้องมีลักษณะที่ชวนให้งุนงงสงสัย เพื่อท้าทายความคิดและความใฝ่รู้ของผู้เรียน

ขั้นที่ 2 ให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นต่อปัญหาหรือสถานการณ์นั้น ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นอย่างกว้างขวาง และพยายามกระตุ้นให้เกิดความขัดแย้งหรือความแตกต่างทางความคิดขึ้น เพื่อท้าทายให้ผู้เรียนพยายามหาทางเสาะแสวงหาข้อมูลหรือวิธีการพิสูจน์ทดสอบความคิดของตน เมื่อมีความแตกต่างทางความคิดเกิดขึ้น ผู้สอนอาจให้ผู้เรียนที่มีความคิดเห็นเดียวกันรวมกลุ่มกัน หรืออาจรวมกลุ่มโดยให้แต่ละกลุ่มมีสมาชิกที่มีความคิดเห็นแตกต่างกันก็ได้

ขั้นที่ 3 ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนในการแสวงหาความรู้ เมื่อกลุ่มมีความคิดเห็นแตกต่างกันแล้ว สมาชิกแต่ละกลุ่มช่วยกันวางแผนว่า จะแสวงหาข้อมูลอะไร กลุ่มจะพิสูจน์อะไร จะตั้งสมมติฐานอะไร กลุ่มจำเป็นต้องมีข้อมูลอะไร และจะไปแสวงหาที่ไหน หรือจะได้อิทธิพลนั้นมาได้อย่างไร จะต้องใช้เครื่องมืออะไรบ้าง เมื่อได้ข้อมูลมาแล้ว จะวิเคราะห์อย่างไร และจะสรุปผลอย่างไร ใครจะช่วยทำอะไร จะใช้เวลาเท่าใด ขั้นนี้เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะได้ฝึกทักษะการสืบสอบ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการกลุ่ม ผู้สอนทำหน้าที่อำนวยความสะดวกในการทำงานให้แก่ผู้เรียน รวมทั้งให้คำแนะนำเกี่ยวกับการวางแผน แหล่งความรู้ และการทำงานร่วมกัน

ขั้นที่ 4 ให้ผู้เรียนดำเนินการแสวงหาความรู้ ผู้เรียนดำเนินการเสาะแสวงหาความรู้ตามแผนงานที่ได้กำหนดไว้ ผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวก ให้คำแนะนำและติดตามการทำงานของนักเรียน

ขั้นที่ 5 ให้ผู้เรียนวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผลข้อมูล นำเสนอและอภิปรายผล เมื่อกลุ่มรวบรวมข้อมูลได้แล้ว กลุ่มทำการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล ต่อจากนั้นจึงให้แต่ละกลุ่มนำเสนอผล อภิปรายผลร่วมกันทั้งชั้น และประเมินผลทั้งทางด้านผลงานและกระบวนการเรียนรู้ที่ได้รับ

ขั้นที่ 6 ให้ผู้เรียนกำหนดประเด็นปัญหาที่ต้องการสืบเสาะหาคำตอบไป การสืบสอบและเสาะแสวงหาความรู้ของกลุ่มตามขั้นตอนข้างต้นช่วยให้กลุ่มได้รับความรู้ความเข้าใจ และคำตอบในเรื่องที่ศึกษา และอาจพบประเด็นที่เป็นปัญหาชวนให้궁นงสงสัยหรืออยากรู้ต่อไป ผู้เรียนสามารถเริ่มต้นวงจรการเรียนรู้ใหม่ ตั้งแต่ขั้นที่ 1 เป็นต้นไป การเรียนการสอนตามรูปแบบนี้ จึงอาจมีต่อเนื่องไปเรื่อย ๆ ตามความสนใจของผู้เรียน

ง. ผลที่ผู้เรียนจะได้รับจากการเรียนตามรูปแบบ

ผู้เรียนจะสามารถสืบสอบและเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เกิดความใฝ่รู้และมีความมั่นใจในตนเองเพิ่มขึ้น และได้พัฒนาทักษะการสืบสอบ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการทำงานกลุ่ม

2. รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการคิดอุปนัย (Inductive Thinking Instructional Model)

ก. ทฤษฎี/หลักการ/แนวคิดของรูปแบบ

รูปแบบนี้ จอยส์ และ วิล (Joyce & Weil, 1996: 149-159) พัฒนาขึ้นโดยใช้แนวคิดของทาบ (Taba, 1967: 90-92) ซึ่งเชื่อว่าการคิดเป็นสิ่งที่สอนได้ การคิดเป็นกระบวนการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลกับข้อมูล และกระบวนการนี้มีลำดับขั้นตอนดังเช่นการคิดอุปนัย จะต้องเริ่ม

จากการสร้างความคิดรวบยอด หรือมโนทัศน์ก่อน แล้วจึงถึงขั้นการตีความข้อมูล และสรุป ต่อไปจึงนำข้อสรุปหรือหลักการที่ได้ไปประยุกต์ใช้

ข. วัตถุประสงค์ของรูปแบบ

รูปแบบนี้มุ่งพัฒนาการคิดแบบอุปนัยของผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียนใช้กระบวนการคิดดังกล่าวในการสร้างมโนทัศน์และประยุกต์ใช้มโนทัศน์ต่าง ๆ ได้

ค. กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบ

ขั้นที่ 1 การสร้างมโนทัศน์ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนย่อย คือ

1.1 ให้ผู้เรียนสังเกตสิ่งที่จะศึกษาและเขียนรายการสิ่งที่สังเกตเห็น หรืออาจใช้วิธีอื่นๆ เช่น ตั้งคำถามให้ผู้เรียนตอบ ในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องได้รายการของสิ่งต่าง ๆ ที่ใช่หรือไม่ใช่ตัวแทนของมโนทัศน์ที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

1.2 จากรายการของสิ่งที่เป็นตัวแทนและไม่เป็นตัวแทนของมโนทัศน์นั้น ให้ผู้เรียนจัดหมวดหมู่ของสิ่งเหล่านั้น โดยการกำหนดเกณฑ์ในการจัดกลุ่ม ซึ่งก็คือคุณสมบัติที่เหมือนกันของสิ่งเหล่านั้น ผู้เรียนจะจัดสิ่งที่มีคุณสมบัติเหมือนกันไว้เป็นกลุ่มเดียวกัน

1.3 ตั้งชื่อหมวดหมู่ที่จัดขึ้น ผู้เรียนจะต้องพิจารณาว่าอะไรเป็นหัวข้อใหญ่ อะไรเป็นหัวข้อย่อย และตั้งชื่อหัวข้อให้เหมาะสม

ขั้นที่ 2 การตีความและสรุปข้อมูล ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนย่อยดังนี้

2.1 ระบุความสัมพันธ์ของข้อมูล ผู้เรียนศึกษาข้อมูลและตีความข้อมูล เพื่อให้เข้าใจข้อมูล และเห็นความสัมพันธ์ที่สำคัญ ๆ ของข้อมูล

2.2 สืบหาความสัมพันธ์ของข้อมูล ผู้เรียนศึกษาข้อมูลและความสัมพันธ์ของข้อมูลในลักษณะต่าง ๆ เช่น ความสัมพันธ์ในลักษณะของเหตุและผล ความสัมพันธ์ของข้อมูลในหมวดนี้กับข้อมูลในหมวดอื่น จนสามารถอธิบายได้ว่าข้อมูลต่าง ๆ สัมพันธ์กันอย่างไรและด้วยเหตุผลใด

2.3 สรุปอ้างอิง เมื่อค้นพบความสัมพันธ์หรือหลักการแล้ว ให้ผู้เรียนสรุปอ้างอิง โดยโยงสิ่งที่ค้นพบไปสู่สถานการณ์อื่น ๆ

ขั้นที่ 3 การประยุกต์ใช้ข้อสรุปหรือหลักการ

3.1 นำข้อสรุปมาใช้ในการทำนาย หรืออธิบายปรากฏการณ์อื่น ๆ และฝึกตั้งสมมติฐาน

3.2 อธิบายให้เหตุผลและข้อมูลสนับสนุนการทำนายและสมมติฐานของตน

3.3 พิสูจน์ ทดสอบ การทำนายและสมมติฐานของตน

ง. ผลที่ผู้เรียนจะได้รับจากการเรียนตามรูปแบบ

ผู้เรียนจะสามารถสร้างมโนทัศน์และประยุกต์ใช้มโนทัศน์นั้นด้วยกระบวนการคิดแบบอุปนัย และผู้เรียนสามารถนำกระบวนการคิดดังกล่าวไปใช้ในการสร้างมโนทัศน์อื่น ๆ ต่อไปได้

3. รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการคิดสร้างสรรค์ (Synectics Instructional Model)

ก. ทฤษฎี/หลักการ/แนวคิดของรูปแบบ

รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการคิดสร้างสรรค์นี้ เป็นรูปแบบที่จอยส์ และ วิล (Joyce and Weil, 1966: 239-253) พัฒนาขึ้นมาจากแนวคิดของกอร์ดอน (Gordon) ที่กล่าวว่าบุคคลทั่วไปมักยึดติดกับวิธีคิดแก้ปัญหาแบบเดิม ๆ ของตน โดยไม่ค่อยคำนึงถึงความคิดของคนอื่น ทำให้การคิดของตนคับแคบและไม่สร้างสรรค์ บุคคลจะเกิดความคิดเห็นที่สร้างสรรค์แตกต่างไปจากเดิมได้ หากมีโอกาสได้ลองคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่ไม่เคยคิดมาก่อน หรือคิดโดยสมมติตัวเองเป็นคนอื่น และถ้ายังให้บุคคลจากหลายกลุ่มประสบการณ์มาช่วยกันแก้ปัญหา ก็จะได้วิธีการที่กลากหลายขึ้น และมีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังนั้นกอร์ดอนจึงได้เสนอให้ผู้เรียนมีโอกาสคิดแก้ปัญหาด้วยแนวความคิดใหม่ ๆ ที่ไม่เหมือนเดิม ไม่อยู่ในสภาพที่เป็นตัวเอง ให้ลองใช้ความคิดในฐานะที่เป็นคนอื่น หรือเป็นสิ่งอื่น สภาพการณ์เช่นนี้จะกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดใหม่ ๆ ขึ้นได้ กอร์ดอนเสนอวิธีการคิดเปรียบเทียบแบบอุปมาอุปมัยเพื่อใช้ในการกระตุ้นความคิดใหม่ ๆ ไว้ 3 แบบ คือ การเปรียบเทียบแบบตรง การเปรียบเทียบบุคคลกับสิ่งของ และการเปรียบเทียบคำคู่ขัดแย้ง วิธีการนี้มีประโยชน์มากเป็นพิเศษสำหรับการเขียนและการพูดอย่างสร้างสรรค์ รวมทั้งการสร้างสรรค์งานทางศิลปะ

ข. วัตถุประสงค์ของรูปแบบ

รูปแบบนี้มุ่งพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียนเกิดแนวคิดที่ใหม่แตกต่างไปจากเดิม และสามารถนำความคิดใหม่นั้นไปใช้ให้เป็นประโยชน์ได้

ค. กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบ

ขั้นที่ 1 ขั้นนำ ผู้สอนให้ผู้เรียนทำงานต่าง ๆ ที่ต้องการให้ผู้เรียนทำ เช่น ให้ เขียนบรรยาย เล่า ทิว แสดง วาดภาพ สร้าง ปั้น เป็นต้น ผู้เรียนทำงานนั้น ๆ ตามปกติที่เคยทำ เสร็จแล้ว ให้เก็บผลงานไว้ก่อน

ขั้นที่ 2 ขั้นการสร้างอุปมาแบบตรงหรือเปรียบเทียบแบบตรง ผู้สอนเสนอคำคู่ให้ผู้เรียนเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่าง เช่น ลูกบอลกับมะนาว เหมือนหรือต่างกันอย่างไร คำคู่ที่ผู้สอนเลือกมาควรให้มีลักษณะที่สัมพันธ์กับเนื้อหาหรืองานที่ให้ผู้เรียนทำในขั้นที่ 1 ผู้สอนเสนอคำคู่ให้ผู้เรียนเปรียบเทียบหลาย ๆ คู่ และจดคำตอบของผู้เรียนไว้บนกระดาน

ขั้นที่ 3 ขั้นการสร้างอุปมาบุคคลหรือเปรียบเทียบบุคคลกับสิ่งของ ผู้สอนให้ผู้เรียนสมมติตัวเองเป็นสิ่งใดสิ่งหนึ่ง และแสดงความรู้สึกออกมาเช่น ถ้าเปรียบเทียบผู้เรียนเป็นเครื่องซักผ้า จะรู้สึกอย่างไร ผู้สอนจดคำตอบของผู้เรียนไว้บนกระดาน

ขั้นที่ 4 ขั้นการสร้างอุปมาคำคู่ขัดแย้ง ผู้สอนให้ผู้เรียนนำคำหรือวลีที่ได้จากการเปรียบเทียบในขั้นที่ 2 และ 3 มาประกอบกันเป็นคำใหม่ที่มีความหมายขัดแย้งกันในตัวเอง เช่น ไฟเย็น น้ำผึ้งขม มัจจุราชสีน้ำผึ้ง เชือดนึ้ม ๆ เป็นต้น

ขั้นที่ 5 ขั้นการอธิบายความหมายของคำคู่ขัดแย้ง ผู้สอนให้ผู้เรียนช่วยกันอธิบายความหมายของคำคู่ขัดแย้งที่ได้

ขั้นที่ 6 ขั้นการนำความคิดใหม่มาสร้างสรรค์งาน ผู้สอนให้ผู้เรียนนำงานที่ทำไว้เดิมในขั้นที่ 1 ออกมาทบทวนใหม่ และลองเลือกนำความคิดที่ได้มาใหม่จากกิจกรรมขั้นที่ 5 มาใช้ในงานของตน ทำให้งานของตนมีความคิดสร้างสรรค์มากขึ้น

ง. ผลที่ผู้เรียนจะได้รับจากการเรียนตามรูปแบบ

ผู้เรียนจะเกิดความคิดใหม่ ๆ และสามารถนำความคิดใหม่ ๆ นั้นไปใช้ในงานของตน ทำให้งานของตนมีความแปลกใหม่ น่าสนใจมากขึ้น นอกจากนี้ ผู้เรียนอาจเกิดความตระหนักในคุณค่าของการคิด และความคิดของผู้อื่นอีกด้วย

4. รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการคิดแก้ปัญหาอนาคตตามแนวคิดของทอแรนซ์ (Torrance's Future Problem Solving Instructional Model)

ก. ทฤษฎี/หลักการ/แนวคิดของรูปแบบ

รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นี้พัฒนามาจากรูปแบบการคิดแก้ปัญหาอนาคตตามแนวคิดของทอแรนซ์ (Torrance, 1962) ซึ่งได้นำองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ 3 องค์ประกอบ คือ การคิดคล่องแคล่ว การคิดยืดหยุ่น การคิดริเริ่ม มาใช้ประกอบกับกระบวนการคิดแก้ปัญหา และการใช้ประโยชน์จากกลุ่มซึ่งมีความคิดหลากหลาย โดยเน้นการใช้เทคนิคระดมสมองเกือบทุกขั้นตอน

ข. วัตถุประสงค์ของรูปแบบ

รูปแบบนี้มุ่งช่วยพัฒนาผู้เรียนให้ตระหนักรู้ในปัญหาที่จะเกิดขึ้นในอนาคต และเรียนรู้ที่จะคิดแก้ปัญหาาร่วมกัน ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดจำนวนมาก

ค. กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบ

ขั้นที่ 1 การนำสภาพการณ์อนาคตเข้าสู่ระบบการคิด นำเสนอสภาพการณ์อนาคตที่ยังไม่เกิดขึ้น หรือกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้การคิดคล่องแคล่ว การคิดยืดหยุ่น การคิดริเริ่ม และจินตนาการ ในการทำนายสภาพการณ์อนาคตจากข้อมูล ข้อเท็จจริง และประสบการณ์ของตน

ขั้นที่ 2 การระดมสมองเพื่อค้นหาปัญหา จากสภาพการณ์อนาคตในขั้นที่ 1 ผู้เรียนช่วยกันวิเคราะห์ว่าอาจจะเกิดปัญหาอะไร ขึ้นบ้างในอนาคต

ขั้นที่ 3 การสรุปปัญหา และจัดลำดับความสำคัญของปัญหา ผู้เรียนนำปัญหาที่วิเคราะห์ที่ได้มาจัดกลุ่ม หรือจัดความสัมพันธ์เพื่อกำหนดว่าอะไร เป็นปัญหาหลัก อะไรเป็นปัญหารอง และจัดลำดับความสำคัญของปัญหา

ขั้นที่ 4 การระดมสมองหาวิธีแก้ปัญห ผู้เรียนร่วมกันคิดวิธีแก้ปัญห โดยพยายามคิดให้ได้ทางเลือกที่แปลกใหม่ จำนวนมาก

ขั้นที่ 5 การเลือกวิธีการแก้ปัญหที่ดีที่สุด เสนอเกณฑ์หลาย ๆ เกณฑ์ที่จะใช้ในการเลือกวิธีการแก้ปัญห แล้วตัดสินใจเลือกเกณฑ์ที่มีความเหมาะสมและมีความเป็นไปได้ในแต่ละสภาพการณ์ ต่อไปจึงนำเกณฑ์ที่คัดเลือกไว้ มาใช้ในการเลือกวิธีการแก้ปัญหที่ดีที่สุด โดยพิจารณาถึงน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์แต่ละข้อด้วย

ขั้นที่ 6 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหอนาคต ผู้เรียนนำวิธีการแก้ปัญหอนาคตที่ได้มาเรียบเรียง อธิบายรายละเอียดเพิ่มเติม ข้อมูลที่จำเป็น คิดวิธีการนำเสนอที่เหมาะสม และนำเสนออย่างเป็นระบบน่าเชื่อถือ

ง. ผลที่ผู้เรียนจะได้รับจากการเรียนตามรูปแบบ

ผู้เรียนจะได้พัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญห และตระหนักรู้ในปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต และสามารถใช้ทักษะการคิดแก้ปัญหมาใช้ในการแก้ปัญหปัจจุบัน และป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

5. รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E)

ก. ทฤษฎี/หลักการ/แนวคิดของรูปแบบ

1. ปรัชญาวิทยาศาสตร์ดั้งเดิมความรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความจริงหรือข้อเท็จจริงที่มีอยู่หรือเป็นอยู่ ซึ่งได้จากการตรวจสอบการค้นคว้าทดลองอย่างเป็นระบบโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ปรัชญาวิทยาศาสตร์แนวใหม่ความรู้วิทยาศาสตร์ เป็นความรู้ที่เกิดจากการสรรสร้างของแต่ละบุคคล ซึ่งมีอิทธิพลมาจากความรู้หรือประสบการณ์เดิมและสิ่งแวดล้อมหรือบริบทของสังคมของแต่ละคน

2. ทฤษฎีการเรียนรู้ของเพียเจต์ (Piaget) เกี่ยวกับพัฒนาการทางสติปัญญาและความคิด คือการที่คนเรามีปะทะสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิดและการปะทะสัมพันธ์อย่างต่อเนื่อง ระหว่างบุคคลกับสิ่งแวดล้อมนี้มีผลทำให้ระดับสติปัญญาและความคิด มีการพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่องอยู่ตลอดเวลากระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทางสติปัญญาและความคิดมี 2 กระบวนการ คือ การปรับตัว(Adaptation) และการจัดระบบโครงสร้าง (Organization) การปรับตัว

เป็นกระบวนการที่บุคคลหาหนทางที่จะปรับสภาพความไม่สมดุลทางความคิดให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบๆ ตัวและเมื่อบุคคลมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบๆ ตัวโครงสร้างทางสมองจะถูกจัดระบบให้มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อม มีรูปแบบของความคิดเกิดขึ้น กระบวนการปรับตัวประกอบด้วย กระบวนการที่สำคัญ 2 ประการคือ

1.1 กระบวนการดูดซึม (Assimilation) หมายถึง กระบวนการที่อินทรีย์ ซึมซาบ ประสบการณ์ใหม่เข้าสู่ประสบการณ์เดิมที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกันแล้วสมองก็รวบรวมปรับเหตุการณ์ใหม่ให้เข้ากับโครงสร้างของความคิดอันเกิดจากการเรียนรู้ที่มีอยู่เดิม

1.2 กระบวนการปรับขยายโครงสร้าง (Accomodation) เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องมาจากกระบวนการดูดซึม คือ ภายหลังจากที่ซึมซาบของเหตุการณ์ใหม่เข้ามา และปรับเข้าสู่โครงสร้างเดิมแล้วถ้าปรากฏว่าประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับการซึมซาบเข้ามาให้เข้ากับประสบการณ์เดิมได้ สมองก็จะสร้างโครงสร้างใหม่ขึ้นมาเพื่อปรับให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่นั้น

3. ทฤษฎีการสร้างเสริมความรู้ (Constructivism) เชื่อว่านักเรียนทุกคนมี ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างมาแล้วไม่มากก็น้อยก่อนที่จะครูจะจัดการเรียนการสอนให้ เน้นว่า การเรียนรู้เกิดขึ้นด้วยตัวของผู้เรียนเองและการเรียนรู้เรื่องใหม่จะมีพื้นฐานมาจากความรู้เดิม ดังนั้น ประสบการณ์เดิมของนักเรียนจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเรียนรู้เป็นอย่างยิ่ง กระบวนการเรียนรู้ (Process of Learning) ที่แท้จริงของนักเรียนไม่ได้ เกิดจากการบอกเล่าของครู หรือนักเรียน เพียงแต่ จัดจำแนกคิดต่างๆ ที่มีผู้บอกให้เท่านั้น แต่การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้นเสาะหา สำนวจตรวจสอบ และค้นคว้า ด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้ นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเองและเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้ เมื่อมีสถานการณ์ใดๆ มาเผชิญหน้า ดังนั้นการที่นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้ต้องผ่าน กระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการสืบเสาะหาความรู้

ข. ความหมายและแนวคิดเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีผู้ให้ความหมายและแนวคิดหลากหลาย ดังนี้

สுகอน์ สีนธพานนท์ (2545 : 194) สรุปนักการศึกษาทั้งต่างประเทศและในประเทศ ได้แก่ ซัคแมน (Sucman), ยิง (Young), การ์เน (Gagne), ซันด์และโทรวบริดจ์ (Sun and Trowbridge), ธีรชัย บุรุษิติ และวิรัช วัชรวิโรจน์ ได้ให้ความหมายของวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นวิธีที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการคิด การแก้ปัญหา หรือการแสวงหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางความคิด เพื่อแสวงหาความรู้และค้นพบคำตอบด้วยตัวเอง โดยมีผู้สอนเป็นผู้สร้างความสนใจกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยคิดหาคำตอบ ช่วยจัดสถานการณ์สิ่งอำนวยความสะดวก

และจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เอื้อต่อการสืบเสาะหาความรู้ และอาจารย์ร่วมอภิปรายร่วมกับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้ค้นพบความคิดรวบยอดหรือหลักการที่ถูกต้อง

อนันต์ จันทร์ทวี (2523: 23) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดด้วยตนเอง รู้จักค้นคว้าหาเหตุผล และสามารถแก้ปัญหาได้โดยการนำเอาวิธีการต่างๆ ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ นอกจากนี้ยังเป็นการเรียนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2544 : 56) ได้กล่าวถึงการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า หมายถึงการจัดการเรียนการสอนโดยวิธีให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองหรือสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นผู้อำนวยการความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมาย วิธีสืบเสาะหาความรู้จะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของการเรียน

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหรือสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่นักเรียนยังไม่เคยมีความรู้ในสิ่งนั้นมาก่อนโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ

ดวงเดือน เทศวานิช (2535) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นรูปแบบการสอนที่เน้นทักษะการคิดอย่างมีระบบโดยคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล ซึ่งต้องมีหลักฐานสนับสนุน วิธีนี้เป็นวิธีที่นักเรียนพิจารณาเหตุผล สามารถใช้คำถามที่ถูกต้องและคล่องแคล่ว สามารถสร้างและทดสอบสมมติฐานด้วยการทดลองและตีความจากการทดลองด้วยตนเองโดยไม่ขึ้นอยู่กับคำอธิบายของครู เป็นวิธีการที่ช่วยให้นักเรียนมีระบบวิธีการแก้ปัญหาในทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง

Good (1973) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบการสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นเทคนิคหรือกลวิธีอย่างหนึ่งในการจัดให้เกิดการเรียนรู้เนื้อหาบางอย่างของวิชาวิทยาศาสตร์ โดยกระตุ้นให้นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็น เสาะแสวงหาความรู้โดยการถามคำถาม และพยายามค้นหาคำตอบให้พบด้วยตนเอง นอกจากนี้ยังให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้อีกอย่างหนึ่งว่าเป็นวิธีการเรียนโดยการแก้ปัญหาจากกิจกรรมที่จัดขึ้น และใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรม ซึ่งปรากฏการณ์ใหม่ๆ ที่นักเรียนเผชิญแต่ละครั้งจะเป็นตัวกระตุ้นการคิดกับการสังเกตกับสิ่งที่สรุปพาดพิงอย่างชัดเจน ประดิษฐ์คิดค้นตีความหมายภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมที่สุด การใช้วิธีการอย่างชาญฉลาดสามารถทดสอบได้และสรุปอย่างมีเหตุผล

Sun and Trowbridge (1973) สรุปลักษณะของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นการสอนที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเอง และเป็นการพัฒนาความสามารถด้านต่างๆ ของนักเรียน เช่น ความสามารถทางวิธีการทักษะทางสังคม ความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งต้องให้อิสระ

และให้ผู้เรียนมีโอกาสคิด และเป็นการเรียนที่เน้นการทดลอง เพื่อให้ผู้เรียนค้นพบด้วยตนเอง และการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้จะกำหนดเวลาสำหรับการเรียนรู้

สรุปได้ว่ากระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry process) เป็นกระบวนการเรียนรู้ โดยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นและพยายามแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ช่วยแสวงหาความรู้

ค. ระดับของการสืบเสาะหาความรู้ (Level of inquiry) แบ่งเป็น 4 ระดับ คือ

1. การสืบเสาะหาความรู้แบบยืนยัน (Confirmed Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนเป็นผู้ตรวจสอบความรู้หรือแนวคิด เพื่อยืนยันความรู้หรือแนวคิดที่ถูกค้นพบมาแล้วโดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหาและคำตอบหรือองค์ความรู้ที่คาดหวังให้ผู้เรียนค้นพบและให้ผู้เรียนทำกิจกรรมที่กำหนดในหนังสือหรือใบงาน หรือตามที่ครูบรรยายบอกกล่าว

2. การสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง (Directed Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหาและสาเหตุหรืออธิบายการสำรวจตรวจสอบ แล้วให้ผู้เรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบตามวิธีการที่กำหนด

3. การสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะแนวทาง (Guided Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยผู้เรียนเป็นผู้กำหนดปัญหาและครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทางการสำรวจตรวจสอบรวมทั้งให้คำปรึกษาแนะนำให้ผู้เรียนปฏิบัติการสำรวจ ตรวจสอบ

4. การสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด (Open Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเองโดยให้ผู้เรียนมีอิสระในการคิด เป็นผู้กำหนดปัญหา ออกแบบและปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง

ง. กระบวนการเรียนการเรียนของรูปแบบ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 219-220) ได้เสนอขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หรือแบบ 5E ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) 4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และ 5) ขั้นประเมิน (Evaluation) โดยคำย่อว่า 5E มาจาก E ที่เป็นอักษรภาษาอังกฤษที่มาจากตัวแรกแต่ละขั้นตอน โดยมีขั้นตอน 5 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการเรียนรู้ที่จะนำเข้าสู่บทเรียน จุดประสงค์ที่สำคัญของขั้นตอนนี้ คือทำให้ผู้เรียนสนใจใคร่รู้ในกิจกรรมที่จะนำเข้าสู่บทเรียน ควรจะเชื่อมโยงประสบการณ์การเรียนรู้เดิมกับปัจจุบันและควรเป็นกิจกรรมที่คาดว่าจะกำลังเกิดขึ้น ซึ่งทำให้ผู้เรียนสนใจจดจ่อที่จะศึกษาความคิดรวบยอด กระบวนการ หรือทักษะ และเริ่มคิดเชื่อมโยงความคิดรวบยอด กระบวนการ หรือทักษะ กับประสบการณ์เดิม

ขั้นที่ 2 การสำรวจและค้นหา ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ทำให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ร่วมกันในการสร้างและพัฒนาความคิดรวบยอด กระบวนการ และทักษะ โดยการให้เวลาและโอกาสแก่ผู้เรียนในการทำกิจกรรมการสำรวจและค้นหาสิ่งที่ผู้เรียนต้องการเรียนรู้ตามความคิดเห็นผู้เรียนแต่ละคน หลังจากนั้นผู้เรียนแต่ละคนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับการคิดรวบยอดที่ตรวจสอบหรือเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความคิดรวบยอดของผู้เรียนที่ยังไม่ถูกต้องและยังไม่สมบูรณ์ โดยการให้ผู้เรียนอธิบายและยกตัวอย่างเกี่ยวกับความคิดเห็นของผู้เรียน ครูควรระลึกลักษณะที่เกี่ยวกับความสามารถของผู้เรียนตามประเด็นปัญหา ผลจากการที่ผู้เรียนมีใจจดจ่อในการทำกิจกรรม ผู้เรียนควรจะสามารถเชื่อมโยงการสังเกต การจำแนกตัวแปรและคำถามเกี่ยวกับเหตุการณ์นั้นได้

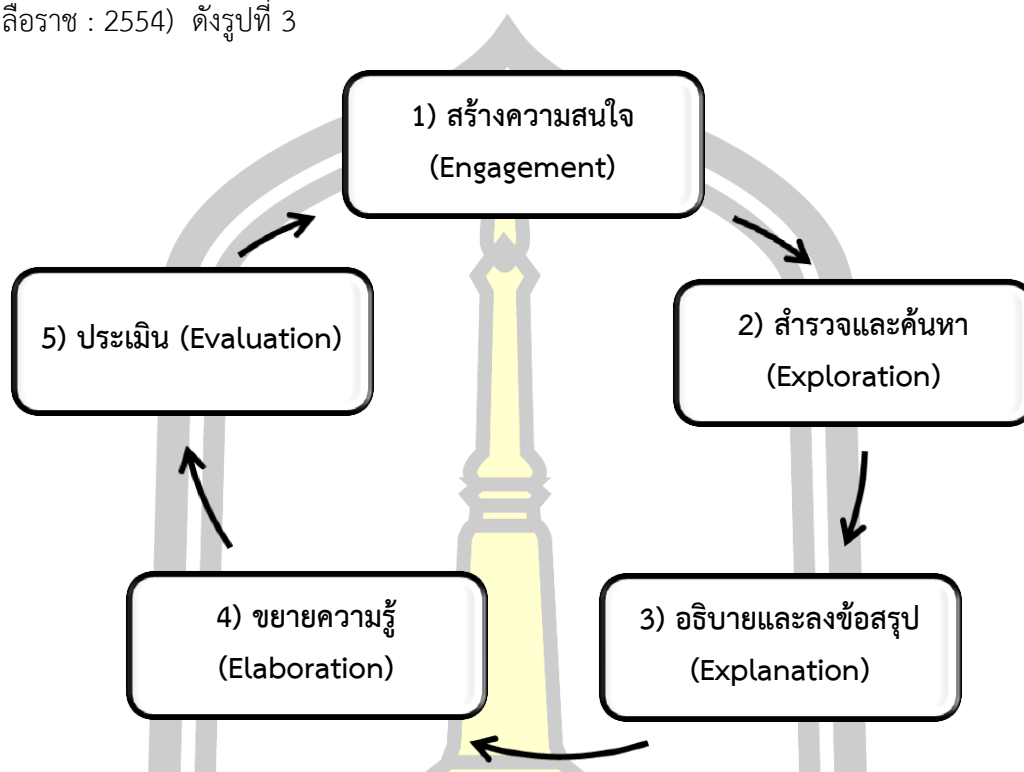
ขั้นที่ 3 การอธิบาย ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการอธิบายความคิดรวบยอดที่ได้ จากการสำรวจและค้นหา ครูควรให้โอกาสแก่ผู้เรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันเกี่ยวกับทักษะหรือพฤติกรรมการเรียนรู้ การอธิบายนั้นต้องการให้ผู้เรียนได้ใช้ข้อสรุปร่วมกันในการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ ในช่วงเวลาที่เหมาะสมนี้ครูควรชี้แนะผู้เรียนเกี่ยวกับการสรุปและการอธิบายรายละเอียด แต่อย่างไรก็ตามครูควรระลึกลักษณะที่เกี่ยวกับกิจกรรมเหล่านี้ยังคงเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง นั่นคือผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการอธิบายด้วยตัวผู้เรียนเอง บทบาทของครูเพียงแต่ชี้แนะผ่านทางกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสอย่างเต็มที่ในการพัฒนาความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้ชัดเจน ในที่สุดผู้เรียนควรจะสามารถอธิบาย ความคิดรวบยอดได้อย่างเข้าใจ โดยเชื่อมโยงประสบการณ์ ความรู้เดิมและสิ่งที่เรียนรู้เข้าด้วยกัน

ขั้นที่ 4 การขยายความรู้ ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนได้ยืนยันและขยายหรือเพิ่มเติมความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้กว้างขวางและลึกซึ้งยิ่งขึ้น และยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะและปฏิบัติตามที่ผู้เรียนต้องการ ในกรณีที่ผู้เรียนไม่เข้าใจหรือยังสับสนอยู่หรืออาจจะเข้าใจเฉพาะข้อสรุปที่ได้จากการปฏิบัติการสำรวจและค้นหาเท่านั้นควรให้ประสบการณ์ใหม่ ผู้เรียนจะได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้กว้างขวางและลึกซึ้งยิ่งขึ้น เป้าหมายที่สำคัญของขั้นนี้คือ ครูควรชี้แนะให้ผู้เรียนได้นำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันจะทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอด กระบวนการ และทักษะเพิ่มขึ้น

ขั้นที่ 5 การประเมินผล ขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้รับข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับการอธิบายความรู้ความเข้าใจของตนเองระหว่างการเรียนการสอนในขั้นนี้ของรูปแบบการสอน ครูต้องกระตุ้นหรือส่งเสริมให้ผู้เรียนประเมินความรู้ความเข้าใจและความสามารถของตนเอง และยังเปิดโอกาสให้ ครูได้ประเมินความรู้ความเข้าใจและพัฒนาทักษะของผู้เรียนด้วย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นำแนวคิดทฤษฎีนี้ไปออกเผยแพร่แก่ครู โดยการจัดการอบรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ทั่วประเทศ เมื่อมีการประกาศใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 โดยเรียกว่าวิธีสืบเสาะหาความรู้ ได้ยึดตามแนวทางของนัก

การศึกษาจากกลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study) ซึ่งได้เสนอ 5 ขั้นตอน (ชุมพร ลือราช : 2554) ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้
(พรชัย อินฉาย และคณะ. 2560 : 3)

จ. บรรยากาศการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

อารี พันธุ์ณี (2540) ได้กล่าวว่างค์ประกอบสำคัญในการทำให้เกิดบรรยากาศการเรียนการสอน คือครูผู้สอนและผู้เรียน ผู้สอนและผู้เรียนต่างมีบทบาทในการสร้างบรรยากาศ ครูจะเป็นผู้ริเริ่มสร้างบรรยากาศ ผู้เรียนเป็นผู้ตอบสนองและเติมสีสันให้กับบรรยากาศการเรียนการสอนให้เข้าไปในรูปแบบต่างๆ กันบรรยากาศการเรียนการสอนที่เป็นอิสระ ทำหาย ตื่นเต้นปลอดภัยเป็นประชาธิปไตย ผู้สอนให้ความอบอุ่นทั้งทางกายและจิตใจ สร้างความรู้สึกไว้วางใจให้กับผู้เรียน ผู้เรียนได้รับความเข้าใจเป็นมิตร เอื้ออาทร ห่วงใย ตลอดจนให้ความดูแลช่วยเหลือ จะทำให้ผู้เรียนมีความกล้าและอยากเรียนรู้มากขึ้น บรรยากาศการเรียนการสอนที่มีการยอมรับ มองเห็นคุณค่าในตัวผู้เรียน ผู้เรียนเป็นบุคคลสำคัญมีคุณค่าและสามารถเรียนได้ ผู้สอนควรแสดงความรู้สึกการยอมรับผู้เรียนอย่างจริงใจ กระตุ้นผู้เรียนให้ยอมรับกันเองและเชื่อมั่นว่าสามารถทำได้สำเร็จ

Massialas and Cox (1968) ได้กล่าวว่าการเรียนที่เป็นแบบสืบเสาะหาความรู้ ควรจะมีลักษณะดังนี้

1) ห้องเรียนต้องเป็นประชาธิปไตย เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่

2) ปัญหาที่นำมาอภิปรายน่าสนใจที่จะขบคิดและสามารถตัดสินใจได้ ครูมีบทบาทเพียงกระตุ้นให้กิจกรรมการเรียนการสอนดำเนินไปด้วยดี

3) ทุกคนในห้องเรียนต้องให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

จากการศึกษาค้นคว้าจากเอกสารและบทความต่างๆ สรุปได้ว่าบรรยากาศการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เอื้อต่อการพัฒนากระบวนการคิด ควรจะมีลักษณะดังนี้

1. บรรยากาศภายในห้องเรียน

1.1 เป็นบรรยากาศการโต้ตอบกันระหว่างครูกับนักเรียน และนักเรียนกับนักเรียนอย่างสร้างสรรค์ สมเหตุสมผล

1.2 เป็นบรรยากาศที่นักเรียนรู้สึกอบอุ่นใจ ปลอดภัยปราศจากการตำหนิวิพากษ์วิจารณ์ความคิด ไม่มีการตัดสินว่าถูกหรือผิด

1.3 บรรยากาศตื่นเต้นน่าสนใจ สนุกสนาน เพื่อให้การเรียนรู้เป็นแบบสร้างสรรค์ และอิสระ

1.4 นักเรียนสนใจ กระตือรือร้น ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม

2. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน

2.1 ครูเป็นกัลยาณมิตรกับนักเรียน เป็นกันเอง ให้กำลังใจแก่นักเรียน

2.2 ครูใจกว้าง ให้นักเรียนโต้แย้งได้ ยอมรับฟังความคิดเห็นของนักเรียน

2.3 ครูให้คำปรึกษา ชี้แนะ และช่วยเหลือนักเรียน

3. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน

3.1 ร่วมมือร่วมใจทำกิจกรรม ช่วยกันคิด ช่วยกันทำงาน ถ้อยทีถ้อยอาศัยกัน

3.2 อภิปรายซักถามแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันและโต้แย้งกันอย่างสร้างสรรค์

นอกจากนี้แล้วยังมีบรรยากาศการเรียนการสอนที่เป็นปัจจัยสำคัญที่เอื้อให้ผู้เรียนอยากสืบเสาะหาความรู้ ครูผู้สอนและผู้เรียนต่างมีบทบาทในการสร้างบรรยากาศ ครูจะเป็นผู้ริเริ่มสร้างบรรยากาศ ผู้เรียนเป็นผู้ตอบสนองและเพิ่มสีสันให้กับบรรยากาศการเรียนการสอนให้เป็นไปในรูปแบบต่างๆ

จากการศึกษาวรรณกรรมและงานวิจัย ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้นำแนวคิดทฤษฎีนี้ออกมาเผยแพร่พร้อมเสนอแนวทางในการจัดการเรียนการสอน โดยแนวทางการ

จัดการเรียนการสอนของนักการศึกษากลุ่ม BSC (Biological Science Curriculum Study) ซึ่งได้เสนอขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนเป็น 5 ขั้นตอน [3] ได้แก่ 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นที่มีการวางแผนกำหนดแนวทางสำรวจ ตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบมาแล้ว มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ 4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม 5) ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร มากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะเป็นการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ โดยเรียกรูปแบบการสอนแบบนี้ว่ารูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นี้ทำให้นักเรียนได้ฝึกคิดให้ลึกซึ้งหรือกว้างไกลมากขึ้นกว่าเดิม ทำให้สามารถพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงซึ่งประกอบด้วย การคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ คิดสร้างสรรค์ การตัดสินใจ ไปจนถึงการแก้ปัญหาให้ดียิ่งขึ้น นักเรียนจะเป็นผู้ใฝ่เรียนมากขึ้น ผลการวิจัย พบว่า การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น เป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง นอกจากนี้ยังเป็นรูปแบบที่สถาบันส่งเสริมการสอนเสนอแนะให้นำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่างๆ ความสามารถด้านการคิดของแต่ละคนนั้นจำเป็นต้องมีพื้นฐานหลายประการในการดำเนินการ เช่น ความสามารถในการจำแนกความเหมือนและความแตกต่างของ 2 สิ่ง หรือมากกว่า ความสามารถในการจัดกลุ่มของที่มีลักษณะเหมือนกัน เป็นทักษะพื้นฐานในการสร้างมโนทัศน์เกี่ยวกับสิ่งนั้น ความหมายในการสังเกต การรวบรวมข้อมูล การตั้งสมมติฐาน กระบวนการที่นำไปสู่การแก้ปัญหา ทักษะย่อยที่มีกระบวนการหรือขั้นตอนในการคิดไม่มากอย่างเช่น การคิดวิเคราะห์ แต่ถ้านำไปใช้กับทักษะที่มีกระบวนการหรือขั้นตอนมากและซับซ้อนหลายทักษะผสมผสานกัน ก็จะสามารถเป็นการคิดระดับสูงได้ การคิดวิเคราะห์เป็นกระบวนการทางปัญญาที่มีคุณค่าของมนุษย์ เป็นความคิดที่มีสาระ มีคุณภาพ สามารถแสดงออกมาในลักษณะของการมีเหตุมีผล ตัดสินใจ จำแนก แยกแยะอย่างละเอียดและสมบูรณ์

แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

ความหมายของความพึงพอใจ

ชรินี เดชจินดา (2535, หน้า 6) ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกนึกคิดหรือทัศนคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด หรือปัจจัยที่เกี่ยวข้องความรู้สึกพอใจจะ

เกิดขึ้นเมื่อความต้องการของบุคคลได้รับการตอบสนองหรือบรรลุจุดมุ่งหมายในระดับหนึ่ง ความรู้สึกดังกล่าวจะลดลงและไม่เกิดขึ้นหากความต้องการหรือจุดมุ่งหมายนั้นไม่ได้รับการตอบสนอง

สง่า ภูธรรงค์ (2540, หน้า 9) ได้กล่าวว่าความพึงพอใจหมายถึงความรู้สึกที่เกิดขึ้น เมื่อได้รับความสำเร็จตามความมุ่งหมาย หรือเป็นความรู้สึกขั้นสุดท้ายที่ได้รับผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์

ปริญญา จเรรัตน์และคณะ (2546, หน้า 3) กล่าวว่าไว้ว่าความพึงพอใจ หมายถึงท่าทีความรู้สึกหรือทัศนคติในทางที่ดีของบุคคลที่มีต่อสิ่งที่ปฏิบัติร่วมปฏิบัติ หรือได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติโดยผลตอบแทนที่ได้รับรวมทั้งสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเป็นปัจจัยทำให้เกิดความพึงพอใจหรือไม่พึงพอใจ

จากความหมายของความพึงพอใจดังกล่าวพอสรุปความได้ว่าความพึงพอใจเป็นทัศนคติอย่างหนึ่ง ที่เป็นนามธรรมเป็นความรู้สึกส่วนตัวทั้งทางด้านบวกและลบขึ้นอยู่กับที่ได้รับการตอบสนอง เป็นสิ่งที่กำหนดพฤติกรรม ในการแสดงออกของบุคคลที่มีผลต่อการเลือกที่จะปฏิบัติสิ่งใดสิ่งหนึ่ง แนวความคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับความพึงพอใจ

วิชัย เหลืองธรรมชาติ (2531, หน้า 9) ได้ให้แนวความคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจว่า ความพึงพอใจมีส่วนเกี่ยวข้องกับความต้องการของมนุษย์ คือพึงพอใจจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อความต้องการของมนุษย์ได้รับการตอบสนองซึ่งมนุษย์ไม่ว่าอยู่ในที่ใดย่อมมีความต้องการขั้นพื้นฐานไม่ต่างกัน

สุเทพ พานิชพันธุ์ (2541, หน้า 5) ได้สรุปถึงสิ่งจูงใจที่ใช้เป็นเครื่องมือกระตุ้นให้บุคคลเกิดความ ความพึงพอใจไว้ดังนี้ 1. สิ่งจูงใจที่เป็นวัตถุได้แก่เงินสิ่งของ เป็นต้น 2. สภาพทางกายที่ปรารถนา คือสิ่งแวดล้อมในการประกอบกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งอันก่อให้เกิดความสุขทางกาย 3. ผลประโยชน์ทางอุดมคติ หมายถึงสิ่งต่าง ๆ ที่สนองความต้องการของบุคคล 4. ผลประโยชน์ทางสังคม คือความสัมพันธ์ฉันมิตรกับผู้ร่วมกิจกรรมอันจะทำให้เกิดความผูกพันความพึงพอใจ และสภาพการอยู่ร่วมกันอันเป็นความพึงพอใจของบุคคลในด้านสังคมหรือความมั่นคงในสังคมซึ่งจะทำให้รู้สึกมีหลักประกันและมีความมั่นคงในการประกอบกิจกรรม

ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกที่ดีที่ชอบที่พอใจหรือที่ประทับใจของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ได้รับโดยสิ่งนั้นสามารถตอบสนองความต้องการทั้งด้านร่างกาย และจิตใจบุคคลทุกคนมีความต้องการหลายสิ่งหลายอย่างและมีความต้องการหลายระดับซึ่งหากได้รับการตอบสนองก็จะก่อให้เกิดความพึงพอใจ การจัดการเรียนรู้ใด ๆ ที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจการเรียนรู้นั้นจะต้องสนองความต้องการของผู้เรียนทฤษฎีเกี่ยวกับความต้องการที่ส่งผลต่อความพึงพอใจที่สำคัญสรุปได้ดังนี้

ทฤษฎีลำดับขั้นของความต้องการ Maslow (Needs-Hierarchy Theory) เป็นทฤษฎีหนึ่งที่ได้รับ การยอมรับอย่างกว้างขวางโดยตั้งอยู่บนสมมติฐานเกี่ยวกับพฤติกรรมของมนุษย์ ดังนี้

1. ลักษณะความต้องการของมนุษย์ ได้แก่

1.1 ความต้องการของมนุษย์เป็นไปตามลำดับชั้นความสำคัญโดยเริ่มระดับความต้องการขั้นสูงสุด

1.2 มนุษย์มีความต้องการอยู่เสมอเมื่อความต้องการอย่างหนึ่งได้รับการตอบสนองแล้วก็มีความต้องการสิ่งใหม่เข้ามาแทนที่

1.3 เมื่อความต้องการในระดับหนึ่งได้รับการตอบสนองแล้วจะไม่ก่อให้เกิดพฤติกรรมต่อสิ่งนั้นแต่จะมีความต้องการในระดับสูงเข้ามาแทนและเป็นแรงจูงใจให้เกิดพฤติกรรมนั้น

1.4 ความต้องการที่เกิดขึ้นอาศัยซึ่งกันและกันมีลักษณะควบคู่คือเมื่อความต้องการอย่างหนึ่งยังไม่หมดสิ้นไปก็มีความต้องการอีกอย่างหนึ่งเกิดขึ้นมา

2. ลำดับชั้นความต้องการของมนุษย์มี 5 ระดับ ได้แก่

2.1 ความต้องการพื้นฐานทางด้านร่างกาย (Physiological Needs) เป็นความต้องการเบื้องต้นเพื่อความอยู่รอดของชีวิตเช่นความต้องการอาหาร น้ำ อากาศ เครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรค ที่อยู่อาศัย และความต้องการทางเพศความต้องการทางด้านร่างกายจะมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของคนก็ต่อเมื่อความต้องการทั้งหมดของคนยังไม่ได้รับการตอบสนอง

2.2 ความต้องการความมั่นคงปลอดภัย (Security Needs) เป็นความรู้สึกที่ต้องการความมั่นคงปลอดภัยในปัจจุบัน และอนาคตซึ่งรวมถึงความก้าวหน้า และความอบอุ่นใจ

2.3 ความต้องการทางสังคม (Social or Belonging Needs) ได้แก่ความต้องการที่จะเข้าร่วมและได้รับการยอมรับในสังคมความเป็นมิตร และความรักจากเพื่อน

2.4 ความต้องการที่จะได้รับการยกย่องหรือมีชื่อเสียง (Esteem Needs) เป็นความต้องการระดับสูง ได้แก่ ความต้องการอยากเด่นในสังคม รวมถึงความสำเร็จ ความรู้ ความสามารถ ความเป็นอิสระภาพ และเสรี และการเป็นที่ยอมรับนับถือของคนทั้งหลาย

2.5 ความต้องการที่จะประสบความสำเร็จในชีวิต (Self Actualization Needs) เป็นความต้องการระดับสูงของมนุษย์ส่วนมากจะเป็นการนึกอยากจะเป็นอยากจะได้ตามความคิดเห็นของตัวเอง แต่ไม่สามารถแสวงหาได้ (Maslow.1970: 69-80)

สรุปได้ว่า ลักษณะของความพึงพอใจเป็นการแสดงออกทางอารมณ์และความรู้สึกทางบวกของบุคคลหรือสิ่งหนึ่งสิ่งใด บุคคลจะรับรู้ความพึงพอใจที่รู้สึกได้ในขั้นสุดท้ายที่ได้รับผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์

การวัดความพึงพอใจ

ปริญญา จเรรัชต์และคณะ (2546, หน้า 5) กล่าวว่ามาตรวัดความพึงพอใจสามารถกระทำได้หลายวิธี ได้แก่

1. การใช้แบบสอบถามโดยผู้สอบถามจะออกแบบสอบถามเพื่อต้องการทราบความคิดเห็นซึ่งสามารถทำได้ในลักษณะที่กำหนดคำตอบให้เลือก หรือตอบคำถามอิสระ คำถามดังกล่าวอาจถามความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ เช่น การบริการ การบริหาร และเงื่อนไขต่าง ๆ เป็นต้น

2. การสัมภาษณ์เป็นวิธีวัดความพึงพอใจทางตรงทางหนึ่งซึ่งต้องอาศัยเทคนิค และวิธีการที่ดีที่จะทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นจริงได้

3. การสังเกตเป็นวิธีการวัดความพึงพอใจโดยสังเกตพฤติกรรมของบุคคลเป้าหมายไม่ว่าจะแสดงออกจากการพูดกริยาท่าทาง วิธีนี้ต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจัง และการสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผน

จะเห็นได้ว่า การวัดความพึงพอใจนั้น สามารถที่จะทำการวัดได้หลายวิธี ทั้งนี้จะต้องขึ้นอยู่กับความสะดวก ความเหมาะสม ตลอดจนจุดมุ่งหมายหรือเป้าหมายของการวัดด้วย จึงจะส่งผลให้การวัดนั้นมีประสิทธิภาพเป็นที่น่าเชื่อถือได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

กษมา เกิดประสงค์ (2560 : 121-128) ได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาและศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 2) ศึกษาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล การสื่อสารและการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐานในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ และขั้นตอนที่ 4 การปรับปรุงและแก้ไขรูปแบบการจัดการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านธาตุเชิงแกง อ.จุน จ.พะเยา ทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบ ได้แก่ 1) แบบวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล 2) แบบวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ด้านการสื่อสาร 3) แบบวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา และ 4) แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง 6 สัปดาห์ๆละ 3 ชั่วโมง วิเคราะห์ข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพด้วยสถิติพื้นฐานและวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนสมรรถนะทั้ง 3 ด้านโดยใช้สถิติทดสอบการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวเมื่อมีการวัดซ้ำ (Repeated Measures ANOVA) ผลการวิจัยพบว่า 1) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1

การกำหนดเป้าหมาย ขั้นที่ 2 การทบทวนประสบการณ์เดิม ขั้นที่ 3 การเพิ่มประสบการณ์ใหม่ ขั้นที่ 4 การเชื่อมโยง และขั้นที่ 5 การสรุป มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะด้านการให้เหตุผล การสื่อสารและการแก้ปัญหา หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สัตยา นาอูตม (2559 : 105-109) ได้พัฒนาแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ โดยประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ จุดมุ่งหมายการวิจัยดังนี้ 1. เพื่อสร้างแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยประยุกต์ข้อสอบแบบพหุมิติ 2. เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ โดยการสร้างข้อสอบที่สามารถวัดองค์ประกอบของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้มากกว่า 1 องค์ประกอบ ดังนั้น ข้อสอบ 1 ข้อ จึงมีค่าอำนาจจำแนกทั้งหมด 2 ค่า (a_1 และ a_2) และในการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ พบว่าค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าเป็นลบในบางมิติ และมีค่าสูงเกินอาจเนื่องมาจากข้อสอบบางข้อมีความสามารถในการวัดมิติบางมิติสูงและบางมิติต่ำกว่ามิติอื่น ๆ อีกประเด็นหนึ่งคือ ตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบต้องเป็นการสอบที่ไม่แข่งขันด้านเวลา (Non speeded Test Administration) ความเร็วในการตอบจะต้องไม่มีอิทธิพลต่อผลการตอบ การจัดสอบจึงต้องไม่อยู่สถานการณ์ที่สอบแข่งขันกันด้วยเวลาการสอบจะต้องอยู่ในลักษณะที่ผู้สอบมีความสามารถมีเวลาเพียงพอต่อทำข้อสอบ (Power Test Administration) แต่ในสภาพการทดสอบจริงไม่สามารถจัดการสอบที่ไม่แข่งขันด้านเวลาได้ในทุกครั้งซึ่งอาจมีผลต่อค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ ผลการวิจัยพบว่า ในการสร้างแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จำนวน 78 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ถึง 1 เมื่อพิจารณาคุณภาพของข้อสอบผ่านเกณฑ์การคัดเลือกจำนวน 74 ข้อ โดยมีค่าพารามิเตอร์ ดังนี้ ค่าอำนาจจำแนกในมิติที่ 1 มีค่าอยู่ระหว่าง -15.366 ถึง 28.925 และมิติที่ 2 มีค่าอยู่ระหว่าง -0.178 ถึง 37.18619 ค่าจุดตัดของความยากแบบพหุมิติ (d) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.966 ถึง 1.454 ค่าอำนาจจำแนกแบบพหุมิติ (MDISC) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.632738 ถึง 37.18619 และค่าความยากแบบพหุมิติ (MDIFF) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.033265 ถึง 2.4811 ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบ (Item Information) มีค่าความสามารถสูงสุดอยู่ในช่วง -3 ถึง 3 ค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบ ณ ระดับความสามารถสูงสุดอยู่ในช่วง -1.2 ถึง -0.6 มีค่าสารสนเทศของแบบทดสอบ (Test Information) ข้อสอบ ณ ระดับความสามารถเท่ากับ 0 ได้ค่าสารสนเทศของแบบทดสอบ คือ 28.2

สุนทรีย์ ปาลวัฒน์ชัย (2559 : 94-101) ได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2) ประเมินผลการใช้

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น การวิจัยแบ่งการดำเนินงานเป็น 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ ระยะที่ 2 การเตรียมการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น และระยะที่ 3 การประเมินผลของการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น กลุ่มตัวอย่างในการประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา โดยสุ่มแบบเจาะจงได้นักเรียน จำนวน 38 คน วัดผลก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น โดยทดลองสอนเป็นเวลา 5 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า 1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น มี 4 องค์ประกอบ คือ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ซึ่ง ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นความขัดแย้งทางความคิด ขั้นเรียนรู้จากการปฏิบัติ ขั้นสรุปความรู้ด้วยตนเอง และขั้นตรวจสอบความรู้ และ 4) การวัดและประเมินผล 2. ผลการประเมินผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และคะแนนเฉลี่ยการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมเกียรติ อินทสิงห์ (2558 : 199-204) ได้พัฒนาชุดฝึกสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายสำหรับนักเรียนกลุ่มเสี่ยง โดยใช้เทคนิคสแกฟโฟลด์ดิ้ง ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนกลุ่มเสี่ยง ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้เทคนิคสแกฟโฟลด์ดิ้ง และเพื่อศึกษาผลการใช้ชุดฝึกสมรรถนะทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนกลุ่มเสี่ยงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้เทคนิคสแกฟโฟลด์ดิ้ง การวิจัยในครั้งนี้ดำเนินการศึกษาตามระเบียบวิธีการวิจัยและพัฒนา และประยุกต์ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนปรินทร์รอยแยลส์วิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่ ในปีการศึกษา 2557 จำนวน 8 คน ซึ่งเป็นนักเรียนกลุ่มเสี่ยงที่มีปัญหาทางสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ได้มาโดยการคัดกรองด้วยวิธีการสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ และสัมภาษณ์นักเรียนที่ถูกอ้างถึงว่าเป็นนักเรียนกลุ่มเสี่ยง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบสัมภาษณ์ครูผู้สอนเกี่ยวกับนักเรียนที่มีปัญหาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายและประเด็นที่เป็นปัญหาสำหรับนักเรียน แบบสัมภาษณ์นักเรียนที่ถูกอ้างถึงว่าเป็นนักเรียนกลุ่มเสี่ยงเกี่ยวกับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่เป็นปัญหา ชุดฝึกสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้เทคนิค สแกฟโฟลด์ดิ้ง กรอบการสังเกตและบันทึกการใช้ชุดฝึก และแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการใช้ชุดฝึก วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าความถี่ ร้อยละ และการวิเคราะห์เนื้อหา โดยผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้เทคนิค สแกฟโฟลด์ดิ้ง ได้ชุดฝึกจำนวน 5 หน่วย 2) ผลการนำชุดฝึกไปใช้ พบว่า 2.1) นักเรียน 7 คน ทำคะแนนผลการประเมินส่วนใหญ่ได้ในระดับ “ดี” และมีนักเรียน 1 คน ทำคะแนนผลการ

ประเมินส่วนใหญ่ได้ในระดับ “ผ่าน” 2.2) ชุดฝึกสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถพัฒนาศักยภาพในการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มเสี่ยงได้แม้ในบางชุดฝึกต้องเพิ่มนั่งร้านเสริมเข้าไป และในบางชุดฝึกต้องถอนนั่งร้านออกไปสำหรับนักเรียนบางคน 2.3) นักเรียนทุกคนชอบการฝึกในรูปแบบนี้และมีความเห็นว่าตนเองมีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ดีขึ้นในทุกสมรรถนะที่ได้รับการฝึก

จากการศึกษาวิจัยในประเทศ พบว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ย (417) ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD (500) ซึ่งอยู่ในส่วนต่ำสุด (Bottom Quarter) และ คะแนนคณิตศาสตร์ด้านต่าง ๆ 4 ด้าน ตามกรอบการประเมินของ PISA คือ (1) ปริภูมิและ รูปทรงสามมิติ (2) การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ (3) ปริมาณ และ (4) ความไม่แน่นอน มี คะแนน 424, 405, 415 และ 423 ตามลำดับ จะเห็นว่านอกจากคะแนนคณิตศาสตร์จะต่ำแล้ว ยัง พบว่านักเรียน ไทยอ่อนด้อยในเนื้อหา “การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์มากที่สุด เมื่อเทียบกับเนื้อหาอื่น ๆ และการประเมินใน PISA 2009 เปรียบเทียบกับ PISA 2003, PISA 2006 พบว่า นักเรียนไทยมีค่าเฉลี่ยการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ลดลงเรื่อย ๆ อย่างต่อเนื่อง ปัจจัยส่วนหนึ่งมาจากขนาดของโรงเรียน คือ นักเรียนที่เรียนในโรงเรียนที่มีขนาดต่างกันมีการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างนักเรียน โรงเรียนขนาดกลางกับโรงเรียนขนาดเล็กพบว่านักเรียนโรงเรียนขนาดกลางมีการรู้เรื่อง คณิตศาสตร์มากกว่านักเรียนโรงเรียนขนาดเล็กอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ทอง พันธุ์ ยงกุล. 2554 : 150-151) แต่หากนักเรียนได้รับการเสริมสร้างการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จะทำให้เด็กนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น จะเห็นได้ว่าการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่สำคัญ และจำเป็นต่อการดำเนินชีวิตของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับภายในโรงเรียน ไปใช้ในการแก้ปัญหาที่พบเจอในสถานการณ์จริงบนโลกได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ และสาเหตุที่ทำให้เกิด รวมทั้งแนวทางในการเสริมสร้างการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ให้เกิดประโยชน์ และคุ้มค่าที่สุด

งานวิจัยต่างประเทศ

Colin (2010 : 83-93) ได้ศึกษาการรู้เรื่องสถิติในโรงเรียน โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความตั้งใจเรียน การรับรู้ความสามารถของตนเองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านมา งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรพยากรณ์ ซึ่งได้แก่ ความตั้งใจเรียน การรับรู้ความสามารถของตนเอง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านมาในตัวแปร เกณฑ์ คือ การรู้เรื่องสถิติ (การรู้เรื่องคณิตศาสตร์) โดยผู้วิจัยได้ศึกษาและทบทวนวรรณกรรมที่ เกี่ยวข้องกับ การวิจัยนี้ เพื่อสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรพยากรณ์กับตัวแปร เกณฑ์ดังกล่าว การวิเคราะห์ข้อมูลเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงประจักษ์ กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาเป็น นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาในประเทศออสเตรเลีย จำนวน 438 คน จากโรงเรียนจำนวน 8 โรงเรียน ใน 3 รัฐ วิเคราะห์ ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์

องค์ประกอบเชิงยืนยัน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และศึกษาความสัมพันธ์ ระหว่างข้อมูล ผลการศึกษา พบว่า ความตั้งใจเรียนเป็นตัวส่งผ่านไป ยังการรับรู้ความสามารถของตนเอง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผ่านมา นอกจากนี้ยัง พบว่า ความตั้งใจเรียน การรับรู้ ความสามารถของตนเอง ร่วมอธิบายความแปรปรวนของการรู้สึกลึกลับได้

Turner et al. (2009) ได้ศึกษาการใช้สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ทำนายความยากของข้อสอบในบริบท PISA โดยใช้การวิเคราะห์ลักษณะของข้อสอบที่ใช้ในการประเมินคณิตศาสตร์ที่พัฒนาโดย OECD สำหรับการประเมินนานาชาติในความสัมพันธ์ของสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ 6 ด้าน ได้แก่ การให้เหตุผลและการสร้างข้อโต้แย้ง การสื่อสาร การทำให้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ การสร้างสิ่งที่เป็นตัวแทน (Representation) การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการใช้สัญลักษณ์ สูตรภาษาและการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสมรรถนะเหล่านี้ได้มาจากกรอบคณิตศาสตร์ของ PISA ทั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้นำเสนอโครงการที่ใช้สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ การหาหลักฐานที่สนับสนุน การกระตุ้นให้แสดงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ในแต่ละด้านของการประเมิน รวมถึงวิธีการตรวจสอบว่าสมรรถนะทางคณิตศาสตร์เกี่ยวข้องกับความยากของข้อสอบ โดยใช้การวิเคราะห์ถดถอยและการวิเคราะห์องค์ประกอบ ซึ่งข้อค้นพบที่ได้ คือ โครงการที่ใช้สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงสมรรถนะเป็นตัวทำนายความยากของข้อสอบได้สูง

Doyle (2007 : 246-254) ได้ทำการศึกษาและพิจารณาการเปลี่ยนแปลงลักษณะของการสอนและผลงานทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับบทบาทของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้ระยะเวลา การศึกษา 2 ปีกับนักเรียน 4 ห้องเรียน เพื่อเป็นตัวเปรียบเทียบจากการมอบหมายงานการจำลองตัวแบบทางคณิตศาสตร์ในระดับปกติและระดับสูง ผลการศึกษาพบว่า การจำลองสถานการณ์และการสร้างผลงานทางคณิตศาสตร์ในระดับสูงสามารถที่จะเสริมสร้างการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ได้ โดยที่ นักเรียนจะได้รับแนวทางในการจัดการข้อมูลอย่างเป็นระบบและใช้คณิตศาสตร์ผ่านการสอนที่มีคุณภาพ อีกทั้งนักเรียนสามารถเข้าใจในเรื่อง คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับโลกได้ นอกจากนี้บทบาทสำคัญของครูสามารถสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ทางบวก การสื่อสารแนวความคิดที่ชัดเจน และการพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน

Koichu, Berman, and Moore (2007 : 99-139) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการพัฒนาการรู้เรื่องยุทธวิธี แก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยทำ การศึกษานักเรียนเกรด 8 จำนวน 2 ห้องเรียน 37 คน เป็นระยะเวลา 5 เดือน ซึ่งยุทธวิธีแก้ปัญหาเป็นการศึกษาความสามารถ ส่วนตนในการใช้ยุทธวิธีของคำศัพท์ในการ สื่อสารเพื่อแก้ปัญหา และการเลือก ใช้ยุทธวิธีที่หลากหลายในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรของโรงเรียน เกี่ยวกับวิชาพีชคณิตและเรขาคณิต การพัฒนาการรู้เรื่องยุทธวิธี แก้ปัญหาของนักเรียนจะวิเคราะห์จากค่าเฉลี่ยของผลการสัมภาษณ์การคิดของนักเรียนและ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

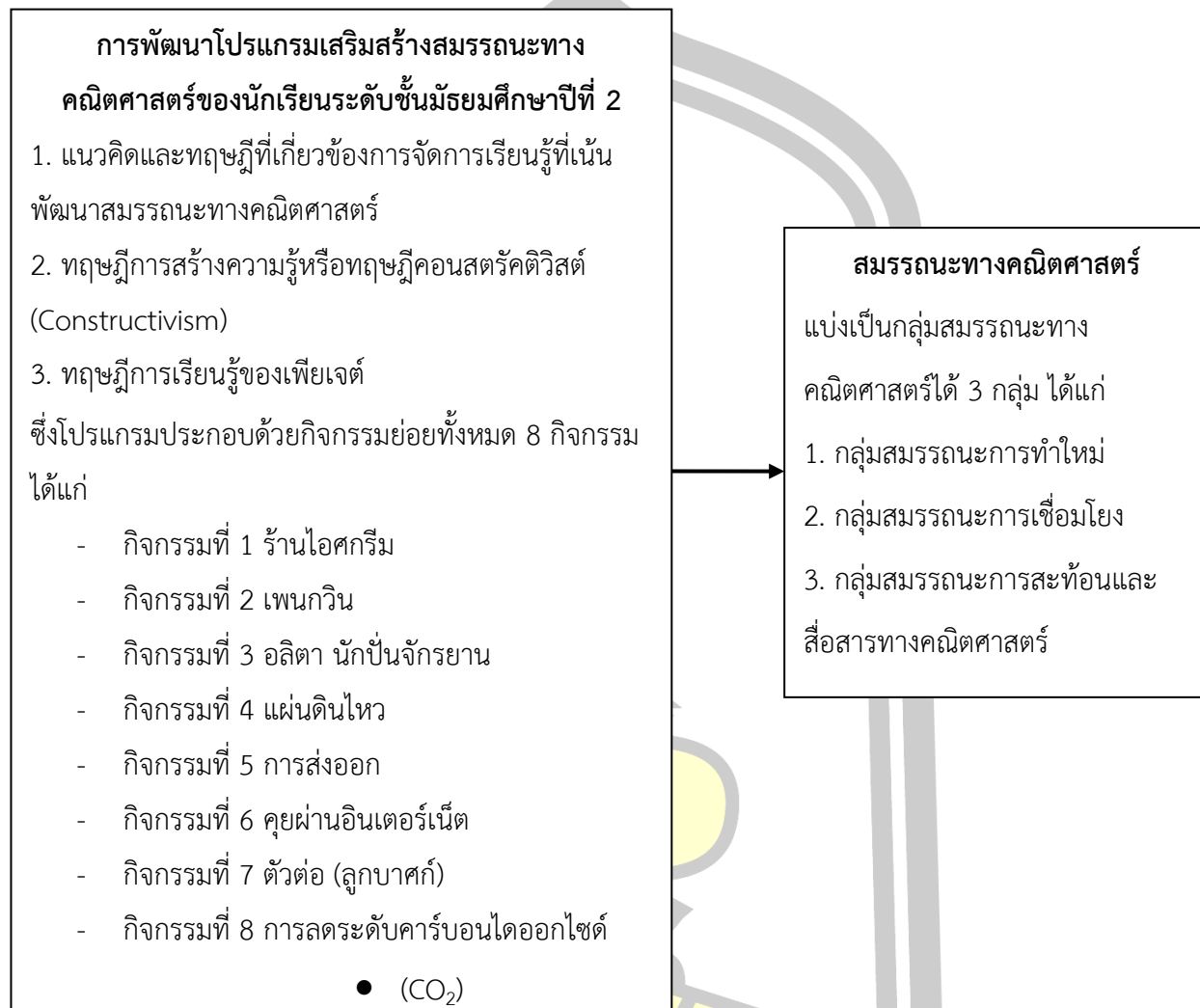
คณิตศาสตร์ พร้อมทั้งหาค่าเฉลี่ยจากการทดสอบเจตคติของนักเรียน ผลการวิจัย พบว่า การพัฒนาการรู้เรื่องยุทธวิธีแก้ปัญหและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนในกลุ่มเดียวกันมีความก้าวหน้าของ คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นจากการพัฒนาการรู้เรื่องยุทธวิธีแก้ปัญห

จากการศึกษางานวิจัยต่างประเทศ พบว่า ปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ คือ ครูผู้ที่จะสามารถสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ดี การสื่อสารแนวความคิดที่ ชัดเจน และการพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน รวมทั้งการจำลองสถานการณ์ และการสร้างผลงานทางคณิตศาสตร์ในระดับสูง จะสามารถเสริมสร้างการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ปัจจัยที่สำคัญอีกอย่าง คือ ตัวนักเรียนเอง ความตั้งใจเรียนสูงจะเป็นตัวส่งผ่านไปยังการรับรู้ความสามารถของตนเอง นอกจากนี้ยังพบว่า การอ่านยังมีอิทธิพลต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ แต่หากมีอคติต่อการอ่าน จะมีความสัมพันธ์ทางลบกับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ อีกทั้งสภาพแวดล้อมในห้องเรียน ความมีระเบียบวินัย ยังมีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนอีกด้วย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ พบว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในระดับต่ำกว่ากำหนด ปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ได้แก่ ครูตัวนักเรียน ครอบครัว สภาพแวดล้อมในห้องเรียน และการสร้างสถานการณ์ในบริบทของโลกจริง ซึ่งหากมีแนวทางในการส่งเสริม จะส่งผลให้การดำเนินชีวิต ของมนุษย์ทั้งในด้านเศรษฐกิจ สังคมและวัฒนธรรม ทำให้มนุษย์สามารถสร้างแนวคิด ทักษะ กระบวนการในการหาคำตอบของปัญหา สามารถสรุป และอธิบายเหตุผลในการดำเนินการแก้ปัญหา อีกทั้งสามารถสื่อสารแนวคิดของการแก้ปัญหาให้กับผู้อื่นเข้าใจได้



กรอบแนวคิดในการวิจัย



รูปที่ 4 แสดงกรอบแนวคิดในการการพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

พูน ปณ ทิโต ชีเว

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มุ่งพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งผู้วิจัยจะกล่าวถึงวิธีดำเนินการวิจัยตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ห้อง 3 - 18 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนผดุงนารี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 จำนวน 785 คน โดยทางโรงเรียนได้จัดนักเรียนในห้องดังกล่าวเป็นแบบคละความสามารถ (เก่ง กลาง อ่อน)

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนผดุงนารี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 จำนวน 3 ห้อง รวมเป็น 145 คน ซึ่งใช้การสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม แบ่งเป็นห้องเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งมีบริบทโดยทั่วไปของห้องเรียนที่คล้ายคลึงกัน ดังนี้

- ห้องเรียนที่ 1 มีนักเรียนทั้งหมด 49 คน มีสภาพบริบททั่วไปคือ นักเรียนมีความสามารถที่แตกต่างกัน ให้ความร่วมมือในการเรียนการสอนเป็นอย่างดี กล้าแสดงความคิดเห็น และมีความกระตือรือร้นในการทำงาน และรับผิดชอบในการเรียนอยู่ในระดับดีมาก

● ห้องเรียนที่ 2 มีนักเรียนทั้งหมด 48 คน มีสภาพบริบททั่วไปคือ นักเรียนมีความสามารถที่แตกต่างกันและมีนักเรียนที่เรียนรู้ช้าบางส่วน ช่วยเหลือกันในการทำงานดี นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความร่วมมือในการเรียนการสอนดีและรับผิดชอบในการทำงานอยู่ในระดับดี

● ห้องเรียนที่ 3 มีนักเรียนทั้งหมด 48 คน มีสภาพบริบททั่วไปคือ นักเรียนมีความสามารถที่แตกต่างกันและมีนักเรียนเรียนรู้ช้าบางส่วน ช่วยเหลือแบ่งปันกันดี นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความร่วมมือในการเรียนการสอนดี แสดงความคิดเห็นดี และมีความรับผิดชอบในการทำงานอยู่ในระดับปานกลาง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

มีดังนี้

1. โปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์
2. แบบวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
3. แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทาง

คณิตศาสตร์

การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

1. โปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

1.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และเอกสาร ตำรา งานวิจัยและวิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนการสร้างโปรแกรมเพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดเนื้อหาและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความต้องการของการวิจัย

1.2 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) วิชาคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ จุดมุ่งหมาย เวลาเรียน แนวดำเนินการ การวัดและการประเมินผล และให้สอดคล้องกับแผนการจัดกิจกรรมในโปรแกรมดังกล่าว

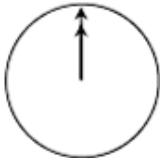
1.3 ศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์โดยอ้างอิงจากแนวข้อสอบของ PISA ที่ใช้ในการประเมินช่วงปี 2012 และ 2015 แล้วนำมาออกแบบเป็นกิจกรรมให้มีความน่าสนใจ และนำเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยคิดว่ากิจกรรมดังกล่าวจะทำให้เด็กมีความกระตือรือร้นพยายามที่จะแก้ปัญหา และได้เรียนรู้จากข้อสอบจริงด้วย เช่น

ตัวอย่างที่ 1 กิจกรรม “คุยผ่านอินเทอร์เน็ต”

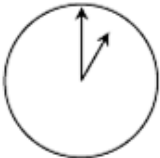
คุยผ่านอินเทอร์เน็ต

มาร์ค (อยู่ที่เมืองซิดนีย์ ประเทศออสเตรเลีย) และฮานส์ (อยู่ที่กรุงเบอร์ลิน ประเทศเยอรมัน) ติดต่อกันโดยใช้ “คุย” (chat) ทางอินเทอร์เน็ต เขาต้องใช้อินเทอร์เน็ตในเวลาเดียวกันจึงสามารถ “คุย” กันได้


มาร์ค ดูแผนภาพเวลาของโลก เพื่อหาเวลาที่เหมาะสมในการ “คุย” กันทางอินเทอร์เน็ต และพบว่า



กรีนิช เวลาเที่ยงคืน



เบอร์ลิน เวลาตี 1



ซิดนีย์ เวลา 10 โมง

คำถามข้อที่ 1 ถามว่า : เวลา 1 ทุ่ม ที่ซิดนีย์ ตรงกับเวลาอะไรที่เบอร์ลิน

คำตอบ:

ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

สมรรถนะ : การเชื่อมโยง

→ วิเคราะห์จากการที่ข้อสอบมีความซับซ้อนมากขึ้น ไม่สามารถใช้วิธีการแก้ปัญหาเดิมๆ ได้เลยและต้องใช้ข้อมูลจากโจทย์ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ไม่เหมือนเดิม แต่เนื้อหาของปัญหายังคงใช้การคำนวณแบบเดิมๆ บางส่วน

คำถามข้อที่ 2 ถามว่า : มาร์ค และฮานส์ ไม่สามารถคุยกันระหว่าง 9 โมงเช้า ถึงบ่าย 4 โมงครึ่ง

ในเวลาท้องถิ่นของแต่ละคน เนื่องจากพวกเขาต้องไปโรงเรียน เช่นเดียวกันกับในช่วง 5 ทุ่ม ถึง 7 โมงเช้า ในเวลาท้องถิ่นของเขาก็คุยไม่ได้เช่นเดียวกัน เพราะกำลังหลับอยู่

จงเขียนเวลาท้องถิ่นลงในตารางที่มาร์คและฮานส์ “คุย” กันได้

สถานที่	เวลา
ซิดนีย์	
เบอร์ลิน	


ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

สมรรถนะ : การสะท้อนและสื่อสารทางคณิตศาสตร์

→ วิเคราะห์จากการที่ข้อสอบถามซับซ้อน มีองค์ประกอบที่เพิ่มมากขึ้นและไม่คุ้นเคยจากคำถามข้อที่ 1 และเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนจะต้องสะท้อนกลับที่ตนเอง แล้วจึงคิดและวางแผนการแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนดให้

ตัวอย่างที่ 2 กิจกรรม “ตัวต่อ (ลูกบาศก์)”

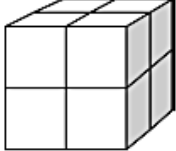
พจมานชอบเล่นตัวต่อจากลูกบาศก์เล็กๆ ดังรูป



ลูกบาศก์เล็ก

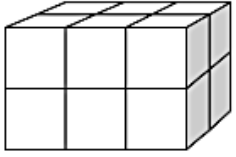
พจมานมีลูกบาศก์เล็กๆ อย่างนี้มากมาย เธอใช้กาวต่อลูกบาศก์เล็กๆ เข้าด้วยกันเป็นทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากแบบต่างๆ

ครั้งแรกพจมานต่อลูกบาศก์เล็กๆ แปดอัน เข้าด้วยกัน ได้ดังรูป ก

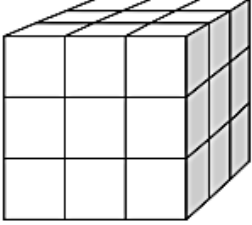


รูป ก

จากนั้นพจมานต่อลูกบาศก์เล็กๆ เข้าด้วยกันเป็นทรงสี่เหลี่ยมตัน ดังรูป ข และ รูป ค



รูป ข



รูป ค

คำถามที่ 1 ถามว่า : รูป ข พจมานต้องใช้ลูกบาศก์เล็กๆ ทั้งหมดกี่อัน

คำตอบ :อัน

ลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

สมรรถนะ : การทำใหม่

→ คำถามไม่มีความซับซ้อน นักเรียนสามารถดูข้อมูลจากโจทย์แล้วแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบได้ โดยใช้การคำนวณแบบเดิมที่เคยผ่านมา

1.4 นำข้อมูลที่ได้มากำหนดเนื้อหาสาระของกิจกรรมโดยพิจารณารูปแบบเนื้อหาที่เหมาะสมความสามารถและความสนใจของนักเรียน โดยนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ได้จากการสังเคราะห์ในบทที่ 2 มาพัฒนาและสร้างเป็นโครงร่างโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้นั้นก็คือการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) โดยผู้เรียนจะมีส่วนร่วมและได้ลงมือปฏิบัติจริงทุกขั้นตอนจนเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งผู้วิจัยได้วิเคราะห์กิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 8 กิจกรรม ดังตารางที่ 23 (ภาคผนวก ก)

1.5 นำโครงร่างโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เสนอให้ประธานกรรมการและกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ พิจารณาความครบถ้วนครอบคลุมเนื้อหา รูปแบบและการใช้ภาษาถูกต้องหรือไม่ พร้อมทั้งจัดทำคู่มือการใช้แล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของประธานกรรมการและกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

1.6 นำโครงร่างโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและความเหมาะสมครอบคลุมเรื่องที่จะวัดโดยใช้แบบประเมินเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับตามแบบของลิเคิร์ท (สมบัติ ท้ายเรือคำ. 2551 : 79 - 80) ผู้เชี่ยวชาญมี 3 ท่าน ประกอบด้วย

1.6.1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์

1.6.2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปาริชาติ ประเสริฐสังข์ อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการเรียนการสอน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์

1.6.3 ดร.อิทธิฤทธิ์ พงษ์ปิยะรัตน์ ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 5 เป็นผู้เชี่ยวชาญวิชาคณิตศาสตร์

ตารางที่ 5 ผลประเมินความเหมาะสมของโครงร่างโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

กิจกรรม ที่	รายการประเมิน												รวม $\sum n$	ค่าเฉลี่ย \bar{x}	S.D.
	ด้านเนื้อหา			ด้านกิจกรรมการ เรียนรู้			ด้านสื่อการ เรียนรู้			ด้านการวัดผล และประเมินผล					
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
1	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	5.00	4.80	4.80	5.00	4.71	4.71	5.00	58.02	4.84	0.11
2	4.80	4.80	4.80	5.00	4.80	4.80	5.00	4.80	5.00	5.00	4.57	4.86	58.23	4.85	0.13
3	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	5.00	5.00	4.80	5.00	4.71	4.86	58.17	4.85	0.10
4	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	5.00	4.71	4.71	5.00	57.82	4.82	0.09
5	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	5.00	4.80	4.57	5.00	4.71	57.68	4.81	0.11
6	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	5.00	4.80	4.80	4.71	4.71	5.00	57.82	4.82	0.09
7	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	5.00	4.80	4.71	4.71	4.86	57.68	4.81	0.07
8	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.57	5.00	4.86	57.63	4.80	0.09
9	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	5.00	4.80	4.57	4.86	4.86	57.69	4.81	0.10
รวม $\sum n$	129.60			130.00			131.60			129.54			520.74		
ค่าเฉลี่ย \bar{x}	4.80			4.81			4.87			4.80			4.82		
S.D.	0.40			0.39			0.33			0.40			0.38		

จากข้อมูลตารางที่ 5 ผลการประเมินความเหมาะสมของโครงร่างโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยภาพรวมอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.82 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.38 และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านที่มีระดับความเหมาะสมมากที่สุด ได้แก่ ด้านสื่อการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.87 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.33 รองลงมา คือ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านเนื้อหา และด้านการวัดผลประเมินผล

1.7 นำโครงร่างโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว นำไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนผดุงนารี ตำบลตลาด อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองใช้เวลา 5 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 ชั่วโมง ซึ่งได้ผลการหาประสิทธิภาพของโปรแกรม ดังตารางที่ ตารางที่ 6 แสดงผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของโครงร่างโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 ตามเกณฑ์ 75/75

n	ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)			ประสิทธิผลของผลลัพธ์ (E_2)		
	คะแนนเต็ม ชุดกิจกรรม	คะแนนรวม ชุดกิจกรรม	E_1	คะแนนเต็ม หลังเรียน	คะแนนรวม หลังเรียน	E_2
30	66	1,566	79.09	14	336	80.00

จากตารางที่ 6 พบว่า ประสิทธิภาพของโครงร่างโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ประกอบด้วยประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 79.09 และประสิทธิผลของผลลัพธ์ (E_2) ของโครงร่างโปรแกรมมีค่าเท่ากับ 80.00 ดังนั้นโครงร่างโปรแกรมจึงมีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 79.09/80.00

1.8 รวบรวมข้อมูลจากการทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนผดุงนารี จังหวัดมหาสารคาม ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองใช้เวลา 5 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 ชั่วโมง และขอเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านนำมาปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้วนำไปเสนอต่อประธานกรรมการและกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจสอบอีกครั้งหนึ่งก่อนนำไปใช้

1.9 พัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการหาประสิทธิภาพของโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ให้มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 ตามเกณฑ์ 75/75 และจัดพิมพ์โปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2. แบบวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้อ้างอิงแบบวัดจากงานวิจัยของ สัตยา นาอูตม (2559) ได้พัฒนาแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ โดยประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ ซึ่งแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นนั้นเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือกแบบให้คะแนน 2 ค่า จากจำนวน 78 ข้อ ผ่านเกณฑ์การพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างจากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ 5 คน มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.75 ถึง 1 ได้คัดเลือกไว้ จำนวน 74 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกแบบทดสอบที่เป็นบริบทวิทยาศาสตร์ จำนวน 14 ข้อ มาใช้เป็นแบบวัด

สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เนื่องจากบริบทนี้เกี่ยวข้องกับการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในโลกรชีวิต และประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่น สภาพภูมิอากาศหรือภูมิประเทศ ระบบนิเวศวิทยา การแพทย์ วิทยาศาสตร์อวกาศ พันธุกรรม การวัด และเรื่องที่เกี่ยวข้องกับโลกของคณิตศาสตร์ภายใต้บริบททางวิทยาศาสตร์ และนำมาทดสอบกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน แล้วหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ทั้งฉบับ ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้สูตร KR-20 จากการนำแบบวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 14 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

ข้อที่	ค่าเฉลี่ย	S.D.	n	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Deleted
1	0.27	0.45	30	5.00	7.103	1.597	0.650
2	0.53	0.51	30	4.73	6.547	0.192	0.622
3	0.43	0.50	30	4.83	6.488	0.219	0.617
4	0.47	0.51	30	4.80	6.441	0.230	0.614
5	0.20	0.41	30	5.07	6.822	0.149	0.626
6	0.43	0.50	30	4.83	6.557	0.191	0.622
7	0.40	0.50	30	4.87	6.947	0.042	0.647
8	0.20	0.41	30	5.07	6.271	0.426	0.586
9	0.70	0.47	30	4.57	6.185	0.390	0.588
10	0.60	0.50	30	4.67	6.092	0.393	0.586
11	0.37	0.49	30	4.90	6.024	0.433	0.579
12	0.23	0.43	30	5.03	6.378	0.342	0.597
13	0.23	0.43	30	5.03	6.585	0.243	0.613
14	0.20	0.41	30	5.07	6.271	0.426	0.586
Cronbach's Alpha = 0.628				Mean = 5.27		S.D. = 2.703	
Variance = 7.306				N = 14			

3. แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้แนวคิดตามทฤษฎีลำดับขั้นความต้องการของมาสโลว์ (Maslow) และทฤษฎีความต้องการของอัลเดอร์เฟอร์ (Alderfer) โดยแบ่งแบบวัดออกเป็น 4 ด้าน คือ ด้านความพึงพอใจต่อพฤติกรรม และวิธีการสอนของครู 5 ข้อ ความพึงพอใจต่อการร่วมกิจกรรม 5 ข้อ ความพึงพอใจต่อพัฒนาการของตนเอง 5 ข้อ และความพึงพอใจต่อการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน 5 ข้อ รวม 20 ข้อ โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนตามระดับความพึงพอใจเป็นมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) ใน 5 ระดับตามแนวคิดของลิเคิร์ต (Likert's Scale) ดังนี้

มากที่สุด	5	คะแนน
มาก	4	คะแนน
ปานกลาง	3	คะแนน
น้อย	2	คะแนน
น้อยที่สุด	1	คะแนน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบวัดความพึงพอใจของผู้เรียนต่อโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ตามขั้นตอนดังนี้

3.1 ศึกษาแบบสอบถาม แบบวัด และแบบประเมินจากเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดความพึงพอใจ

3.2 กำหนดประเภทของความพึงพอใจ โดยจำแนกออกเป็น 4 ด้านคือ ความพึงพอใจต่อพฤติกรรมและวิธีการสอนของครู ความพึงพอใจต่อการร่วมกิจกรรม ความพึงพอใจต่อพัฒนาการของตนเอง และความพึงพอใจต่อการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

3.3 สร้างแบบวัดความพึงพอใจโดยให้มีเนื้อหาครอบคลุมนิยามของความพึงพอใจ ทั้ง 4 ด้าน ด้านละ 5 ข้อ รวม 20 ข้อ

3.4 นำแบบวัดความพึงพอใจทั้ง 20 ข้อ เสนอคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ พิจารณาตรวจสอบ และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

3.5 นำแบบวัดที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสม รวมถึงความสมบูรณ์ของแบบวัดความพึงพอใจ ผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย

3.5.1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัชรี จันทรพิ้ง อาจารย์ประจำภาควิชาประเมินผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา

3.5.2 อาจารย์สัทยา กุสุมาลย์ ครูโรงเรียนบ้านโสกแต่ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาขอนแก่น เขต 1 เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา

3.5.3 อาจารย์ทัพบิม ประมูลจะนั่ง ครูโรงเรียนผดุงนารี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาขอนแก่น เขต 26 เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา โดยพิจารณาความสอดคล้องระหว่างรายการคำถามแต่ละข้อกับนิยาม โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อ แน่ใจว่าข้อนั้นวัดได้ตรงตามนิยาม

ให้คะแนน 0 เมื่อ ไม่แน่ใจว่าข้อนั้นวัดได้ตรงตามนิยาม

ให้คะแนน -1 เมื่อ แน่ใจว่าข้อนั้นวัดไม่ตรงนิยาม

3.6 คัดเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปนำไปใช้วัดความพึงพอใจ ส่วนข้อที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 นำไปปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบอีกครั้งหนึ่ง

3.5 รวบรวมข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านมาปรับปรุงแก้ไขเกี่ยวกับการใช้สำนวนภาษา ความครอบคลุมในเนื้อหาที่จะวัด แล้วนำไปเสนอต่อประธานกรรมการและกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจสอบแล้วนำแบบวัดความพึงพอใจที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน และนำมาวิเคราะห์หาความเที่ยง (reliability) โดยใช้สูตรหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ได้ค่าความเที่ยง 0.941

3.7 จัดพิมพ์แบบวัดความพึงพอใจเพื่อนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การดำเนินการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ทดลองโดยทำการวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์กับกลุ่มตัวอย่างครั้งแรกก่อนการเข้าร่วมโปรแกรม (Pre-test) และวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ครั้งที่สองหลังจากการเข้าร่วมโปรแกรม (Post-test)

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการวิจัยผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ในการใช้โปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์จำนวน 4 สัปดาห์สัปดาห์ละ 2 วัน รวมทั้งหมด 9 ชั่วโมง มีลำดับขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

2.1 ขั้นก่อนทำการทดลองผู้วิจัยให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างตอบแบบวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาขึ้นใช้เป็นคะแนนก่อนการทดลอง (Pre-test)

2.2 ขั้นดำเนินการทดลองผู้วิจัยดำเนินการทดลองโดยให้กลุ่มตัวอย่างเข้ารับการตามกิจกรรมในโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์เป็นเวลา 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 วัน รวม

ทั้งหมด 9 ชั่วโมงโดยดำเนินกิจกรรมตามลำดับขั้นตอนในแต่ละครั้งตามแผนการจัดกิจกรรม ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลโดยบันทึกในแบบบันทึกและแบบประเมินทุกครั้งที่จัดกิจกรรมเพื่อทำการประเมินกิจกรรม ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 กำหนดการจัดกิจกรรมในโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

สัปดาห์ที่	วัน เดือน ปี เวลา	ชื่อกิจกรรม
1	15 พฤษภาคม 2562 09.15 – 12.15	ทดสอบก่อนการเข้าร่วมโปรแกรม
2	21 พฤษภาคม 2562 08.15 – 10.15 , 11.15 – 12.15	กิจกรรมที่ 1 ร้านไอศกรีม
	22 พฤษภาคม 2562 09.15 – 12.15	กิจกรรมที่ 2 เพนกวิน
3	28 พฤษภาคม 2562 08.15 – 10.15 , 11.15 – 12.15	กิจกรรมที่ 3 อลิตา นักปั่นจักรยาน
	29 พฤษภาคม 2562 09.15 – 12.15	กิจกรรมที่ 4 แผ่นดินไหว
4	4 มิถุนายน 2562 08.15 – 10.15 , 11.15 – 12.15	กิจกรรมที่ 5 การส่งออก
	5 มิถุนายน 2562 09.15 – 12.15	กิจกรรมที่ 6 คุยผ่านอินเทอร์เน็ต

พหุ ประถมศึกษา

ตารางที่ 8 (ต่อ)

สัปดาห์ที่	วัน เดือน ปี เวลา	ชื่อกิจกรรม
5	11 มิถุนายน 2562 08.15 – 10.15 , 11.15 – 12.15	กิจกรรมที่ 7
	12 มิถุนายน 2562 09.15 – 12.15	ตัวต่อ (ลูกบาศก์)
	14 มิถุนายน 2562 08.15 – 09.15 , 10.15 – 12.15	กิจกรรมที่ 8 การลดระดับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2)
6	18 มิถุนายน 2562 08.15 – 10.15 , 11.15 – 12.15	ทดสอบหลังการเข้าร่วมโปรแกรม
	19 มิถุนายน 2562 09.15 – 12.15	ทำแบบวัดความพึงพอใจ

2.3 ชั้นหลังการทดลองหลังจากดำเนินการจัดกิจกรรมตามโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ครบทั้ง 8 กิจกรรมแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์หลังการเข้าร่วมโปรแกรม (Post-test)

2.4 นักเรียนทำแบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์โดยให้นักเรียนประเมินหลังเข้าร่วมโปรแกรมแล้ว 1 สัปดาห์ เนื่องจากแต่ละกิจกรรมมีเวลาที่จำกัดและมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาอื่นต่อ ผู้วิจัยจึงไม่สามารถให้นักเรียนทำแบบวัดความพึงพอใจได้ทันทีหลังจากเข้าร่วมโปรแกรมเสร็จ จึงได้ให้นักเรียนทำแบบวัดความพึงพอใจในสัปดาห์ต่อไป

การจัดกระทำข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

จากที่ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลตามวันและเวลาที่กำหนดแล้วผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาจัดการตรวจสอบให้ข้อมูลมีความถูกต้องและพร้อมที่จะดำเนินการวิเคราะห์ในขั้นต่อไปซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดหัวข้อในการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์โดยการหาประสิทธิภาพของโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ให้มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 ตามเกณฑ์

2. การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาได้แก่ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจำแนกตามตัวแปรที่ละองค์ประกอบ

3. การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณได้แก่การตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

4. วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของการวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนการเข้าร่วมโปรแกรมและหลังการเข้าร่วมโปรแกรม ทดสอบสมมติฐานด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One way repeated measure MANOVA) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปในการวิเคราะห์

5. วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างห้องเรียนของการวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนการเข้าร่วมโปรแกรมและหลังการเข้าร่วมโปรแกรม ทดสอบสมมติฐานด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One way MANOVA) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปในการวิเคราะห์

6. วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ลำดับขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. สถิติที่ใช้หาคุณภาพของเครื่องมือ

1. ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ใช้สูตรดังนี้ (สมบัติ ท้ายเรือคำ. 2555 : 111)

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

เมื่อ $\sum R$ แทน ผลรวมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2. วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) คะแนนแบบวัดความรับผิดชอบ ต่อตนเองรายข้อกับคะแนนรวมทั้งฉบับ (Item Total Correlation) โดยใช้สูตรสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สันดังนี้ (สมบัติ ท้ายเรือคำ. 2555 : 116)

$$r_{xy} = \frac{n\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[n\sum x^2 - (\sum X)^2][n\sum Y - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ	r_{xy}	แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง X กับ Y
	$\sum X$	แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนชุด X
	$\sum Y$	แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนชุด Y
	$\sum X^2$	แทน ผลรวมทั้งหมดของกำลังสองของคะแนนชุด X
	$\sum Y^2$	แทน ผลรวมทั้งหมดของกำลังสองของคะแนนชุด Y
	$\sum XY$	แทน ผลรวมทั้งหมดของผลคูณระหว่าง X กับ Y
	n	แทน จำนวนสมาชิกในกลุ่ม

3. วิเคราะห์หาความเชื่อมั่น (Reliability) โดยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค (สมบัติ ท้ายเรือคำ. 2555 : 188) โดยใช้สูตรดังนี้

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right)$$

เมื่อ	α	แทน ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	k	แทน จำนวนข้อของเครื่องมือ
	$\sum S_i^2$	แทน ผลรวมของความแปรปรวนแต่ละข้อ
	S_t^2	แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

2. สถิติพื้นฐาน

1. ค่าเฉลี่ย (Mean) (สมบัติ ท้ายเรือคำ. 2555 : 128)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ	$\sum X$	แทน ผลรวมของข้อมูลในกลุ่มตัวอย่าง
	n	แทน จำนวนข้อมูลในกลุ่มตัวอย่าง

2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (สมบัติ ท้ายเรือคำ. 2555 : 144)

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

เมื่อ	$\sum fx$	แทน ผลรวมของผลคูณระหว่างค่าของข้อมูลแต่ละตัวกับค่าความถี่ของข้อมูลนั้น
	$\sum fx^2$	แทน ผลรวมของผลคูณระหว่างค่าของข้อมูลแต่ละตัว ยกกำลังสองกับค่าความถี่ของข้อมูลนั้น
	n	แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่าง
	f	แทน ค่าความถี่ของข้อมูลแต่ละตัวหรือแต่ละชั้น

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนการใช้โปรแกรมและหลังการใช้โปรแกรม ทดสอบสมมติฐานด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One way repeated measure MANOVA) ดังนี้ (สมบัติ ท้ายเรือคำ. 2555 : 199–200)

1. วิธีการของพิลไล (Pillai, 1960) ซึ่งวิธีการนี้คือ การนำค่า λ มาแปลงให้เป็น Pilli's Trace โดยใช้สัญลักษณ์คือ V มีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$V = \sum_{i=1}^s \frac{\lambda_i}{1 + \lambda_i}$$

เมื่อ S แทน จำนวนค่าไอเกนที่ไม่เป็น 0 จะเป็นค่าใดค่าหนึ่งทีน้อยกว่า $k - 1$ และค่า P ซึ่งแทนด้วย $S = \min(k - 1, P)$

k แทน จำนวนกลุ่มหรือระดับของตัวแปรอิสระ

P แทน จำนวนตัวแปรตาม

2. วิธีการของวิลค์ส (Wilks) วิลค์สได้นำค่า λ มาพัฒนาดัชนีชื่อว่า Wilks's Lambda ใช้สัญลักษณ์คือ Λ คำนวณมาจากสูตรดังนี้

$$\Lambda = \prod_{i=1}^s \frac{1}{1 + \lambda_i}$$

$$= \left(\frac{1}{1 + \lambda_1} \right) \left(\frac{1}{1 + \lambda_2} \right) \left(\frac{1}{1 + \lambda_3} \right) \left(\frac{1}{1 + \lambda_4} \right) \dots \left(\frac{1}{1 + \lambda_s} \right)$$

3. วิธีการของโฮเทลลิง (Hotelling) โฮเทลลิงได้นำค่า λ มาพัฒนาดัชนีที่เรียกว่า Hotelling Trace โดยมีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$T = \sum_{i=1}^s \lambda_i$$

4. วิธีการของรอย (Roy) รอยพัฒนาดัชนี θ โดยการเลือกค่าไอเกนที่มีค่ามากที่สุดที่มาสร่างดัชนี โดยใช้สัญลักษณ์ θ จึงใช้ชื่อว่า Roy's Largest root มีสูตรดังนี้

$$\theta = \frac{\lambda_1}{1 + \lambda_1}$$

เมื่อ λ_1 เป็นค่าไอเกนที่มีค่าสูงที่สุด

พูนุ ปณุกิตโต ชีเว

4. สถิติที่ใช้ในการคำนวณหาประสิทธิภาพของโปรแกรม

เพื่อคำนวณหาประสิทธิภาพของโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ตามเกณฑ์ 75/75 โดยใช้สูตรการคำนวณดังนี้ (ชัยวงศ์ พรหมวงศ์. 2556 : 9-11)

- คำนวณหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)

$$E_1 = \frac{\sum x}{N} \times 100 \quad \text{หรือ} \quad \frac{\bar{x}}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ
 $\sum x$ แทน คะแนนรวมของใบกิจกรรมหรืองานที่ทำระหว่างเข้าร่วมโปรแกรม
 A แทน คะแนนเต็มของใบกิจกรรมทั้ง 8 กิจกรรมรวมกัน
 N แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

- คำนวณหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)

$$E_2 = \frac{\sum F}{N} \times 100 \quad \text{หรือ} \quad \frac{\bar{F}}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
 $\sum F$ แทน คะแนนรวมของผลลัพธ์ของการทำแบบวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเข้าร่วมโปรแกรม
 B แทน คะแนนเต็มของแบบวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเข้าร่วมโปรแกรม
 N แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

พหุณี ปณฺ ทิโต ชเว

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิจัยเรื่อง การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 3 ส่วน ตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

ส่วนที่ 1 ผลการพัฒนาและทดลองใช้โปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ส่วนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนใช้โปรแกรม และหลังใช้โปรแกรม

ส่วนที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ซึ่งมีรายละเอียดของผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

ส่วนที่ 1 ผลการพัฒนาและทดลองใช้โปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาขึ้นอย่างเป็นขั้นตอนและมีระบบวิธีการที่เหมาะสมโดยวิเคราะห์แนวคิดทฤษฎีจากเอกสารตำราที่เกี่ยวข้องนำมาข้อมูลที่ได้มากำหนดจุดประสงค์ เนื้อหาสาระของแต่ละกิจกรรม โดยพิจารณารูปแบบเนื้อหาที่ผู้เรียนจะสามารถนำไปปฏิบัติได้ง่ายและสอดคล้องกับการดำเนินชีวิตของนักเรียน โดยแบ่งเป็นกลุ่มสมรรถนะ ดังนี้ การทำใหม่ การเชื่อมโยง และการสะท้อนและการสื่อสาร โดยเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและอภิปรายแสดงความคิดเห็น โปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญเพื่อหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและการประเมินโครงร่างโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เมื่อนำไปทดลองใช้ (Try out) โดยนำโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่เคยเรียนเนื้อหานั้นมาก่อน ซึ่งพบว่าโปรแกรมมีความบกพร่อง คือ นักเรียนยังไม่เข้าใจกิจกรรมบางกิจกรรม การใช้ภาษาที่นักเรียนไม่เข้าใจ บางหน่วยใช้เวลาในการทำกิจกรรมนานเกินไปจึงได้นำปัญหาเหล่านี้มาพัฒนาปรับปรุงโปรแกรมต่อไป

ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมจำนวน 8 แผน ได้ดำเนินการวิเคราะห์โดยกำหนดให้ E_1 คือค่าประสิทธิภาพที่ได้จากคะแนนของใบกิจกรรมทุกชิ้นของนักเรียนแต่ละคนในทูกกิจกรรมระหว่างเข้าร่วมโปรแกรมนำมาหาค่าเฉลี่ยมารวมกัน แล้วหาค่าเฉลี่ยและเทียบส่วนโดยเป็นร้อยละ และ E_2 คือค่าประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ พิจารณาจากการทำแบบวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเข้าร่วมโปรแกรม (Post-test) โดยนำเอาคะแนนจากการทำแบบวัดดังกล่าวของนักเรียนทั้งหมดรวมกันหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบส่วนร้อยละ เพื่หาค่าร้อยละ ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 9 แสดงผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 ตามเกณฑ์ 75/75

n	ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)			ประสิทธิผลของผลลัพธ์ (E_2)		
	คะแนนเต็ม ชุดกิจกรรม	คะแนนรวม ชุดกิจกรรม	E_1	คะแนนเต็ม หลังเรียน	คะแนนรวม หลังเรียน	E_2
145	66	7,563	79.03	14	1,623	79.95

จากตารางที่ 9 พบว่า ประสิทธิภาพของการโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ประกอบด้วยประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 79.03 และประสิทธิผลของผลลัพธ์ (E_2) ของโปรแกรมมีค่าเท่ากับ 79.95 ดังนั้นโปรแกรมจึงมีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 79.03/79.95

ส่วนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนใช้โปรแกรม และหลังใช้โปรแกรม

ผู้วิจัยได้สร้างตารางวิเคราะห์การออกแบบการสร้างแบบวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (Test Blueprint) ก่อนการเข้าร่วมโปรแกรม และหลังการเข้าร่วมโปรแกรม ดังตารางที่ 10 และตารางที่ 11 ตามลำดับ

ตารางที่ 10 วิเคราะห์การออกแบบการสร้างแบบวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนการเข้าร่วมโปรแกรม (Test Blueprint of Pre-test)

สถานการณ์	ข้อสอบ ข้อที่	สมรรถนะทางคณิตศาสตร์		
		การทำใหม่	การเชื่อมโยง	การสะท้อนและการ สื่อสารทาง คณิตศาสตร์
1	1			✓
	2	✓		
	3		✓	
2	4			✓
	5		✓	
	6		✓	
	7	✓		
3	8		✓	
	9	✓		
4	10			✓
	11	✓		
5	12			✓
	13		✓	
	14	✓		
รวมจำนวนข้อสอบ(ข้อ)		5	5	4
เวลาที่ใช้สอบ(นาที)		60		

พหุ ประถมศึกษา

ตารางที่ 11 วิเคราะห์การออกแบบการสร้างแบบวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการเข้าร่วมโปรแกรม (Test Blueprint of Post-test)

สถานการณ์	ข้อสอบ ข้อที่	สมรรถนะทางคณิตศาสตร์		
		การทำให้ใหม่	การเชื่อมโยง	การสะท้อนและการ สื่อสารทาง คณิตศาสตร์
1	1		✓	
	2	✓		
2	3			✓
	4		✓	
	5		✓	
	6	✓		
3	7			✓
	8		✓	
	9	✓		
4	10			✓
	11	✓		
	12		✓	
5	13			✓
	14	✓		
รวมจำนวนข้อสอบ(ข้อ)		5	5	4
เวลาที่ใช้สอบ(นาที)		60		

และผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนใช้โปรแกรมและหลังใช้โปรแกรม ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของการวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนใช้โปรแกรม และหลังใช้โปรแกรม (One-way repeated measure MANOVA)

ตัวแปร	ค่าเฉลี่ย	S.D.	N	Type III Sum of Squares	F	p-value
1. สมรรถนะการทำให้ใหม่						
- ก่อนใช้โปรแกรม	1.67	0.76	145	62.85	253.81	0.00
- หลังใช้โปรแกรม	2.60	0.78	145			
2. สมรรถนะการต่อเชื่อม						
- ก่อนใช้โปรแกรม	1.72	0.87	145	59.18	148.65	0.00
- หลังใช้โปรแกรม	2.62	0.83	145			
3. สมรรถนะการสะท้อนและสื่อสาร						
- ก่อนใช้โปรแกรม	1.25	0.70	145	54.75	211.60	0.00
- หลังใช้โปรแกรม	2.12	0.83	145			
รวม						
- ก่อนใช้โปรแกรม	4.63	1.63	145			
- หลังใช้โปรแกรม	7.34	2.00	145			
Wilks' Lambda= 0.26 (F= 1.38 , p = 0.00)						

จากตารางที่ 12 พบว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยรวมของการวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนการใช้โปรแกรมมีคะแนนเฉลี่ยรวมที่ 4.63 (S.D.=1.63) และหลังการใช้โปรแกรมมีค่าเฉลี่ยรวมที่ 7.34 (S.D.=2.00)

เมื่อพิจารณาตามรายกลุ่มสมรรถนะ พบว่า สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการใช้โปรแกรม (กลุ่มสมรรถนะการทำให้ใหม่ $\bar{x} = 2.60$ S.D.= 0.78 , กลุ่มสมรรถนะการเชื่อมโยง $\bar{x} = 2.62$ S.D.= 0.83 , กลุ่มสมรรถนะการสะท้อนและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ $\bar{x} = 2.12$ S.D.= 0.83) มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าก่อนการใช้โปรแกรม (กลุ่มสมรรถนะการทำให้ใหม่ $\bar{x} = 1.67$ S.D.= 0.76 , กลุ่มสมรรถนะการเชื่อมโยง $\bar{x} = 1.72$ S.D.= 0.87 , กลุ่มสมรรถนะการสะท้อนและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ $\bar{x} = 1.25$ S.D.= 0.70)

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรตามทั้ง 3 ตัวแปร ระหว่างคะแนนก่อนใช้โปรแกรมและหลังใช้โปรแกรม โดยใช้สถิติทดสอบ Wilks' Lambda พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.26 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($p = 0.00$) แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างมีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ก่อนเข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์และหลังเข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่ คะแนนเฉลี่ยของการวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ หลังการใช้โปรแกรมสูงกว่าก่อนการใช้โปรแกรม นั้นหมายความว่าค่าเฉลี่ยของสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ (พิจารณาารวมกันทุกกลุ่มสมรรถนะ) มีความแตกต่างกันตามระดับของเวลาในการทดสอบ

ตารางที่ 13 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยเป็นรายคู่ของการวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนใช้โปรแกรมและหลังการใช้โปรแกรม (One-way repeated measure MANOVA) แยกตามสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

ตัวแปร	Time		Mean Difference (I-J)	p - value
	I	J		
1. สมรรถนะการทำใหม่	1	2	-0.93	0.00
	2	1	0.93	0.00
2. สมรรถนะการต่อเชื่อม	1	2	-0.90	0.00
	2	1	0.90	0.00
3. สมรรถนะการสะท้อนและสื่อสาร	1	2	-0.87	0.00
	2	1	0.87	0.00

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยเป็นรายคู่ของการวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนใช้โปรแกรมและหลังการใช้โปรแกรม ดังตารางที่ 13 พบว่า ตัวแปรทั้งสามตัวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($p < .01$)

พหุ ประถมศึกษา

ตารางที่ 14 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของการวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ห้องเรียนที่ 1 ก่อนใช้โปรแกรมและหลังใช้โปรแกรม (One-way repeated measure MANOVA)

ตัวแปร	ค่าเฉลี่ย	S.D.	N	Type III Sum of Squares	F	p-value
1. สมรรถนะการทำให้ใหม่						
- ก่อนใช้โปรแกรม	1.65	0.69	49	33.15	128.89	0.00
- หลังใช้โปรแกรม	2.82	0.81	49			
2. สมรรถนะการต่อเชื่อม						
- ก่อนใช้โปรแกรม	1.84	0.94	49	25.51	52.13	0.00
- หลังใช้โปรแกรม	2.86	0.84	49			
3. สมรรถนะการสะท้อนและสื่อสาร						
- ก่อนใช้โปรแกรม	1.51	0.68	49	20.66	66.85	0.00
- หลังใช้โปรแกรม	2.43	0.76	49			
รวม						
- ก่อนใช้โปรแกรม	5.00	1.55	49			
- หลังใช้โปรแกรม	8.10	2.01	49			
Wilks' Lambda= 0.22 (F= 55.60 , p = 0.00)						

จากตารางที่ 14 พบว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยรวมของการวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ห้องเรียนที่ 1 ก่อนการใช้โปรแกรมมีคะแนนเฉลี่ยรวมที่ 5.00 (S.D.=1.55) และหลังการใช้โปรแกรมมีค่าเฉลี่ยรวมที่ 8.10 (S.D.=2.01)

เมื่อพิจารณาตามรายกลุ่มสมรรถนะ พบว่า สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ 1 หลังการใช้โปรแกรม (กลุ่มสมรรถนะการทำให้ใหม่ $\bar{x} = 2.82$ S.D.= 0.81 , กลุ่มสมรรถนะการเชื่อมโยง $\bar{x} = 2.86$ S.D.= 0.84 , กลุ่มสมรรถนะการสะท้อนและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ $\bar{x} = 2.43$ S.D.= 0.76) มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าก่อนการใช้โปรแกรม (กลุ่มสมรรถนะการทำให้ใหม่ $\bar{x} = 1.65$ S.D.= 0.69 , กลุ่มสมรรถนะการเชื่อมโยง $\bar{x} = 1.84$ S.D.= 0.94 , กลุ่มสมรรถนะการสะท้อนและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ $\bar{x} = 1.51$ S.D.= 0.68)

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรตามทั้ง 3 ตัวแปร ระหว่างคะแนนก่อนใช้โปรแกรมและหลังใช้โปรแกรม โดยใช้สถิติทดสอบ Wilks' Lambda พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.22 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($p = 0.00$) แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างห้องเรียนที่ 1 มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ก่อนเข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์และหลังเข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่คะแนนเฉลี่ยของการวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ หลังการใช้โปรแกรมสูงกว่าก่อนการใช้โปรแกรม นั้นหมายความว่าค่าเฉลี่ยของสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ (พิจารณาารวมกันทุกกลุ่มสมรรถนะ) มีความแตกต่างกันตามระดับของเวลาในการทดสอบ

ตารางที่ 15 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยเป็นรายคู่ของการวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ห้องเรียนที่ 1 ก่อนใช้โปรแกรมและหลังการใช้โปรแกรม (One-way Repeated Measure MANOVA) แยกตามสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

ตัวแปร	Time		Mean Difference (I-J)	p - value
	I	J		
1. สมรรถนะการทำใหม่	1	2	-1.16	0.00
	2	1	1.16	0.00
2. สมรรถนะการต่อเชื่อม	1	2	-1.02	0.00
	2	1	1.02	0.00
3. สมรรถนะการสะท้อนและสื่อสาร	1	2	-0.92	0.00
	2	1	0.92	0.00

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยเป็นรายคู่ของการวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ห้องเรียนที่ 1 ก่อนใช้โปรแกรมและหลังการใช้โปรแกรม ดังตารางที่ 15 พบว่า ตัวแปรทั้งสามตัวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($p < .01$)

พหุบัณฑิตวิทยาลัย

ตารางที่ 16 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของการวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ห้องเรียนที่ 2 ก่อนใช้โปรแกรมและหลังใช้โปรแกรม (One-way repeated measure MANOVA)

ตัวแปร	ค่าเฉลี่ย	S.D.	N	Type III Sum of Squares	F	p-value
1. สมรรถนะการทำให้ใหม่						
- ก่อนใช้โปรแกรม	1.75	0.81	48	13.50	50.76	0.00
- หลังใช้โปรแกรม	2.50	0.80	48			
2. สมรรถนะการต่อเชื่อม						
- ก่อนใช้โปรแกรม	1.75	0.81	48	17.51	45.75	0.00
- หลังใช้โปรแกรม	2.60	0.71	48			
3. สมรรถนะการสะท้อนและสื่อสาร						
- ก่อนใช้โปรแกรม	1.25	0.67	48	15.04	59.12	0.00
- หลังใช้โปรแกรม	2.04	0.71	48			
รวม						
- ก่อนใช้โปรแกรม	4.75	1.58	48			
- หลังใช้โปรแกรม	7.15	1.80	48			
Wilks' Lambda= 0.32 (F= 31.44 , p = 0.00)						

จากตารางที่ 16 พบว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยรวมของการวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ห้องเรียนที่ 2 ก่อนการใช้โปรแกรมมีคะแนนเฉลี่ยรวมที่ 4.75 (S.D.=1.58) และหลังการใช้โปรแกรมมีค่าเฉลี่ยรวมที่ 7.15 (S.D.=1.80)

เมื่อพิจารณาตามรายกลุ่มสมรรถนะ พบว่า สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ 2 หลังการใช้โปรแกรม (กลุ่มสมรรถนะการทำให้ใหม่ \bar{x} = 2.50 S.D.= 0.80 , กลุ่มสมรรถนะการเชื่อมโยง \bar{x} = 2.60 S.D.= 0.71 , กลุ่มสมรรถนะการสะท้อนและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ \bar{x} = 2.04 S.D.= 0.71) มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าก่อนการใช้โปรแกรม (กลุ่มสมรรถนะการทำให้ใหม่ \bar{x} = 1.75 S.D.= 0.81, กลุ่มสมรรถนะการเชื่อมโยง \bar{x} = 1.75 S.D.= 0.81 , กลุ่มสมรรถนะการสะท้อนและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ \bar{x} = 1.25 S.D.= 0.67)

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรตามทั้ง 3 ตัวแปร ระหว่างคะแนนก่อนใช้โปรแกรมและหลังใช้โปรแกรม โดยใช้สถิติทดสอบ Wilks' Lambda พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.32 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($p = 0.00$) แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างห้องเรียนที่ 2 มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ก่อนเข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์และหลังเข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่คะแนนเฉลี่ยของการวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ หลังการใช้โปรแกรมสูงกว่าก่อนการใช้โปรแกรม นั้นหมายความว่าค่าเฉลี่ยของสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ (พิจารณาารวมกันทุกกลุ่มสมรรถนะ) มีความแตกต่างกันตามระดับของเวลาในการทดสอบ

ตารางที่ 17 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยเป็นรายคู่ของการวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ห้องเรียนที่ 2 ก่อนใช้โปรแกรมและหลังการใช้โปรแกรม (One-way Repeated Measure MANOVA) แยกตามสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

ตัวแปร	Time		Mean Difference (I-J)	p - value
	I	J		
1. สมรรถนะการทำใหม่	1	2	-0.75	0.00
	2	1	0.75	0.00
2. สมรรถนะการต่อเชื่อม	1	2	-0.85	0.00
	2	1	0.85	0.00
3. สมรรถนะการสะท้อนและสื่อสาร	1	2	-0.79	0.00
	2	1	0.79	0.00

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยเป็นรายคู่ของการวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ห้องเรียนที่ 2 ก่อนใช้โปรแกรมและหลังการใช้โปรแกรม ดังตารางที่ 17 พบว่า ตัวแปรทั้งสามตัวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($p < .01$)

พหุบัณฑิต ชีวะ

ตารางที่ 18 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของการวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ห้องเรียนที่ 3 ก่อนใช้โปรแกรมและหลังใช้โปรแกรม (One-way repeated measure MANOVA)

ตัวแปร	ค่าเฉลี่ย	S.D.	N	Type III Sum of Squares	F	p-value
1. สมรรถนะการทำให้ใหม่						
- ก่อนใช้โปรแกรม	1.60	0.77	48	18.38	100.13	0.00
- หลังใช้โปรแกรม	2.48	0.68	48			
2. สมรรถนะการต่อเชื่อม						
- ก่อนใช้โปรแกรม	1.56	0.85	48	16.67	51.09	0.00
- หลังใช้โปรแกรม	2.40	0.87	48			
3. สมรรถนะการสะท้อนและสื่อสาร						
- ก่อนใช้โปรแกรม	0.98	0.67	48	19.26	88.41	0.00
- หลังใช้โปรแกรม	1.87	0.91	48			
รวม						
- ก่อนใช้โปรแกรม	4.15	1.66	48			
- หลังใช้โปรแกรม	6.75	1.94	48			
Wilks' Lambda= 0.20 (F= 58.38, p = 0.00)						

จากตารางที่ 18 พบว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยรวมของการวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ห้องเรียนที่ 3 ก่อนการใช้โปรแกรมมีคะแนนเฉลี่ยรวมที่ 4.15 (S.D.=1.66) และหลังการใช้โปรแกรมมีค่าเฉลี่ยรวมที่ 6.75 (S.D.=1.94)

เมื่อพิจารณาตามรายกลุ่มสมรรถนะ พบว่า สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ 3 หลังการใช้โปรแกรม (กลุ่มสมรรถนะการทำให้ใหม่ \bar{x} = 2.48 S.D.= 0.68 , กลุ่มสมรรถนะการเชื่อมโยง \bar{x} = 2.40 S.D.= 0.87 , กลุ่มสมรรถนะการสะท้อนและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ \bar{x} = 1.87 S.D.= 0.91) มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าก่อนการใช้โปรแกรม (กลุ่มสมรรถนะการทำให้ใหม่ \bar{x} = 1.60 S.D.= 0.77, กลุ่มสมรรถนะการเชื่อมโยง \bar{x} = 1.56 S.D.= 0.85 , กลุ่มสมรรถนะการสะท้อนและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ \bar{x} = 0.98 S.D.= 0.67)

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรตามทั้ง 3 ตัวแปร ระหว่างคะแนนก่อนใช้โปรแกรมและหลังใช้โปรแกรม โดยใช้สถิติทดสอบ Wilks' Lambda พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.20 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($p = 0.00$) แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างห้องเรียนที่ 3 มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ก่อนเข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์และหลังเข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่คะแนนเฉลี่ยของการวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ หลังการใช้โปรแกรมสูงกว่าก่อนการใช้โปรแกรม นั้นหมายความว่าค่าเฉลี่ยของสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ (พิจารณาารวมกันทุกกลุ่มสมรรถนะ) มีความแตกต่างกันตามระดับของเวลาในการทดสอบ

ตารางที่ 19 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยเป็นรายคู่ของการวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ห้องเรียนที่ 3 ก่อนใช้โปรแกรมและหลังการใช้โปรแกรม (One-way Repeated Measure MANOVA) แยกตามสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

ตัวแปร	Time		Mean Difference (I-J)	p - value
	I	J		
1. สมรรถนะการทำใหม่	1	2	-0.88	0.00
	2	1	.88	0.00
2. สมรรถนะการต่อเชื่อม	1	2	-0.83	0.00
	2	1	0.83	0.00
3. สมรรถนะการสะท้อนและสื่อสาร	1	2	-0.90	0.00
	2	1	0.90	0.00

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยเป็นรายคู่ของการวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ห้องเรียนที่ 3 ก่อนใช้โปรแกรมและหลังการใช้โปรแกรม ดังตารางที่ 19 พบว่า ตัวแปรทั้งสามตัวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($p < .01$)

พหุบัณฑิต ชีวะ

ตารางที่ 20 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างห้องเรียนของการวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการใช้โปรแกรม แยกตามสมรรถนะทางคณิตศาสตร์
(One-way MANOVA)

กลุ่มสมรรถนะ	ห้อง	\bar{X}	S.D.	n	ความแปรปรวน	Type III Sum of Square	df	Mean Square	F	p-value
การทำใหม่	1	2.82	0.81	49	Between	3.47	2	1.74	2.96	0.06
	2	2.50	0.80	48						
	3	2.48	0.68	48	Within					
	รวม	2.60	0.78	145						
การเชื่อมโยง	1	2.86	0.84	49	Between	5.18	2	2.59	3.96	0.02
	2	2.60	0.71	48						
	3	2.40	0.87	48	Within					
	รวม	2.62	0.83	145						
การสะท้อนและ การสื่อสารทาง คณิตศาสตร์	1	2.43	0.76	49	Between	7.84	2	3.92	6.11	0.03
	2	2.04	0.71	48						
	3	1.87	0.91	48	Within					
	รวม	2.12	0.83	145						
Box's Test = 11.22 (F= 0.91, p-value= 0.54)										
Wilks' Lambda= 0.90 (F= 2.52, p-value = 0.02)										

จากตารางที่ 20 การตรวจสอบความเท่ากันในเมตริกของความแปรปรวนร่วม ด้วยสถิติทดสอบ Box's test พบว่า มีค่าเท่ากับ 11.22 ซึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($p = <.01$) แสดงว่า เมตริกของความแปรปรวนร่วมแต่ละกลุ่มมีความไม่แตกต่างกัน เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรตามทั้ง 3 ตัวแปร ระหว่างห้องเรียนทั้งสามห้อง โดยใช้สถิติทดสอบ Wilks' Lambda พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.90 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.02$) แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยของการวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในรายกลุ่มสมรรถนะทั้งสามกลุ่มของห้องเรียนทั้งสามห้องหลังการเข้าร่วมโปรแกรม ไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 21 การเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างห้องเรียนของการวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการใช้โปรแกรม แยกตามสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

ตัวแปร	ห้องเรียน		Mean Difference (I-J)	p - value
	I	J		
1. สมรรถนะการทำใหม่	1	2	0.32	.04
		3	0.34	.03
	2	1	-0.32	.04
		3	0.02	.89
	3	1	-0.34	.03
		2	-0.02	.89
2. สมรรถนะการต่อเชื่อม	1	2	0.25	.13
		3	0.46	.00
	2	1	-0.25	.13
		3	0.21	.21
	3	1	-0.46	.00
		2	-0.21	.21
3. สมรรถนะการสะท้อนและสื่อสาร	1	2	0.39	.02
		3	0.55	.00
	2	1	-0.39	.02
		3	0.17	.31
	3	1	-0.55	.00
		2	-0.17	.31

จากตารางที่ 21 เมื่อพิจารณาแยกตามห้องเรียนของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า หลังการใช้โปรแกรม กลุ่มตัวอย่างในห้องเรียนที่ 1 มีสมรรถนะการทำใหม่ไม่แตกต่างจากกลุ่มตัวอย่างในห้องเรียนที่ 2 และ 3 มีสมรรถนะการต่อเชื่อมแตกต่างจากกลุ่มตัวอย่างในห้องเรียนที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มตัวอย่างในห้องเรียนที่ 2 และมีสมรรถนะการสะท้อนและสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างจากกลุ่มตัวอย่างในห้องเรียนที่ 2 แต่แตกต่างจากกลุ่มตัวอย่างในห้องเรียนที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 , กลุ่มตัวอย่างในห้องเรียนที่ 2 มีสมรรถนะการทำใหม่ไม่แตกต่างจากกลุ่มตัวอย่างในห้องเรียนที่ 1 และ 3 มีสมรรถนะการต่อเชื่อมไม่

แตกต่างจากกลุ่มตัวอย่างในห้องเรียนที่ 1 และ 3 และมีสมรรถนะการสะท้อนและสื่อสารไม่แตกต่างจากกลุ่มตัวอย่างในห้องเรียนที่ 1 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 , กลุ่มตัวอย่างในห้องเรียนที่ 3 มีสมรรถนะการทำใหม่ไม่แตกต่างจากกลุ่มตัวอย่างในห้องเรียนที่ 1 และ 2 มีสมรรถนะการต่อเชื่อมไม่แตกต่างจากกลุ่มตัวอย่างในห้องเรียนที่ 2 แต่แตกต่างจากกลุ่มตัวอย่างในห้องเรียนที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีสมรรถนะการสะท้อนและสื่อสารไม่แตกต่างจากกลุ่มตัวอย่างในห้องเรียนที่ 2 แต่แตกต่างจากกลุ่มตัวอย่างในห้องเรียนที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สรุปได้ว่า นักเรียนที่เข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ย (x) หลังเข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นการยอมรับสมมติฐานที่ตั้งไว้และนักเรียน

ส่วนที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ผู้วิจัยได้นำแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผ่านการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้อง IOC จากผู้เชี่ยวชาญแล้ว มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความพึงพอใจของนักเรียนต่อโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 22 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อที่	ค่าเฉลี่ย (\bar{X})	S.D.	ระดับ
ด้านความพึงพอใจต่อพฤติกรรมและวิธีการสอนของครู	4.30	0.77	มากที่สุด
1. ครูมีการเตรียมพร้อมก่อนการสอน	4.30	0.77	มากที่สุด
2. ครูใช้สื่อและอุปกรณ์เหมาะสมกับกิจกรรม	4.32	0.78	มากที่สุด
3. ครูใช้เวลาเหมาะสมต่อการจัดกิจกรรมแต่ละครั้ง	4.26	0.77	มากที่สุด
4. ครูให้โอกาสนักเรียนซักถามปัญหา	4.30	0.77	มากที่สุด
5. ครูยอมรับความคิดเห็นของนักเรียนที่ต่างไปจากครู	4.32	0.78	มากที่สุด

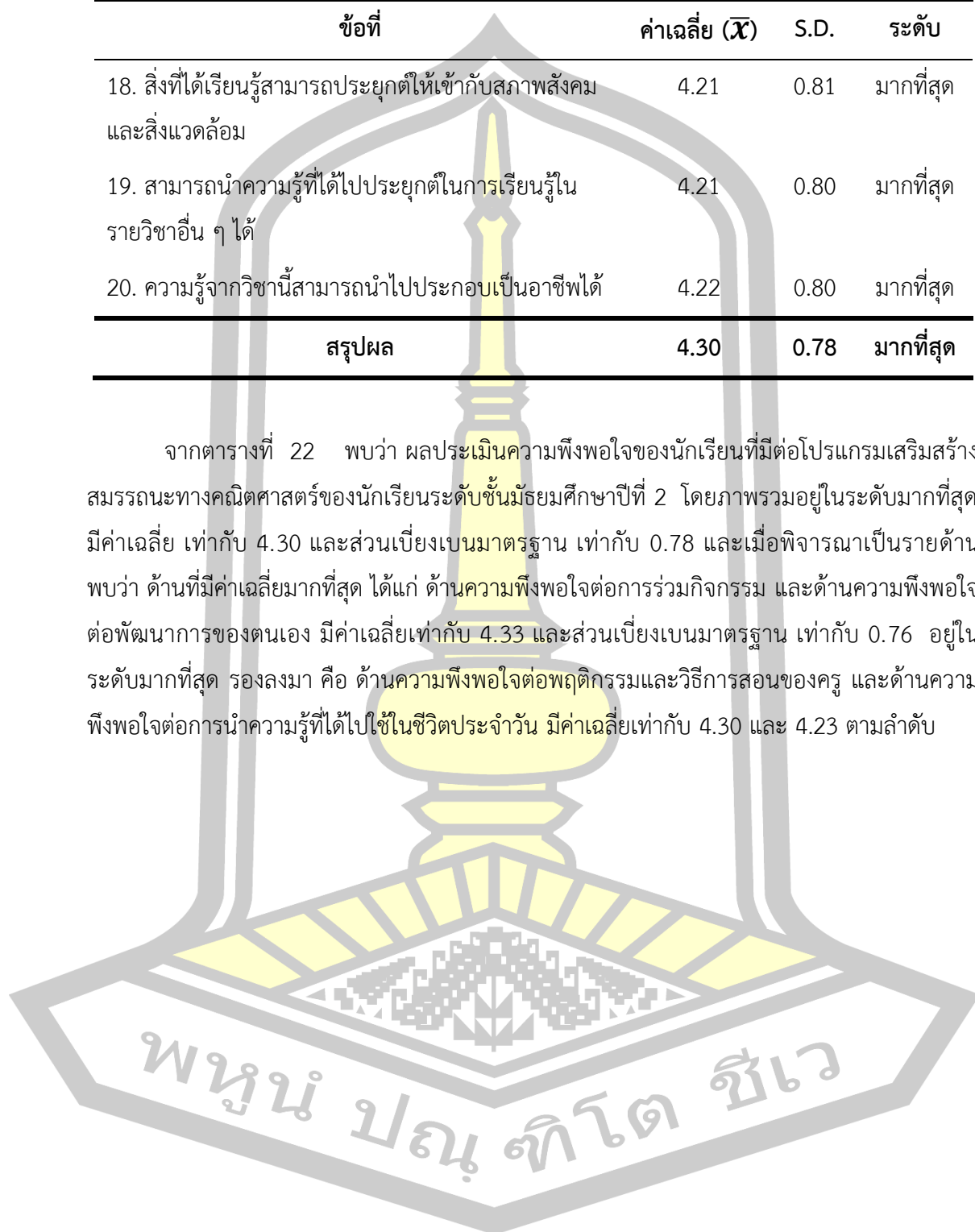
ตารางที่ 22 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าเฉลี่ย (\bar{X})	S.D.	ระดับ
ด้านความพึงพอใจต่อพฤติกรรมและวิธีการสอนของครู	4.30	0.77	มากที่สุด
1. ครูมีการเตรียมพร้อมก่อนการสอน	4.30	0.77	มากที่สุด
2. ครูใช้สื่อและอุปกรณ์เหมาะสมกับกิจกรรม	4.32	0.78	มากที่สุด
3. ครูใช้เวลาเหมาะสมต่อการจัดกิจกรรมแต่ละครั้ง	4.26	0.77	มากที่สุด
4. ครูให้โอกาสนักเรียนซักถามปัญหา	4.30	0.77	มากที่สุด
5. ครูยอมรับความคิดเห็นของนักเรียนที่ต่างไปจากครู	4.32	0.78	มากที่สุด
ด้านความพึงพอใจต่อการร่วมกิจกรรม	4.33	0.77	มากที่สุด
6. กิจกรรมทุกกิจกรรมทำให้ชอบเรียนวิชานี้	4.33	0.76	มากที่สุด
7. กิจกรรมทำให้เรียนอย่างมีความสุข	4.32	0.77	มากที่สุด
8. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.31	0.79	มากที่สุด
9. กิจกรรมการเรียนรู้สนุกและน่าสนใจ	4.34	0.78	มากที่สุด
10. การจัดกิจกรรมมีความหลากหลาย	4.32	0.77	มากที่สุด
ด้านความพึงพอใจต่อพัฒนาการของตนเอง	4.33	0.76	มากที่สุด
11. นักเรียนมีความคิดริเริ่มและรู้จักวิพากษ์วิจารณ์	4.31	0.77	มากที่สุด
12. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง	4.30	0.78	มากที่สุด
13. นักเรียนได้เสนอแนวความคิดเห็นของตนอย่างเต็มที่	4.33	0.77	มากที่สุด
14. นักเรียนตอบปัญหาในระหว่างการทำกิจกรรมได้อย่างมั่นใจ	4.32	0.76	มากที่สุด
15. นักเรียนสามารถค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้อื่นๆ ได้เอง	4.37	0.74	มากที่สุด
ด้านความพึงพอใจต่อการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน	4.23	0.80	มากที่สุด
16. ความรู้จากวิชานี้สามารถนำไปประกอบเป็นอาชีพได้	4.26	0.79	มากที่สุด
17. เนื้อหาที่สอนสอดคล้องกับชีวิตและทันสมัย	4.25	0.79	มากที่สุด

ตารางที่ 22 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าเฉลี่ย (\bar{X})	S.D.	ระดับ
18. สิ่งที่ได้เรียนรู้สามารถประยุกต์ให้เข้ากับสภาพสังคมและสิ่งแวดล้อม	4.21	0.81	มากที่สุด
19. สามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ในการเรียนรู้ในรายวิชาอื่น ๆ ได้	4.21	0.80	มากที่สุด
20. ความรู้จากวิชานี้สามารถนำไปประกอบเป็นอาชีพได้	4.22	0.80	มากที่สุด
สรุปผล	4.30	0.78	มากที่สุด

จากตารางที่ 22 พบว่า ผลประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.30 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.78 และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด ได้แก่ ด้านความพึงพอใจต่อการร่วมกิจกรรม และด้านความพึงพอใจต่อพัฒนาการของตนเอง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.76 อยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมา คือ ด้านความพึงพอใจต่อพฤติกรรมและวิธีการสอนของครู และด้านความพึงพอใจต่อการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.30 และ 4.23 ตามลำดับ



บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสรุปขั้นตอนดังนี้

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

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนใช้โปรแกรม และหลังใช้โปรแกรม
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

สรุปผล

การสรุปผลการวิจัยเรื่องการพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้นำเสนอผลงานตามความมุ่งหมายของการวิจัย

1. โปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยได้สร้างและพัฒนาขึ้นมีการตรวจสอบคุณภาพความเหมาะสมของโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน พบว่าผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญโดยรวมอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด (ภาคผนวก ข)
2. นักเรียนที่เข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีคะแนนหลังการเข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (Posttest) สูงกว่าคะแนนก่อนการเข้าร่วมโปรแกรม

เสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (Pretest) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. นักเรียนที่เข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความพึงพอใจต่อโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

อภิปรายผล

ผู้วิจัยได้นำผลการวิเคราะห์การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มาอภิปรายผลได้ดังนี้

1. โปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีคุณภาพความเหมาะสมของโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีผลการประเมินโดยรวมอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากการพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ถูกสร้างและพัฒนาขึ้นอย่างเป็นขั้นตอนและมีระบบวิธีการที่เหมาะสม โดยวิเคราะห์แนวคิดและทฤษฎีจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง นำข้อมูลที่ได้มากำหนดจุดประสงค์เนื้อหาสาระของแต่ละกิจกรรมโดยพิจารณารูปแบบเนื้อหาที่ผู้เรียนจะสามารถนำไปใช้ได้ง่ายและสอดคล้องกับการดำเนินชีวิตของนักเรียนและความสนใจของนักเรียนโดยเน้นให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมและลงมือปฏิบัติจริง พร้อมทั้งให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นในการทำกิจกรรม การสร้างโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ต้องสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะและจุดประสงค์ของกิจกรรมแต่ละครั้ง พร้อมทั้งจัดทำคู่มือแล้วนำเสนอที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาความครบถ้วนครอบคลุมเนื้อหา รูปแบบและการใช้ภาษาแล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้วนำเสนอผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความสอดคล้องของโปรแกรมและความเหมาะสมของโครงสร้างโปรแกรมว่าครอบคลุมเรื่องที่จะวัดหรือไม่ แล้วนำไปปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยตอบแบบประเมินความสอดคล้องของการพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และความเหมาะสมของโครงสร้าง แล้วนำไปทดลองใช้ (Try out) กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างพร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไขแล้วนำเสนอที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งอธิบายได้ด้วยแนวคิดของคาฟาเรลลา (วรารักษ์ โปธิ์ศรีประเสริฐ. 2545 : 39 ; อ้างอิงมาจาก Caffarella. 1994) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาโปรแกรมสรุป คือ 1) การพัฒนาวัตถุประสงค์ของโปรแกรม 2) การสร้างแผนการเรียนรู้ 3) การสร้างแผนงานการประเมินผล จอยส์ และเวล (สุดาเรศ แจ่มเดชะศักดิ์. 2543 : 57 ; อ้างอิงมาจาก Joyce and Weil. 1985) กล่าวถึง

หลักการในการพัฒนาโปรแกรมดังนี้ 1) โปรแกรมต้องมีทฤษฎีรองรับ 2) เมื่อพัฒนาโปรแกรมแล้ว ก่อนนำไปใช้อย่างแพร่หลายต้องมีการวิจัยเพื่อทดสอบทฤษฎีและตรวจสอบคุณภาพในสถานการณ์จริงและนำข้อค้นพบมาปรับปรุงแก้ไข 3) การพัฒนาโปรแกรมอาจออกแบบให้ใช้ได้กว้างขวางหรือเพื่อวัตถุประสงค์เฉพาะเจาะจงอย่างใดอย่างหนึ่ง 4) การพัฒนาโปรแกรมจะมีจุดมุ่งหมายหลักที่ถือเป็นตัวตั้งในการพิจารณาเลือกรูปแบบไปใช้ แมคคอปลินและเอียร์เซ (สุดาเรศ แจ่มเดชะศักดิ์. 2543 : 58 ; อ้างอิงมาจาก Mclaughin and Eares. 1796) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับลำดับขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมการสอนไว้ ดังนี้ 1) การประเมินผู้เรียน 2) การตั้งเป้าหมายและจุดประสงค์การสอน 3) การวิเคราะห์งาน 4) การเลือกและใช้กลยุทธ์การสอนรวมทั้งวัสดุอุปกรณ์ 5) การประเมินผลโปรแกรม ซึ่งโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยมุ่งเน้นการเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Competencies) ทั้ง 3 กลุ่ม ประกอบไปด้วย 1. การทำใหม่ (Reproduction) 2. การเชื่อมโยง (Connection) และ 3. การสะท้อนและการสื่อสาร (Reflection and Communication) มาเป็นความมุ่งหมายในการจัดกิจกรรมในโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนที่เข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความรู้เรื่องคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้นที่ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของกษมา เกิดประสงค์ (2560 : 121-128) ได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาและศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 2) ศึกษาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล การสื่อสารและการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐานในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ และขั้นตอนที่ 4 การปรับปรุงและแก้ไขรูปแบบการจัดการเรียนรู้ สัตยา นาอุดม (2559 : 118-119) ได้พัฒนาแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ โดยประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ จุดมุ่งหมายการวิจัยดังนี้ 1. เพื่อสร้างแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยประยุกต์ข้อสอบแบบพหุมิติ 2. เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ โดยการสร้างข้อสอบที่สามารถวัดองค์ประกอบของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้มากกว่า 1 องค์ประกอบ สุนทรีย์ ปาลวัฒน์ชัย (2559 : 85-92) ได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้าง

ความรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2) ประเมินผล การใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น การวิจัยแบ่งการดำเนินงานเป็น 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ ระยะที่ 2 การเตรียมการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น และระยะที่ 3 การประเมินผลของการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น และ สมเกียรติ อินทสิงห์ (2558 : 199-204) ได้พัฒนาชุดฝึกสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายสำหรับนักเรียนกลุ่มเสี่ยง โดยใช้เทคนิคสแกฟโฟลด์ ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนกลุ่มเสี่ยง ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้เทคนิคสแกฟโฟลด์ และ เพื่อศึกษาผลการใช้ชุดฝึกสมรรถนะทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนกลุ่มเสี่ยงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้เทคนิคสแกฟโฟลด์

2. นักเรียนที่เข้าร่วมโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีคะแนนสมรรถนะทางคณิตศาสตร์หลังการใช้โปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (Posttest) สูงกว่าคะแนนก่อนการใช้โปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (Pretest) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย จากการตรวจสอบเอกสารและการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในการเข้าร่วมพบว่า นักเรียนสามารถคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังพบว่านักเรียนสามารถนำทฤษฎีบท กฎ นิยาม หรือสูตรทางคณิตศาสตร์มาใช้หาวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม และสามารถนำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง เมื่อให้นักเรียนได้ทำใบกิจกรรมและให้นักเรียนได้ทดลองตีความและประเมินผลลัพธ์ที่ได้ พบว่า นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าเพราะเหตุใดผลลัพธ์จึงเหมาะสมหรือไม่เหมาะสมกับบริบทของปัญหา สามารถตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่บริบทในชีวิตจริงได้ และสามารถบอกได้ว่าวิธีการแก้ปัญหามีความเหมาะสมหรือไม่ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กษมา เกิดประสงค์ (2560 : 121-128) ได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งผลการวิจัยพบว่า 1) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การกำหนดเป้าหมาย ขั้นที่ 2 การทบทวนประสบการณ์เดิม ขั้นที่ 3 การเพิ่มประสบการณ์ใหม่ ขั้นที่ 4 การเชื่อมโยง และขั้นที่ 5 การสรุป มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะด้านการให้เหตุผล การสื่อสารและการแก้ปัญหา หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สุนทรีย์ ปาลวัฒน์ชัย (2559 : 85-92) ได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งผลการประเมินผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่

พัฒนาขึ้น พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยการใช้โน้ตดนตรีทางคณิตศาสตร์ และคะแนนเฉลี่ยการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และงานวิจัยของสมเกียรติ อินทสิงห์ (2558 : 199-204) ได้พัฒนาชุดฝึกสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายสำหรับนักเรียนกลุ่มเสี่ยง โดยใช้เทคนิคสแกโฟลดิ้ง โดยผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายโดยใช้เทคนิค สแกโฟลดิ้ง ได้ชุดฝึกจำนวน 5 หน่วย 2) ผลการนำชุดฝึกไปใช้ พบว่า 2.1) นักเรียน 7 คน ทำคะแนนผลการประเมินส่วนใหญ่ได้ในระดับ “ดี” และมีนักเรียน 1 คน ทำคะแนนผลการประเมินส่วนใหญ่ได้ในระดับ “ผ่าน” 2.2) ชุดฝึกสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถพัฒนาศักยภาพในการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มเสี่ยงได้แม้ในบางชุดฝึกต้องเพิ่มนั่งร้านเสริมเข้าไป และในบางชุดฝึกต้องถอนนั่งร้านออกไปสำหรับนักเรียนบางคน 2.3) นักเรียนทุกคนชอบการฝึกในรูปแบบนี้และมีความเห็นว่าคุณเองมีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ดีขึ้นในทุกสมรรถนะที่ได้รับการฝึก

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยพบปัญหาในการใช้โปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จึงได้นำเสนอปัญหาเสนอแนะเป็น ข้อ ๆ ดังนี้

1.1 การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 นั้นได้ศึกษาจากแนวคิดและทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง พัฒนาโครงสร้างโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หากมีผู้ประสงค์จะนำโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ไปใช้นั้น ควรวิเคราะห์ความใกล้เคียงของสภาพปัญหาของข้อมูลเบื้องต้น สภาพสังคมและชุมชนเพื่อให้เกิดการใช้โปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพมากที่สุด หากสภาพปัญหาของข้อมูลเบื้องต้นมีความแตกต่างกันมากควรพิจารณาปรับปรุงเนื้อหาหรือกิจกรรมโดยคำนึงถึงการมีส่วนร่วมตามความเหมาะสม

1.2 ผู้ที่จะนำโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ไปใช้จะต้องศึกษารายละเอียดกิจกรรมต่าง ๆ จุดประสงค์ของการทำกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมายตามที่ผู้วิจัยตั้งไว้ และต้องทำความเข้าใจกับผู้ร่วมกิจกรรมทุกฝ่ายเพื่อความราบรื่น ความสะดวกในการทำกิจกรรมและควรปรับปรุง ยืดหยุ่นในเรื่องของเวลาให้มีความเหมาะสม

1.3 ในการเลือกใช้สื่อ วัสดุทัศน หรือชุดกิจกรรมนั้น อาจจะมีการปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมหรือสอดคล้องกับสถานการณ์ในปัจจุบัน ทั้งนี้ต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของแผนการจัดกิจกรรม

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการติดตามผลในระยะยาว หลังจากเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมไปแล้ว เพื่อดูว่าสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการส่งเสริมและพัฒนาไปแล้วยังคงอยู่กับนักเรียนมากน้อยเพียงใด

2.2 พัฒนากิจกรรมที่ใช้ในการวิจัยโดยใช้ทฤษฎีอื่นๆ ที่สามารถกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียน



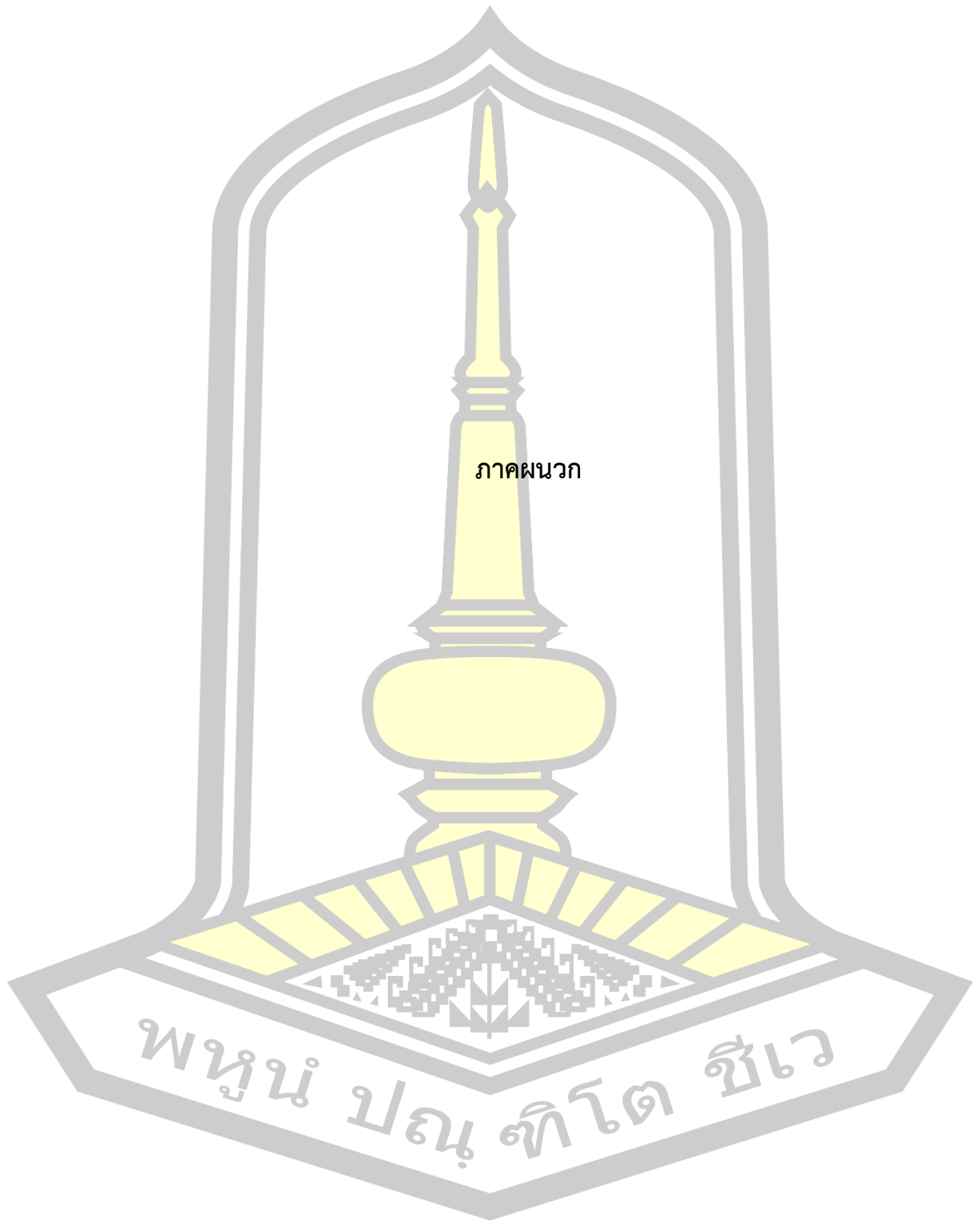
บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กษมา เกิดประสงค์. (2560). *การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- เกรียงศักดิ์ จำพรรณี. (2552). *การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ในเขตพื้นที่ การศึกษาราชบุรี เขต 2*. มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี.
- โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). *กรอบโครงสร้างการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ PISA 2009*. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *ตัวอย่างข้อสอบคณิตศาสตร์ PISA 2012*. กรุงเทพฯ: วี.เจ.พรินติ้ง.
- โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์การอ่าน และวิทยาศาสตร์ นักเรียนรู้อะไร และทำอะไร ได้บ้าง*. กรุงเทพมหานคร: อรุณการพิมพ์.
- โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). *ปัจจัยที่ทำให้ระบบโรงเรียนประสบความสำเร็จข้อมูลพื้นฐานจากโครงการ PISA 2012*. กรุงเทพฯ: เปเปอร์ พรินท์.
- จันตรา ธรรมแพทย์. (2550). *การพัฒนาแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ*. มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม.
- จิรภา นุชทองม่วง. (2558). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องการทำพื้นที่โดยใช้กระดาษตะปूर่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสว่างวิทยา*. มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ฉวีวรรณ แก้วไพเราะ และคณะ. (2559). *การพัฒนาแบบเครื่องมือการวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น*. กรุงเทพฯ: สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน).
- ชัยวงศ์ พรหมวงศ์. (2520). *ระบบสื่อการสอน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ชัยวงศ์ พรหมวงศ์. (2556). *การทดสอบประสิทธิภาพโปรแกรมหรือชุดกิจกรรม*. นครปฐม: โรงพิมพ์ ส เจริญ การพิมพ์.
- ทิตนา แคมมณี. (2545). *ศาสตร์การสอน* (2nd ed.). กรุงเทพฯ: บริษัทด้านสุทธาการพิมพ์จำกัด.
- ทิตนา แคมมณี. (2559). *รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ : ทางเลือกที่หลากหลาย*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน. (2551). *การประยุกต์ใช้ SPSS วิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัย*. กาลสินธุ์ : ประสานการพิมพ์.
- บุญเชิด ภูโยธอนันตพงษ์. (2527). *การทดสอบอิงเกณฑ์ : แนวคิดและวิธีการ*. กรุงเทพมหานคร: โอเดียน สโตร์.
- บุญธรรม กิจปริศาบริสุทธิ์. (2545). *เทคนิคการสร้างเครื่องมือรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย*. กรุงเทพมหานคร: เจริญดีการพิมพ์.
- ศอภิญญา ทศละมัย และคณะ. (2559). *การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น โดยใช้กลวิธีการเสริมต่อการเรียนรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). *การวัดประเมินผลคณิตศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: สสวท.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2552). *ผลการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติของโครงการ TIMSS 2007 ประเทศไทยอยู่ตรงไหน*. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 1-9.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โครงการ PISA ประเทศไทย. (2556). *รายงานผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น: โครงการ PISA 2012*. กรุงเทพมหานคร: เซเน่นพรีนติ้งกรุ๊ป.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). *สรุปผลการประเมิน PISA 2015 วิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: สสวท.
- สมชาย วรภิเกษมสกุล. (2554). *ระเบียบวิธีวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์* (3rd ed.). กรุงเทพฯ: อักษรศิลป์.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2549). *การวัดผลการศึกษา* (5th ed.). กาลสินธุ์: ประสานการพิมพ์.
- สมบัติ ท้ายเรือคำ. (2552). *ระเบียบวิธีวิจัยสำหรับมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์* (3rd ed.). กาลสินธุ์: ประสานการพิมพ์.
- สมบัติ ท้ายเรือคำ. (2555). *การวิจัยเบื้องต้น*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สัตยา นาอุดม. (2559). *การพัฒนาแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์โดยประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ*. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

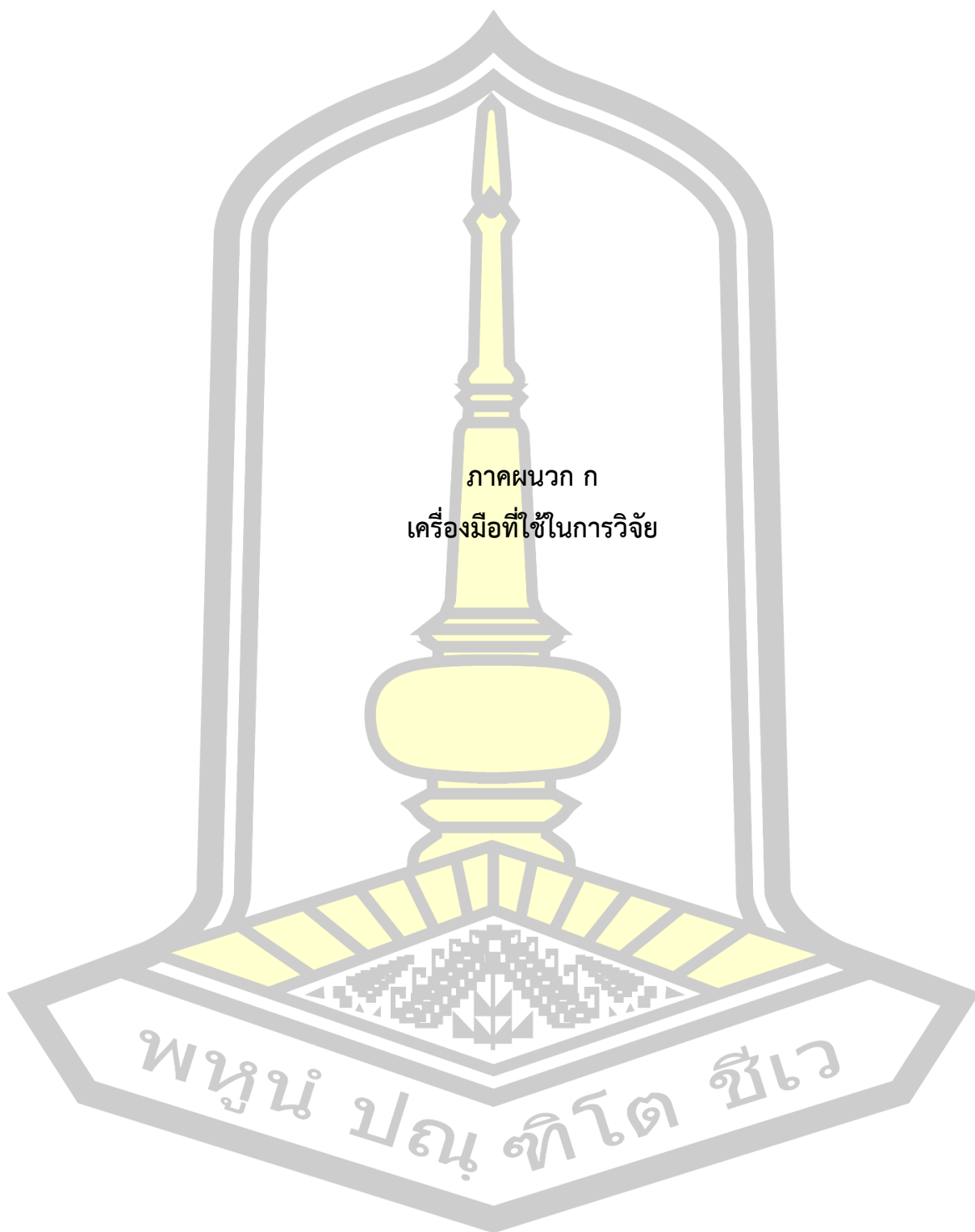
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2553). *เป้าหมายยุทธศาสตร์และตัวบ่งชี้ การปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สอง (พ.ศ.2552-2561)*. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.
- สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2560). *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ.2560 - 2564)*. กรุงเทพฯ: สำนักนายกรัฐมนตรี.
- สุนีย์ คล้ายนิล. (2549). *การเรียนรู้เพื่อโลกวันพรุ่งนี้ : รายงานการประเมินผลการเรียนรู้ จาก PISA 2003*. กรุงเทพฯ: เซเวนพรีนติ้งกรุ๊ป.
- สุนีย์ คล้ายนิล และคณะ. (2551). *ความรู้และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สำหรับโลกวันพรุ่งนี้*. กรุงเทพฯ: เซเวนพรีนติ้งกรุ๊ป.
- อนันดา สันฐิตวิณชย์. (2554). *การพัฒนาแบบวัดความสามารถในการอ่าน คิววิเคราะห์ และเขียนข้อความ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อลิสรา ชมชื่น. (2550). *การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยการบูรณาการทฤษฎีการพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ การสื่อสาร และการให้เหตุผล เพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Bussiere, P. (2007). *Measuring up : The Performance of Canada's youth in Reading, Mathematics and Science : OECD PISA Study-First Results for Canadians Aged 15*. Ottawa, ON: Statistics Canada.
- Crawford, M. L. (2001). *Teaching contextually: Research, rationale, and techniques for improving student motivation and achievement in mathematics and science*. Texas: CCI Publishing.
- Darkwah, V. A. (2006). *Undergraduate nursing students' level of thinking and self-efficacy in patient education in a context-based learning program*. Edmonton: University of Alberta.
- E. L. Edwards, Jr., E. D. N. and G. H. S. (1972). Mathematical competencies and skills essential for enlightened citizens, 19, 601–607. Retrieved from <https://www.jstor.org/stable/41188116>
- Frey, A. and Seitz, N. N. (2009). Multidimensional adaptive testing in educational and psychological measurement: Current state and future challenges. *Studies in Educational Evaluation*, 35, 89–94.
- Gillbert, J. K. (2006). On the nature of “context” in chemistry education. *International Journal of Science Education*, 28(29), 957–976.

- Gronlund, N. E. and R. L. (2009). *Measurement and Evaluation in Teaching*. New York: Macmillan.
- Hoover, S. (2012). Developing real-world math through literacy. *Ohio Journal of School Mathematics*, 65(11), 24–29.
- Jeremy D. Penn. (2011). *Assessing Complex General Education Student Learning Outcomes: New Directions for Institutional Research*, no. 149. the United States: A Wiley Company.
- Johan Lithner. (n.d.). *Mathematical Competencies : Research Framework*. Umea University, Sweden.
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (2000). Participatory action research. In N. Denzin & Y. Lincoln (Eds.). In *Handbook of qualitative research* (pp. 567–605). Thousand Oaks, CA: Sage.
- OECD Council. (1999). *OECD Principles of Corporate Governance*. France: Paris cedex 16.
- Mogens Niss. (n.d.). *Mathematical Competencies and the Learning of Mathematics : The Danish KOM project*. Roskilde University.
- Ontario Ministry of Education and Training. (1999). *The Ontario curriculum, Grade 9 and 10 Mathematics*. Toronto: Queen’s Printer for Ontario.
- Organization for Economic Co-operation and Development. (1999). *Measuring Student Knowledge and Skills : A New Framwork for Assessment*. Paris: Author.
- Ross Turner. (2010). *Exploring Mathematical Competencies*. University of Tasmania.
- Rupp, A. A. and others. (2008). Unique Characteristics of Diagnostic Classification Models: a Comprehensive. In *Review of the Current State-of-the-art: Measurement*.
- Tabachnick, B.G., & Fidell, L.S. (2001). *Using multivariate analysis. (4th ed)*. New York : Harper Collins.
- Tobia Steyn. (2007). Competence in mathematics3more than mathematical skills?, 881–890.
- Yu, K. C., Fan, S. C., & Lin, K. Y. (2008). Enhancing students’ problem-solving skills through context-based learning. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(6), 1377–1401.



ภาคผนวก

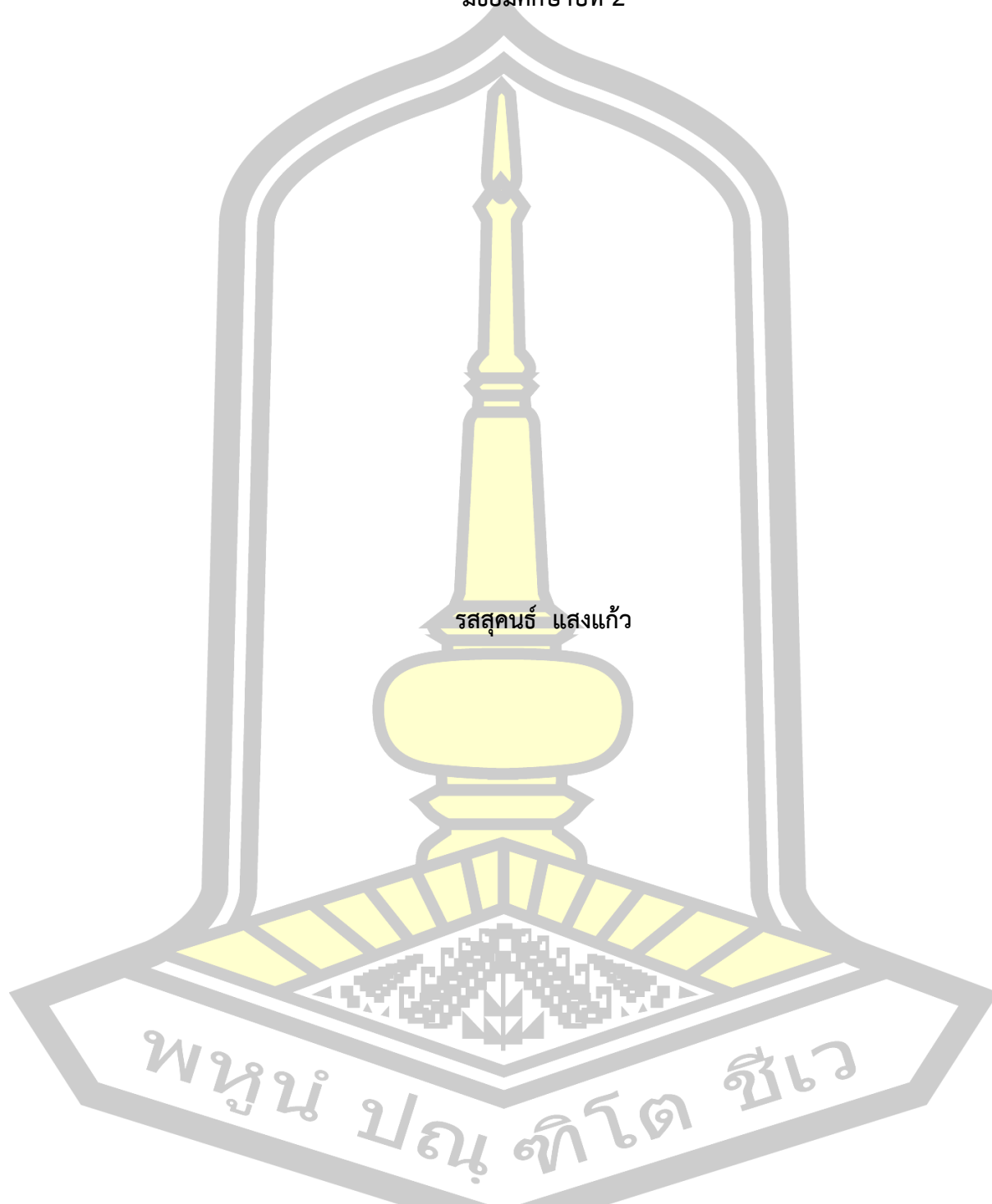
พหุณํ ปณฺ ทิโต ชีเว



ภาคผนวก ก
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

พหุ ประถมศึกษา ชีวะ

ตอนที่ 1 การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 2



สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา
ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คำนำ

คู่มือการใช้โปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จัดทำขึ้นเพื่อเป็นเอกสารประกอบการจัดกิจกรรมในการนำโปรแกรมไปใช้ในการเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนนำโปรแกรมฝึกไปใช้ในการจัดทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับวัตกรรมการเรียนรู้จำนวนทั้งสิ้น 8 แผนประกอบด้วย

- แผนการจัดกิจกรรมที่ 1 ร้านไอศกรีม
- แผนการจัดกิจกรรมที่ 2 เพนกวิน
- แผนการจัดกิจกรรมที่ 3 อลิตา นักปั่นจักรยาน
- แผนการจัดกิจกรรมที่ 4 แผ่นดินไหว
- แผนการจัดกิจกรรมที่ 5 การส่งออก
- แผนการจัดกิจกรรมที่ 6 คุยผ่านอินเทอร์เน็ต
- แผนการจัดกิจกรรมที่ 7 ตัวต่อ (ลูกบาศก์)
- แผนการจัดกิจกรรมที่ 8 การลดระดับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂)

เพื่อให้การเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนบังเกิดผลสูงสุดผู้ใช้โปรแกรมฝึกจึงต้องศึกษาจุดประสงค์วิธีการและลำดับขั้นตอนในการใช้โปรแกรมฝึกให้เข้าใจทุกขั้นตอนเพื่อสามารถนำโปรแกรมฝึกไปใช้ได้ถูกต้องตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผล ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อครูบุคลากรทางการศึกษาและผู้ที่มีสนใจในการพัฒนาและเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

รศสุคนธ์ แสงแก้ว

พูน ปรณ ทิโต ชีเว

คำชี้แจง

คู่มือการใช้โปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 นี้เป็นโปรแกรมฝึกที่สร้างขึ้นเพื่อพัฒนาและเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยให้นักเรียนเข้ารับการฝึกตามแผนการจัดกิจกรรมในโปรแกรมฝึกซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมทั้งหมด 8 กิจกรรมโดยมีข้อควรคำนึงและทำความเข้าใจในการใช้โปรแกรมดังนี้

1. จุดประสงค์ของโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือเพื่อพัฒนาและเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนตามสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 กลุ่มคือ

- 1.1 กลุ่มสมรรถนะการทำใหม่
- 1.2 กลุ่มสมรรถนะการเชื่อมโยง
- 1.3 กลุ่มสมรรถนะการสะท้อนและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

2. ขั้นตอนในการโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนประกอบด้วยกิจกรรมย่อยในโปรแกรมทั้งหมด 8 กิจกรรม ได้แก่ กิจกรรมที่ 1 – 6 และ 8 ใช้เวลาดำเนินการ 60 นาที / กิจกรรม และกิจกรรมที่ 7 ใช้เวลาดำเนินการ 120 นาที รวม 8 ครั้งโดยมีหลักการดำเนินการดังนี้

2.1 ศึกษารายละเอียดในเอกสารต่างๆในโปรแกรมให้เข้าใจ

2.2 ศึกษาเนื้อหาที่ใช้ในการพัฒนาอย่างละเอียด

2.3 นักเรียนทำแบบวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เพื่อวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนเข้าร่วมโปรแกรมฝึก (Pre-test) นักเรียนทำแบบวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์อีกครั้งหลังเข้าร่วมโปรแกรมฝึก (Post-test)

2.4 ขณะปฏิบัติกิจกรรมตามโปรแกรมฝึกครูผู้ใช้โปรแกรมฝึกต้องคอยดูแลเอาใจใส่แนะนำและให้คำปรึกษาแก่นักเรียนที่เข้าร่วมโปรแกรมฝึก

2.5 ครูผู้สอนสามารถนำโปรแกรมนี้ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ ซึ่งผู้วิจัยได้บูรณาการเข้ากับมาตรฐานและตัวชี้วัดของหลักสูตรแกนกลางในปัจจุบันแล้ว

3. กิจกรรมในโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์มีดังนี้

- กิจกรรมที่ 1 ร้านไอศกรีม
- กิจกรรมที่ 2 เพนกวิน
- กิจกรรมที่ 3 อลิตา นักปั่นจักรยาน
- กิจกรรมที่ 4 แผ่นดินไหว
- กิจกรรมที่ 5 การส่งออก
- กิจกรรมที่ 6 คุยผ่านอินเทอร์เน็ต

กิจกรรมที่ 7 ตัวต่อ (ลูกบาศก์)

กิจกรรมที่ 8 การลดระดับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂)

4. ผู้ใช้โปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนและกลุ่มเป้าหมาย

ผู้ใช้โปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือครู บุคลากรทางการศึกษาและผู้ที่มีความสนใจเห็นความสำคัญในการเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนควรมีทักษะและความรู้พื้นฐานในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ศึกษาวัตถุประสงค์และวิธีการดำเนินการของกิจกรรมให้ละเอียดทุกขั้นตอนในแต่ละกิจกรรมก่อนนำไปใช้และคอยให้คำปรึกษาและคำแนะนำสร้างบรรยากาศที่ีระหว่างการทำเนิกิจกรรมและควบคุมสถานการณ์ให้กิจกรรมดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย



ตารางที่ 23 การวิเคราะห์โปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

แผน การจัด กิจกรรมที่	ชื่อกิจกรรม	มาตรฐานการ เรียนรู้/ตัวชี้วัด	จำนวนของ คำถาม ในใบ กิจกรรม	เนื้อหา				บริบท				สมรรถนะทางคณิตศาสตร์			เวลา ที่ใช้ (ชั่วโมง)	
				ปฏิภูมิ และ รูปทรง สามมิติ	การ เปลี่ยนแปลง ความสัมพันธ์ พี้นี่	ปริมาณ	ความไม่ แน่นอน และ ข้อมูล	ส่วนตัว	อาชีพ	สังคม	วิทยา- ศาสตร์	การทำ ใหม่	การ ต่อเชื่อม	การ สะท้อน และการ สื่อสาร		
1	ร้านไอศกรีม	ค 1.1 ม.1/3 ค 2.2 ม. 1/1,2/1,2/5	3	✓						✓			✓	✓	✓	1
2	เพนกวิน	ค 1.1 ม.1/3 ค 3.1 ม.1/1	4	✓	✓						✓			✓	✓	1
3	อดีตนักปั่น จักรยาน	ค 1.1 ม.1/3 ค 3.1 ม.2/1	3	✓	✓								✓	✓	✓	1
4	แผ่นดินไหว	ค 3.2 ม.3/1	1						✓				✓		✓	1
5	การส่งออก	ค 1.1 ม.1/3 ค 3.1 ม.1/1	2						✓			✓		✓	✓	1
6	ดูผ่าน อินเทอร์เน็ต	ค 1.1 ม.1/3	2	✓										✓	✓	1

ตารางที่ 23 (ต่อ)

แผน การจัด กิจกรรมที่	ชื่อกิจกรรม	มาตรฐานการ เรียนรู้/ตัวชี้วัด	จำนวนของ คำถาม ในใบ กิจกรรม	เนื้อหา				บริบท				สมรรถนะทางคณิตศาสตร์			เวลา ที่ใช้ (ชั่วโมง)	
				ปฏิภูมิ และ รูปทรง สามมิติ	การ เปลี่ยน แปลงและ ความสัมพันธ์ พื้นที่	ปริมาณ	ความไม่ แน่นอน และ ข้อมูล	ส่วนตัว	การงาน อาชีพ	สังคม	วิทยา- ศาสตร์	การทำ ใหม่	การ ต่อเชื่อม	การ สะท้อน และการ สื่อสาร		
7	ตัวต่อ (ลูกบาศก์)	ค 2.2 ม.1/2, ม.2/1	4	✓					✓				✓	✓	✓	2
8	การลดระดับ คาร์บอนไดออก ไซด์	ค 1.1 ม.1/3 ค 3.1 ม.1/1	3			✓								✓	✓	1
รวม			22	2	3	1	3	3	1	1	1	3	5	6	5	9

คำแนะนำในการใช้โปรแกรม

โปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นชุดกิจกรรมที่เน้นวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) มีทั้งหมด 8 กิจกรรม ประกอบด้วย

กิจกรรมที่	ชื่อกิจกรรม	เวลาที่ใช้ (ชั่วโมง)
1	ร้านไอศกรีม	1
2	เพนกวิน	1
3	อลิตา นักปั่นจักรยาน	1
4	แผ่นดินไหว	1
5	การส่งออก	1
6	คุยผ่านอินเทอร์เน็ต	1
7	ตัวต่อ (ลูกบาศก์)	2
8	การลดระดับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂)	1

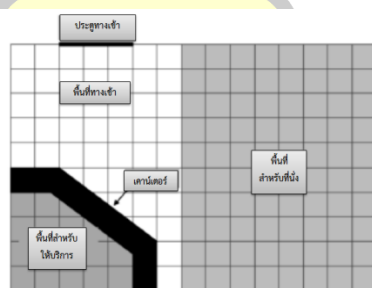
ส่วนประกอบของแต่ละกิจกรรมในโปรแกรมนี้อ ประกอบด้วย

1. ชื่อกิจกรรม
2. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด
3. สารการเรียนรู้แกนกลาง
4. เนื้อหาทางคณิตศาสตร์
5. บริบท
6. กระบวนการทางคณิตศาสตร์
7. สมรรถนะทางคณิตศาสตร์
8. สื่อที่ใช้
9. เวลาที่ใช้
10. วัตถุประสงค์
11. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
12. การวัดและประเมินผล

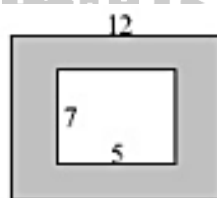
แผนการจัดกิจกรรมที่ 1

1. ชื่อกิจกรรม ร้านไอศกรีม
2. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด
 - มาตรฐาน ค 1.1 ม.1/3
 - มาตรฐาน ค 2.2 ม.1/1, ม.2/1, ม.2/5
3. สาระการเรียนรู้แกนกลาง
 - อัตราส่วน
 - การสร้างทางเรขาคณิต
 - ทฤษฎีบทพีทาโกรัส
4. เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ ปริภูมิและรูปทรง
5. บริบท การงานอาชีพ
6. กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ใช้หลักการทางคณิตศาสตร์
7. สมรรถนะทางคณิตศาสตร์
 - การทำใหม่
 - การเชื่อมโยง
 - การสะท้อนและสื่อสาร
8. สื่อที่ใช้

8.1 ภาพการปูพื้นกระเบื้อง



8.2 ภาพประกอบสถานการณ์ปัญหา

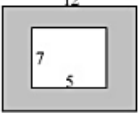
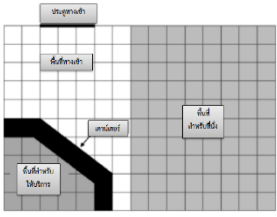
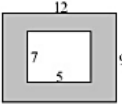


- 8.3 ใบกิจกรรม เรื่อง ร้านไอศกรีม
- 8.4 ใบความรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส
- 8.5 วีดีโอ ชื่อ The sims 2 – Making a Restaurant
(youtu.be/cIs0_kmJ8EM)



9. เวลาที่ใช้ 1 ชั่วโมง
10. วัตถุประสงค์
- 10.1 นักเรียนสามารถใช้ทฤษฎีพีทาโกรัสหรือใช้การวัด เพื่อหาความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉากและแปลงหน่วยตามมาตราส่วนในภาพได้
- 10.2 นักเรียนสามารถคำนวณพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยมได้
- 10.3 นักเรียนสามารถใช้มาตราส่วนตามเงื่อนไข เพื่อหาจำนวนของวงกลมที่ใส่ลงในรูปหลายเหลี่ยมได้พอดีได้

11. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตอน	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อที่ใช้ในการจัดกิจกรรม	เวลาที่ใช้
1. การสร้างความสนใจ	1. เปิดสื่อวิดีโอการออกแบบร้านอาหาร 2. ถามนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้จากวิดีโอ <ul style="list-style-type: none"> - สิ่งที่สำคัญสำหรับร้านอาหารมีอะไรบ้าง? - การแบ่งสัดส่วนของร้านอาหารเป็นอย่างไร? - พื้นที่ในแต่ละส่วนของร้านอาหารเป็นอย่างไร? 	- วิดีโอ ชื่อ The sims 2 – Making a Restaurant	10 นาที
2. การสำรวจและค้นหา	3. ทบทวนสิ่งที่ได้จากวิดีโอการออกแบบร้านอาหาร <ul style="list-style-type: none"> - พื้นที่ของรูปเรขาคณิต - มาตราส่วน - ความยาวรอบรูป 4. นำเสนอสถานการณ์ปัญหาและให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย <ul style="list-style-type: none"> - จงหาพื้นที่ส่วนที่แรเงาของรูปต่อไปนี้ 	- ภาพการปูพื้นกระเบื้อง  - ภาพประกอบสถานการณ์ปัญหา 	20 นาที

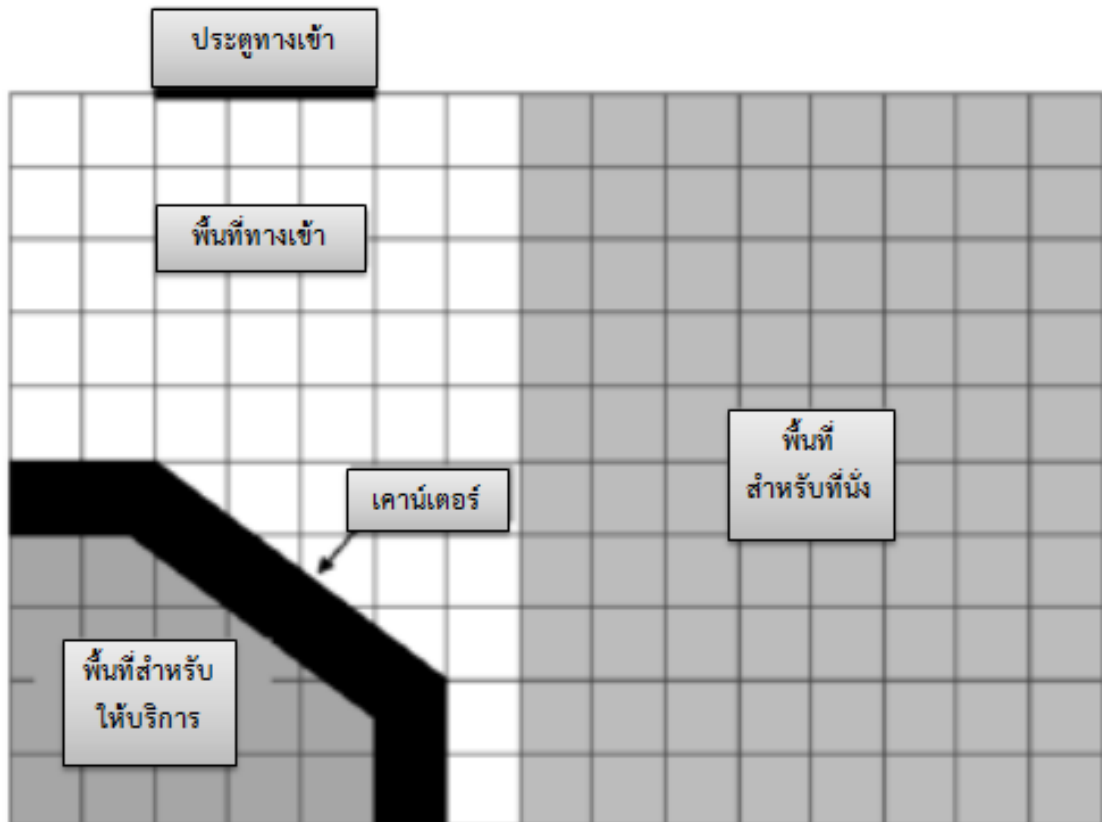
ขั้นตอน	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อที่ใช้ในการจัดกิจกรรม	เวลาที่ใช้
	4. ให้นักเรียนทำใบกิจกรรม เรื่อง ร้านไอศกรีม คำถามที่ 1 (เพื่อเน้นให้นักเรียนนำความรู้เรื่องพื้นที่ของรูปเรขาคณิตมาใช้ในการทำใบกิจกรรม) 5. แจกใบความรู้เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสให้นักเรียน	- ใบกิจกรรม เรื่อง ร้านไอศกรีม - ใบความรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส	
3. การอธิบายและลงข้อสรุป	6. ให้นักเรียนทำใบกิจกรรม เรื่อง ร้านไอศกรีม คำถามที่ 2 และ 3	- ใบกิจกรรม เรื่อง ร้านไอศกรีม	10 นาที
4. การขยายความรู้	7. สุ่มนักเรียนออกมานำเสนอแนวคิดของตนเอง และร่วมกันอภิปรายถึงแนวคิดนั้น โดยครูเชื่อมโยงสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่นักเรียนได้ศึกษา	- ใบกิจกรรม เรื่อง ร้านไอศกรีม	10 นาที
5. การประเมินผล	8. ให้นักเรียนเขียนแผนผังความคิดองค์ความรู้ที่ได้จากการเรียนลงในกระดาษ A4	- กระดาษ A4	10 นาที

12. การวัดและประเมินผล

สมรรถนะทางคณิตศาสตร์	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
การทำใหม่	ตรวจใบกิจกรรม เรื่อง ร้านไอศกรีม คำถามที่ 2	ใบกิจกรรม เรื่อง ร้านไอศกรีม	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป
การเชื่อมโยง	ตรวจใบกิจกรรม เรื่อง ร้านไอศกรีม คำถามที่ 1	ใบกิจกรรม เรื่อง ร้านไอศกรีม	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป
การสะท้อนและสื่อสาร	ตรวจใบกิจกรรม เรื่อง ร้านไอศกรีม คำถามที่ 3	ใบกิจกรรม เรื่อง ร้านไอศกรีม	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป

ใบกิจกรรม เรื่อง ร้านไอศกรีม

แบบแปลนพื้นร้านไอศกรีมของมาลีที่กำลังจะปรับปรุงเป็นดังนี้



พื้นที่สำหรับให้บริการถูกล้อมด้วยเคาน์เตอร์

หมายเหตุ: รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสแต่ละรูปในช่องตารางแทน 0.5 เมตร x 0.5 เมตร

คำถามที่ 1: ร้านไอศกรีม

มาลีต้องการปูพื้นใหม่ในร้านด้วย พื้นที่ว่างของพื้นที่ทั้งหมดในร้านเป็นเท่าใด หากไม่นับรวมพื้นที่ส่วนให้บริการและเคาน์เตอร์ จงแสดงวิธีทำ

.....

.....

.....

.....

คำถามที่ 2: ร้านไอศกรีม

มาลีต้องการทำขอบเคาน์เตอร์ใหม่ตามแนวขอบด้านนอก ความยาวขอบทั้งหมดที่เธอต้องทำเป็นเท่าใด จงแสดงวิธีทำ

.....

.....

.....

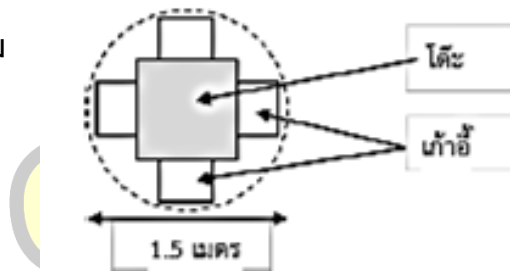
.....

.....

.....

.....

คำถามที่ 3: ร้านไอศกรีม



มาลีต้องการจัดวางชุดที่นั่งในร้านของเธอซึ่งมีโต๊ะและเก้าอี้สี่ตัว ตามลักษณะที่แสดงข้างบน รูปวงกลมแทนพื้นที่ว่างของพื้นซึ่งจำเป็นต้องวางชุดที่นั่งแต่ละชุด เพื่อให้ลูกค้ามีที่ว่างเพียงพอขณะที่พวกเขาั่ง แต่ละชุดที่นั่ง (แทนด้วยรูปวงกลม) ควรจะวางตามเงื่อนไขข้างบังคับต่อไปนี้:

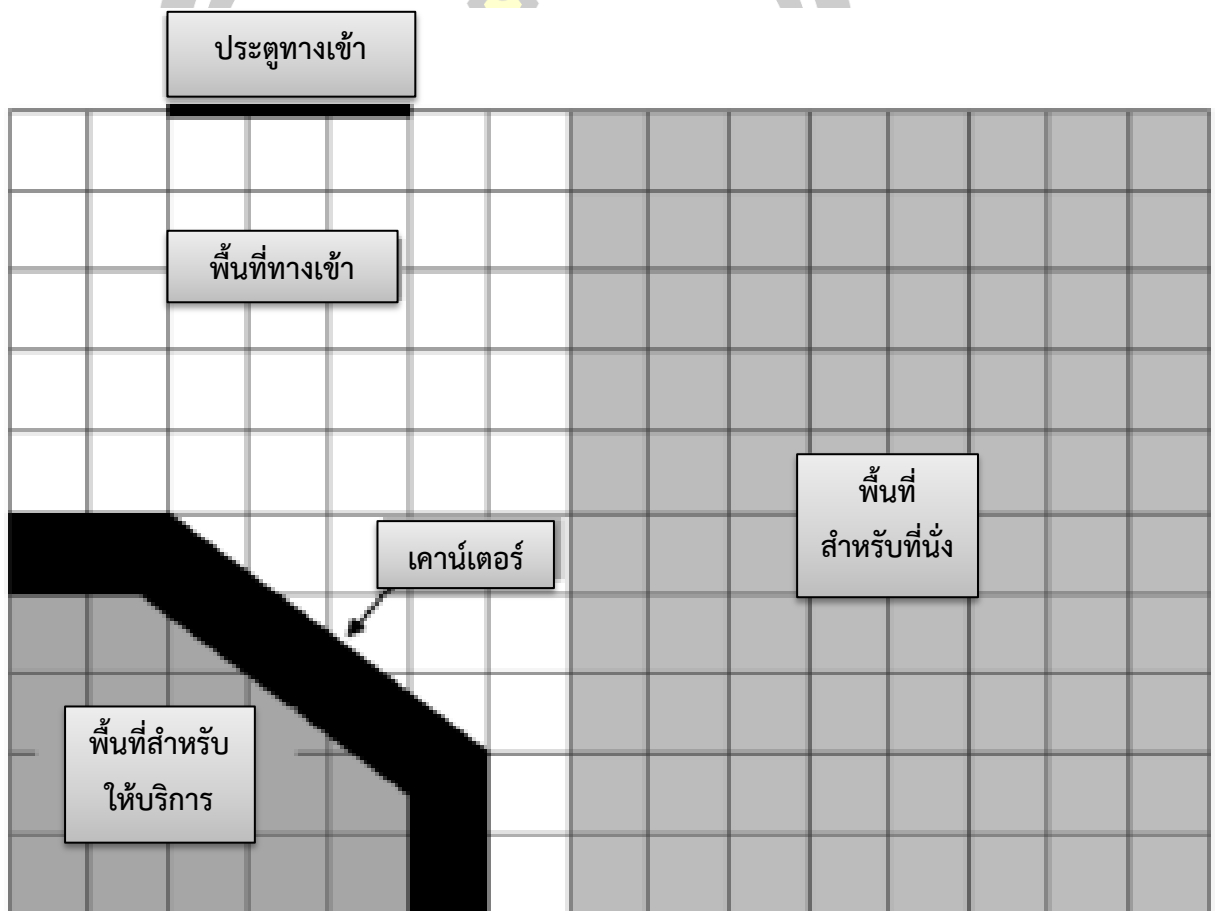
- ชุดที่นั่งแต่ละชุดควรวางห่างจากผนังอย่างน้อย 0.5 เมตร
- ชุดที่นั่งแต่ละชุดควรวางห่างจากชุดที่นั่งอื่นอย่างน้อย 0.5 เมตร

มาลีสามารถวางชุดที่นั่งให้พอดีกับพื้นที่สำหรับที่นั่งส่วนที่แะเงาในร้านของเธอได้มากที่สุดกี่ชุด

จำนวนชุดที่นั่ง:

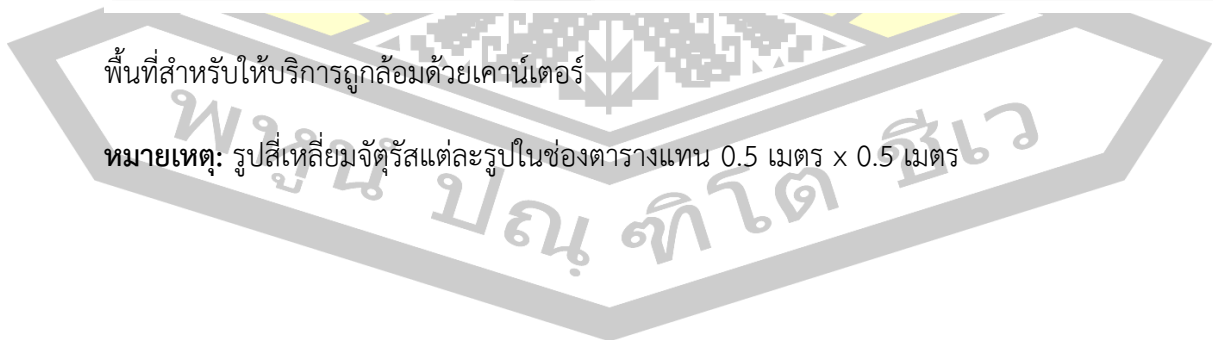
เฉลย
ใบกิจกรรม เรื่อง ร้านไอศกรีม

แบบแปลนพื้นร้านไอศกรีมของมาลีที่กำลังจะปรับปรุงเป็นดังนี้



พื้นที่สำหรับให้บริการถูกล้อมด้วยเคาน์เตอร์

หมายเหตุ: รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสแต่ละรูปในช่องตารางแทน 0.5 เมตร x 0.5 เมตร



คำถามที่ 1 : มาลีต้องการปูพื้นใหม่ในร้านด้วยพื้นที่ว่างของพื้นทั้งหมดในร้านเป็นเท่าใดหากไม่นับรวมพื้นที่ส่วนให้บริการและเคาน์เตอร์ จงแสดงวิธีทำ

แนวคิดที่ 1 : พื้นที่ที่ต้องปูกระเบื้องทั้งหมด คือ พื้นที่ของร้านที่ไม่นับรวมพื้นที่ส่วนที่ให้บริการและส่วนเคาน์เตอร์

$$\text{พื้นที่ที่ต้องปูกระเบื้องทั้งหมด} = \text{พท.} \square \text{CKJH} + \text{พท.} \square \text{KNOI} + \text{พท.} \triangle \text{BCA}$$

$$\text{พท.} \square \text{CKJH} = (0.5 \times 5) \times (0.5 \times 6)$$

$$= 7.5 \text{ ตารางเมตร}$$

$$\text{พท.} \square \text{KNOI} = (0.5 \times 9) \times (0.5 \times 10)$$

$$= 22.5 \text{ ตารางเมตร}$$

$$\text{พท.} \triangle \text{BCA} = \frac{1}{2} \times (0.5 \times 3) \times (0.5 \times 4)$$

$$= 1.5 \text{ ตารางเมตร}$$

$$\text{ดังนั้น พื้นที่ที่ต้องปูกระเบื้องทั้งหมด} = 7.5 + 22.5 + 1.5 = 31.5 \text{ ตารางเมตร}$$

แนวคิดที่ 2 : พื้นที่ที่ต้องปูกระเบื้องทั้งหมด คือ พื้นที่ของร้านทั้งหมดลบด้วยพื้นที่ส่วนที่ให้บริการและส่วนเคาน์เตอร์

$$\text{พื้นที่ที่ต้องปูกระเบื้องทั้งหมด} = \text{พท.} \square \text{JKOE} - (\text{พท.} \square \text{HCIE} - \text{พท.} \triangle \text{BCA})$$

$$\text{พื้นที่ของร้านทั้งหมด} = \text{พท.} \square \text{JKOE}$$

$$= (0.5 \times 15) \times (0.5 \times 10)$$

$$= 37.5 \text{ ตารางเมตร}$$

$$\text{พื้นที่ส่วนที่ให้บริการ และส่วนเคาน์เตอร์} = \text{พท.} \square \text{HCIE} - \text{พท.} \triangle \text{BCA}$$

$$= [(0.5 \times 6) \times (0.5 \times 5)] - \left[\frac{1}{2} \times (0.5 \times 3) \times (0.5 \times 4) \right]$$

$$= 6 \text{ ตารางเมตร}$$

$$\text{ดังนั้น พื้นที่ที่ต้องปูกระเบื้องทั้งหมด} = \text{พท.} \square \text{JKOE} - (\text{พท.} \square \text{HCIE} - \text{พท.} \triangle \text{BCA})$$

$$= 37.5 - 6$$

$$= 31.5 \text{ ตารางเมตร}$$

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน (ภาพรวม)	คะแนน
- แสดงวิธีการหาคำตอบได้ถูกต้อง คำนวณค่าได้ถูกต้อง และสรุปคำตอบได้ถูกต้อง	3
- แสดงวิธีการหาคำตอบได้ถูกต้อง คำนวณค่าได้ถูกต้อง แต่สรุปคำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่ได้สรุปคำตอบ - แสดงวิธีการหาคำตอบได้ถูกต้อง แต่มีข้อผิดพลาดในการคำนวณค่าบางส่วนแล้วนำมาสรุปเป็นคำตอบได้	2
- มีข้อผิดพลาดในการแสดงวิธีการหาคำตอบบางส่วน	1
- แสดงวิธีการหาคำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงวิธีการหาคำตอบ หรือไม่ตอบ	0

คำถามที่ 1 : มาลีต้องการทำขอบเคาน์เตอร์ใหม่ตามแนวขอบด้านนอกความยาวขอบทั้งหมดที่เธอต้องทำเป็นเท่าใด จงแสดงวิธีทำ

$$\text{ความยาวของขอบเคาน์เตอร์รอบนอก} = HB + BA + AI$$

$$HB = 0.5 + 0.5 = 1 \text{ เมตร}$$

$$AI = 0.5 + 0.5 = 1 \text{ เมตร}$$

การหาความยาวของ BA อาจทำได้ดังนี้

1. การนับช่องตารางจากรูป จะมีจำนวน 5 ช่อง ซึ่งเท่ากับ 2.5 เมตร

2. การใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

จากรูป $\triangle ABC$ เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

$$\text{ดังนั้น } (AB)^2 = (AC)^2 + (BC)^2$$

$$= (1.5)^2 + (2)^2$$

$$= 2.25 + 4$$

$$= 6.25$$

$$AB = \sqrt{6.25}$$

$$= 2.5$$

$$\text{ความยาวของขอบเคาน์เตอร์รอบนอก} = HB + BA + AI$$

$$= 1 + 2.5 + 1$$

$$= 4.5 \text{ เมตร}$$

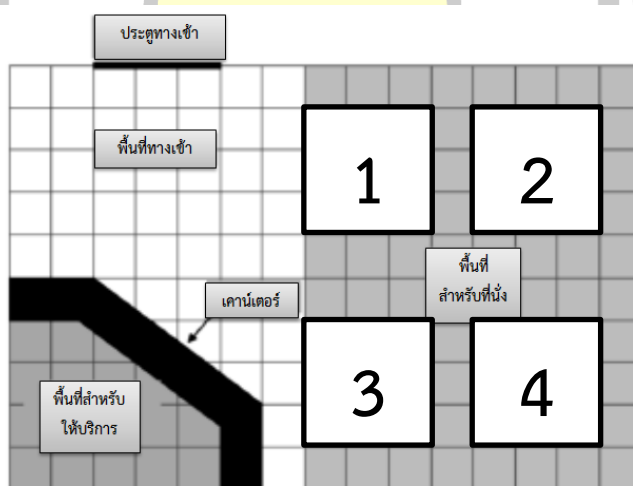
เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน (ภาพรวม)	คะแนน
- แสดงวิธีการหาคำตอบได้ถูกต้อง คำนวณค่าได้ถูกต้อง และสรุปคำตอบได้ถูกต้อง	3
- แสดงวิธีการหาคำตอบได้ถูกต้อง คำนวณค่าได้ถูกต้อง แต่สรุปคำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่ได้สรุปคำตอบ	2
- แสดงวิธีการหาคำตอบได้ถูกต้อง แต่มีข้อผิดพลาดในการคำนวณค่าบางส่วน แล้วนำมาสรุปเป็นคำตอบได้	1
- มีข้อผิดพลาดในการแสดงวิธีการหาคำตอบบางส่วน	1
- แสดงวิธีการหาคำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงวิธีการหาคำตอบ หรือไม่ตอบ	0

คำถามที่ 3 : มาลีต้องการจัดวางชุดที่นั่งในร้านของเธอซึ่งมีโต๊ะและเก้าอี้สี่ตัวตามลักษณะที่แสดงข้างบนรูปวงกลมแทนพื้นที่ว่างของพื้นที่ซึ่งจำเป็นต้องวางชุดที่นั่งแต่ละชุดเพื่อให้ลูกค้ามีที่ว่างเพียงพอขณะที่พวกเขานั่งแต่ละชุดที่นั่ง (แทนด้วยรูปวงกลม) ควรจะวางตามเงื่อนไขบังคับต่อไปนี้ :

- ชุดที่นั่งแต่ละชุดควรวางห่างจากผนังอย่างน้อย 0.5 เมตร
- ชุดที่นั่งแต่ละชุดควรวางห่างจากชุดที่นั่งอื่นอย่างน้อย 0.5 เมตร

มาลีสามารถวางชุดที่นั่งให้พอดีกับพื้นที่สำหรับที่นั่งส่วนที่แรเงาในร้านของเธอได้มากที่สุดกี่ชุด



ตอบ วางได้ทั้งสิ้น จำนวน 4 ชุด

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน (ภาพรวม)	คะแนน
- ตอบได้ถูกต้อง	3
- ตอบคำตอบอื่น ๆ หรือไม่ตอบ	0

แผนการจัดกิจกรรมที่ 2

1. ชื่อกิจกรรม เพนกวิน
2. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด
 - มาตรฐาน ค 1.1 ม.1/3
 - มาตรฐาน ค 3.1 ม.1/1
3. สาระการเรียนรู้แกนกลาง
 - อัตราส่วน
 - สถิติ
4. เนื้อหาทางคณิตศาสตร์
 - ปริมาณ
 - การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์,
 - ความไม่แน่นอนและข้อมูล
5. บริบท วิทยาศาสตร์
6. กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ใช้หลักการทางคณิตศาสตร์, คิดในเชิงคณิตศาสตร์ และตีความ
7. สมรรถนะทางคณิตศาสตร์
 - การทำใหม่
 - การสะท้อนและสื่อสาร
8. สื่อที่ใช้
 - 8.1 วิดีโอ ชื่อ เพนกวิน (youtu.be/Qv_GTDvr91A)
 - 8.2 วิดีโอ ชื่อ Emperor Penguin Lays Her Egg (youtu.be/8IWcblieR2E)
 - 8.3 ใบกิจกรรม เรื่อง เพนกวิน
 - 8.4 PowerPoint เรื่อง เพนกวิน
9. เวลาที่ใช้ 1 ชั่วโมง
10. วัตถุประสงค์
 - 10.1 นักเรียนสามารถคำนวณร้อยละในบริบทจริงได้
 - 10.2 นักเรียนเข้าใจสถานการณ์จริง เพื่อคำนวณจำนวนที่มีอยู่จริงจากการเปลี่ยนแปลง รวมทั้งร้อยละที่เพิ่มขึ้น/ลดลง ได้
 - 10.3 นักเรียนเข้าใจสถานการณ์ที่กำหนดให้ และเลือกใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม
 - 10.4 นักเรียนสามารถวิเคราะห์ข้อความต่างๆ โดยพิจารณาจากแผนภูมิแท่งที่กำหนดให้ได้

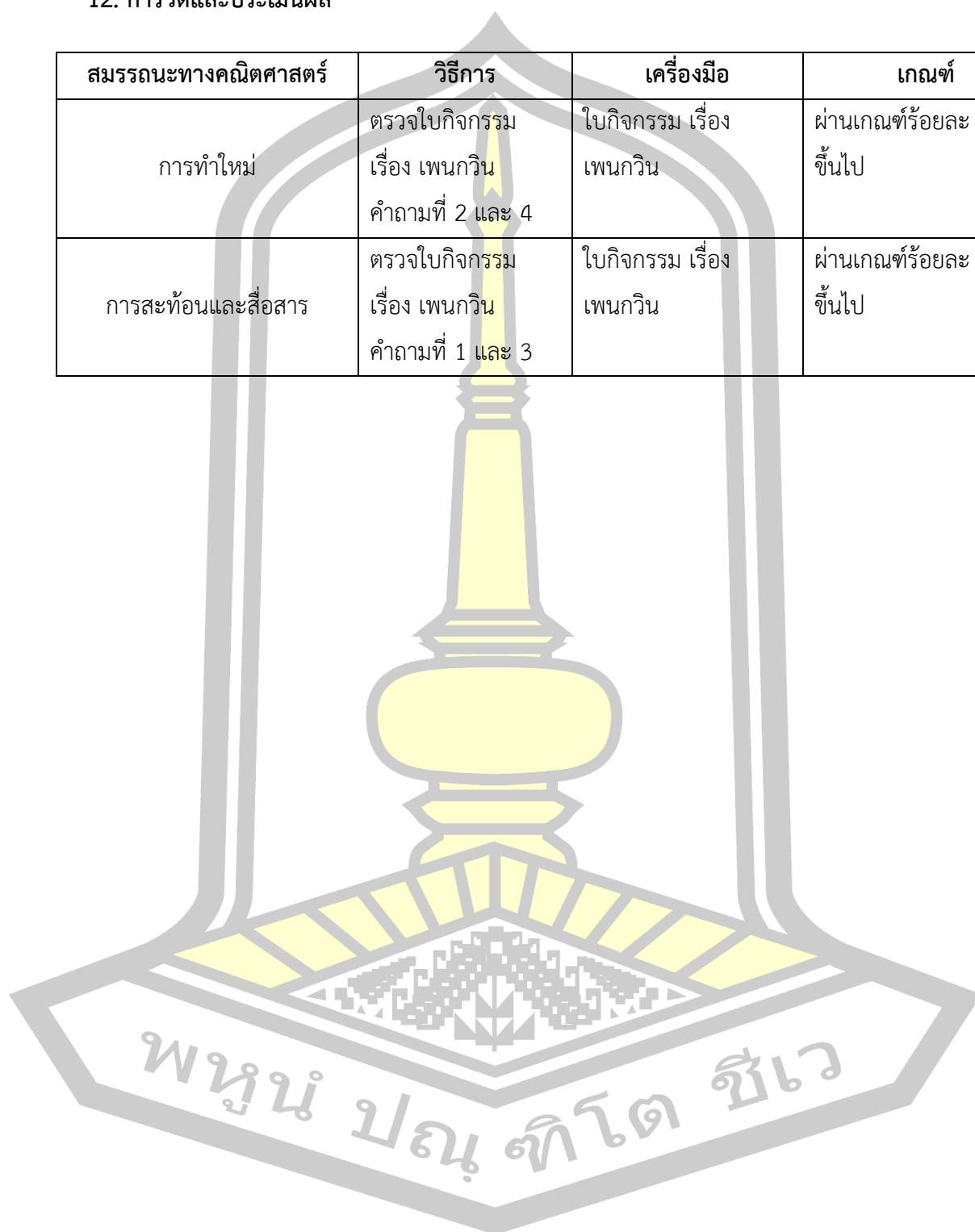


11. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตอน	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อที่ใช้ในการจัดกิจกรรม	เวลาที่ใช้
1. การสร้างความสนใจ	1. เปิดสื่อวิดีโอเพนกวินและวิดีโอ ชื่อ Emperor Penguin Lays Her Egg 2. ถามนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้จากวิดีโอ - นักเรียนคิดว่าเพนกวินอาศัยอยู่บริเวณไหนบ้าง? - นักเรียนคิดว่าในหนึ่งปีเพนกวินหนึ่งคู่สามารถวางไข่ได้กี่ฟอง? - ปัจจุบันนักเรียนคิดว่าเพนกวินมีจำนวนมากหรือน้อย แค่ไหน ? - ในอนาคตนักเรียนคิดว่าเพนกวินจะมีจำนวนมากขึ้นหรือน้อยลง เพราะเหตุใด?	- วิดีโอ ชื่อ เพนกวิน - วิดีโอ ชื่อ Emperor Penguin Lays Her Egg	10 นาที
2. การสำรวจและค้นหา	3. ทบทวนความรู้เดิมที่นักเรียนจะต้องได้ใช้ในการทำกิจกรรม - อัตราส่วน และร้อยละ 4. ให้นักเรียนทำใบกิจกรรม เรื่อง เพนกวิน คำถามที่ 1 และ 2	- ใบกิจกรรม เรื่อง เพนกวิน	15 นาที
3. การอธิบายและลงข้อสรุป	5. สุ่มนักเรียนออกมาอธิบายการหาคำตอบของใบกิจกรรม เรื่อง เพนกวิน ในคำถามที่ 1 และ 2	- ใบกิจกรรม เรื่อง เพนกวิน	10 นาที
4. การขยายความรู้	6. ให้นักเรียนทำใบกิจกรรม เรื่อง เพนกวิน คำถามที่ 3 และ 4 7. ร่วมกันอภิปรายถึงแนวคิดในการหาคำตอบของใบกิจกรรม เรื่อง เพนกวินในคำถามที่ 3 และ 4	- ใบกิจกรรม เรื่อง เพนกวิน	15 นาที
5. การประเมินผล	8. ให้นักเรียนเขียนแผนผังความคิด องค์กรความรู้ที่ได้จากการเรียนลงในกระดาษ A4	- กระดาษ A4	10 นาที

12. การวัดและประเมินผล

สมรรถนะทางคณิตศาสตร์	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
การทำใหม่	ตรวจใบกิจกรรม เรื่อง เพนกวิน คำถามที่ 2 และ 4	ใบกิจกรรม เรื่อง เพนกวิน	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป
การสะท้อนและสื่อสาร	ตรวจใบกิจกรรม เรื่อง เพนกวิน คำถามที่ 1 และ 3	ใบกิจกรรม เรื่อง เพนกวิน	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป



ใบกิจกรรม เรื่อง เพนกวิน



ฌอง แบปติสต์ นักถ่ายภาพสัตว์ ได้ใช้เวลาเดินทางตลอด
หนึ่งปีเพื่อถ่ายภาพเพนกวินและลูก ๆ ของมันไว้จำนวน
มากมายเขาให้ความสนใจเป็นพิเศษกับการขยายขนาดของ
ฝูงเพนกวินที่แตกต่างกัน

คำถามที่ 1:

โดยทั่วไป เพนกวินหนึ่งคู่จะวางไข่ปีละสองฟอง และลูกเพนกวินจากไข่
ฟองใหญ่กว่าในไข่สองฟองนั้นมักจะมีชีวิตรอดเพียงตัวเดียวเท่านั้น

สำหรับเพนกวินพันธุ์ร็อคฮอปเปอร์ ไข่ฟองแรกมีน้ำหนักประมาณ 78 กรัม
ส่วนไข่ฟองที่สองมีน้ำหนักประมาณ 110 กรัม

โดยประมาณ ไข่ฟองที่สองหนักกว่าไข่ฟองแรกร้อยละเท่าใด (จงแสดงวิธีทำ)

1. 29%
2. 32%
3. 41%
4. 71%



พจนานุกรมศัพท์โต ชิว

คำถามที่ 2:

ฉอง สงสัยว่าขนาดของฝูงเพนกวินจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรในอีกสองถึงสามปีข้างหน้า
เพื่อตรวจสอบข้อสงสัยนี้ เขาได้ตั้งสมมติฐานดังต่อไปนี้:

- ตอนต้นปี ฝูงเพนกวินมีจำนวน 10,000 ตัว (5,000 คู่)
- ในฤดูใบไม้ผลิของแต่ละปี เพนกวินแต่ละคู่เลี้ยงลูกเพนกวินหนึ่งตัว
- ตอนสิ้นปี 20% ของเพนกวินทั้งหมด (ทั้งโตเต็มวัยและลูกเพนกวิน) จะตายลง

เมื่อสิ้นปีแรก จำนวนเพนกวิน (ทั้งโตเต็มวัยและลูกเพนกวิน) ในฝูงนี้มีจำนวนกี่ตัว (จงแสดงวิธีทำ)

จำนวนเพนกวิน:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

พูน ปณ ทิโต ชีเว

คำถามที่ 3:

มอง ตั้งสมมติฐานว่า เพนกวินฝูงนี้จะขยายขนาดฝูงต่อไปเรื่อย ๆ ตามข้อกำหนดดังนี้:

- ตอนต้นปีของแต่ละปี ฝูงเพนกวินจะมีเพนกวินตัวผู้และตัวเมียจำนวนเท่า ๆ กัน
- อยู่ด้วยกันเป็นคู่ ๆ
- ในฤดูใบไม้ผลิของแต่ละปี เพนกวินแต่ละคู่เลี้ยงลูกเพนกวินหนึ่งตัว
- ตอนสิ้นปี 20% ของเพนกวินทั้งหมด (ทั้งโตเต็มวัยและลูกเพนกวิน) จะตายลง
- เพนกวินที่อายุหนึ่งปีจะสามารถเลี้ยงลูกเพนกวินได้ด้วย

ตามข้อสมมติฐานข้างต้น สูตรใดต่อไปนี้จะอธิบายจำนวนเพนกวินทั้งหมด (P)

หลังจากผ่านไป 7 ปี

$$1. P = 10,000 \times (1.5 \times 0.2)^7$$

$$2. P = 10,000 \times (1.5 \times 0.8)^7$$

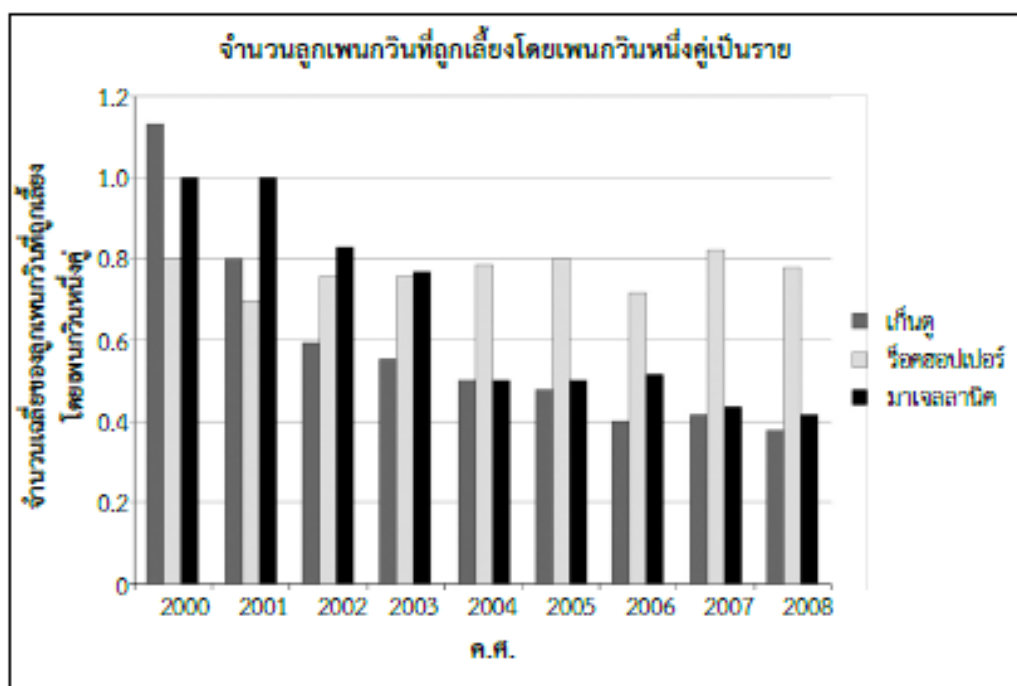
$$3. P = 10,000 \times (1.2 \times 0.2)^7$$

$$4. P = 10,000 \times (1.2 \times 0.8)^7$$

พูนุ ปณ ทิโต ชีเว

คำถามที่ 4:

หลังจากที่เขาเดินทางกลับถึงบ้าน ฌอง แบปติสต์ ค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตเพื่อหาว่า โดยเฉลี่ยเพนกวินหนึ่งคู่เลี้ยงลูกเพนกวินจำนวนเท่าใด เขาพบแผนภูมิแท่งต่อไปนี้ของเพนกวินสามชนิด ได้แก่ เพนกวินเกินตุ เพนกวินร็อคคอปเปอร์ และเพนกวินมาเจลลานิก



จากแผนภูมิข้างบน ข้อความเกี่ยวกับเพนกวินสามชนิดต่อไปนี้ เป็นจริงหรือเท็จ

จงเขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า “จริง” หรือ “เท็จ” ในแต่ละข้อความ

ข้อความ	ข้อความ เป็นจริงหรือเท็จ
ใน ค.ศ. 2000 จำนวนเฉลี่ยของลูกเพนกวินที่ถูกเลี้ยง โดยเพนกวินหนึ่งคู่มีมากกว่า 0.6	จริง / เท็จ
ใน ค.ศ. 2006 โดยเฉลี่ยน้อยกว่า 80% ของคู่เพนกวินเลี้ยงลูกเพนกวินหนึ่งตัว	จริง / เท็จ
ประมาณ ค.ศ. 2015 เพนกวินสามชนิดนี้จะสูญพันธุ์	จริง / เท็จ
จำนวนเฉลี่ยของลูกเพนกวินมาเจลลานิกที่ถูกเลี้ยง โดยเพนกวินหนึ่งคู่ ลดลงในระหว่าง ค.ศ. 2001 ถึง ค.ศ. 2004	จริง / เท็จ

เฉลย**ใบกิจกรรม เรื่อง เพนกวิน****คำถามที่ 1 :**

โดยทั่วไป เพนกวินหนึ่งคู่จะวางไข่ปีละสองฟอง และลูกเพนกวินจากไข่ฟองใหญ่กว่าในไข่สองฟองนั้นมักจะมีชีวิตรอดเพียงตัวเดียวเท่านั้น สำหรับเพนกวินพันธุ์ร็อคฮอปเปอร์ ไข่ฟองแรกมีน้ำหนักประมาณ 78 กรัม ส่วนไข่ฟองที่สองมีน้ำหนักประมาณ 110 กรัม

โดยประมาณ ไข่ฟองที่สองหนักกว่าไข่ฟองแรกร้อยละเท่าใด (จงแสดงวิธีทำ)

1. 29%
2. 32%
3. 41%
4. 71%

$$\begin{aligned} \text{ไข่ฟองที่สองหนักกว่าไข่ฟองแรก} &= 110 - 78 = 32 \\ &= 32 \text{ กรัม} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{คิดเป็นร้อยละ จะได้} \quad \frac{32}{78} \times 100 &= 41.02564103 \\ &\approx 41\% \end{aligned}$$

ดังนั้น ไข่ฟองที่สองหนักกว่าไข่ฟองแรก ร้อยละ 41

ตอบ ข้อ 3. 41%

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน (ภาพรวม)	คะแนน
- แสดงวิธีการหาคำตอบได้ถูกต้อง คำนวณค่าได้ถูกต้อง และสรุปคำตอบได้ถูกต้อง	3
- แสดงวิธีการหาคำตอบได้ถูกต้อง คำนวณค่าได้ถูกต้อง แต่สรุปคำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่ได้สรุปคำตอบ	2
- แสดงวิธีการหาคำตอบได้ถูกต้อง แต่มีข้อผิดพลาดในการคำนวณค่าบางส่วน แล้วนำมาสรุปเป็นคำตอบได้	1
- มีข้อผิดพลาดในการแสดงวิธีการหาคำตอบบางส่วน	1
- แสดงวิธีการหาคำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงวิธีการหาคำตอบ หรือไม่ตอบ	0

คำถามที่ 2 :

มอง สงสัยว่าขนาดของฝูงเพนกวินจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรในอีกสองถึงสามปีข้างหน้า เพื่อตรวจสอบข้อสงสัยนี้ เขาได้ตั้งสมมติฐานดังต่อไปนี้:

- ตอนต้นปี ฝูงเพนกวินมีจำนวน 10,000 ตัว (5,000 คู่)
- ในฤดูใบไม้ผลิของแต่ละปี เพนกวินแต่ละคู่เลี้ยงลูกเพนกวินหนึ่งตัว
- ตอนสิ้นปี 20% ของเพนกวินทั้งหมด (ทั้งโตเต็มวัยและลูกเพนกวิน) จะตายลง

เมื่อสิ้นปีแรก จำนวนเพนกวิน (ทั้งโตเต็มวัยและลูกเพนกวิน) ในฝูงนี้มีจำนวนกี่ตัว

จำนวนเพนกวินในฝูงตอนต้นปี 10,000 ตัว 5,000 คู่จำนวนลูกเพนกวินฤดูใบไม้ผลิ 5,000 ตัว.....

รวมจำนวนเพนกวินทั้งหมด $10,000 + 5,000 = 15,000$ ตัว.....

จำนวนเพนกวินที่ตายไปตอนสิ้นปี $(15,000) \times 20\% = 3,000$ ตัว.....

จำนวนเพนกวินในฝูงเมื่อสิ้นปีแรกมีจำนวน $15,000 - 3,000 = 12,000$ ตัว.....

ตอบ จำนวนเพนกวิน : 12,000 ตัว.....

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน (ภาพรวม)	คะแนน
- แสดงวิธีการหาคำตอบได้ถูกต้อง คำนวณค่าได้ถูกต้อง และสรุปคำตอบได้ถูกต้อง	3
- แสดงวิธีการหาคำตอบได้ถูกต้อง คำนวณค่าได้ถูกต้อง แต่สรุปคำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่ได้สรุปคำตอบ	2
- แสดงวิธีการหาคำตอบได้ถูกต้อง แต่มีข้อผิดพลาดในการคำนวณค่าบางส่วนแล้วนำมาสรุปเป็นคำตอบได้	1
- มีข้อผิดพลาดในการแสดงวิธีการหาคำตอบบางส่วน	1
- แสดงวิธีการหาคำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงวิธีการหาคำตอบ หรือไม่ตอบ	0

คำถามที่ 3 :

มอง ตั้งสมมติฐานว่า เพนกวินฝูงนี้จะขยายขนาดฝูงต่อไปเรื่อย ๆ ตามข้อกำหนดดังนี้:

- ตอนต้นปีของแต่ละปี ฝูงเพนกวินจะมีเพนกวินตัวผู้และตัวเมียจำนวนเท่า ๆ กัน
- อยู่ด้วยกันเป็นคู่ ๆ
- ในฤดูใบไม้ผลิของแต่ละปี เพนกวินแต่ละคู่เลี้ยงลูกเพนกวินหนึ่งตัว
- ตอนสิ้นปี 20% ของเพนกวินทั้งหมด (ทั้งโตเต็มวัยและลูกเพนกวิน) จะตายลง
- เพนกวินที่อายุหนึ่งปีจะสามารถเลี้ยงลูกเพนกวินได้ด้วย

ตามข้อสมมติฐานข้างต้น สูตรใดต่อไปนี่ที่อธิบายจำนวนเพนกวินทั้งหมด (P)

หลังจากผ่านไป 7 ปี

$$1. P = 10,000 \times (1.5 \times 0.2)^7$$

$$2. P = 10,000 \times (1.5 \times 0.8)^7$$

$$3. P = 10,000 \times (1.2 \times 0.2)^7$$

$$4. P = 10,000 \times (1.2 \times 0.8)^7$$

ตอบ ข้อ 2. $P = 10,000 \times (1.5 \times 0.8)^7$

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน (ภาพรวม)	คะแนน
- ตอบได้ถูกต้อง	3
- ตอบคำตอบอื่น ๆ หรือไม่ตอบ	0

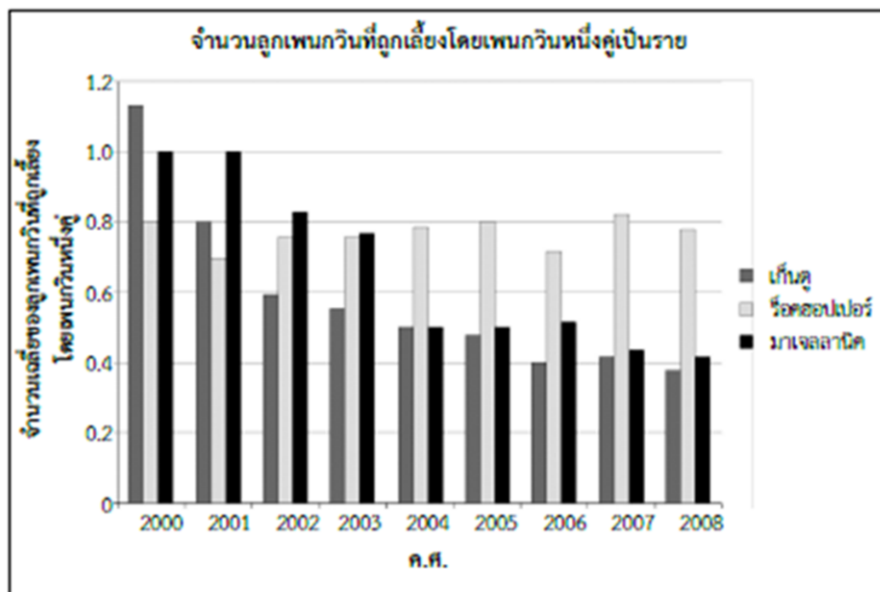
พูนุ ปณ ทิโต ชีเว

คำถามที่ 4 :

หลังจากที่เขาเดินทางกลับถึงบ้าน ฅอง แบปติสต์ ค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตเพื่อหาว่า

โดยเฉลี่ยเพนกวินหนึ่งคู่เลี้ยงลูกเพนกวินจำนวนเท่าใด

เขาพบแผนภูมิแท่งต่อไปนี้ของเพนกวินสามชนิด ได้แก่ เพนกวินเก็นดู เพนกวินร็อคฮอปเปอร์และเพนกวินมาเจลลานิก



จากแผนภูมิข้างบน ข้อความเกี่ยวกับเพนกวินสามชนิดต่อไปนี้ เป็นจริงหรือเท็จ

จงเขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า “จริง” หรือ “เท็จ” ในแต่ละข้อความ

ข้อความ

ข้อความ เป็นจริงหรือเท็จ

ใน ค.ศ. 2000 จำนวนเฉลี่ยของลูกเพนกวินที่ถูกเลี้ยง โดยเพนกวินหนึ่งคู่ มีมากกว่า 0.6

จริง / เท็จ

ใน ค.ศ. 2006 โดยเฉลี่ยน้อยกว่า 80% ของคู่เพนกวินเลี้ยงลูกเพนกวินหนึ่งตัว

จริง / เท็จ

ประมาณ ค.ศ. 2015 เพนกวินสามชนิดนี้จะสูญพันธุ์

จริง / เท็จ

จำนวนเฉลี่ยของลูกเพนกวินมาเจลลานิกที่ถูกเลี้ยง โดยเพนกวินหนึ่งคู่ ลดลงในระหว่าง ค.ศ. 2001 ถึง ค.ศ. 2004

จริง / เท็จ

ตอบ ถูกทั้งสี่ข้อ : จริง จริง เท็จ จริง ตามลำดับ

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน (ภาพรวม)

คะแนน


- ตอบได้ถูกต้อง

3

- ตอบคำตอบอื่น ๆ หรือไม่ตอบ

0

แผนการจัดกิจกรรมที่ 3

1. ชื่อกิจกรรม อลิตานักปั่นจักรยาน
2. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด
 - มาตรฐาน ค 1.1 ม.1/3
 - มาตรฐาน ค 3.1 ม.2/1
3. สาระการเรียนรู้แกนกลาง
 - อัตราส่วน
 - สถิติ (ค่ากลางของข้อมูล)
4. เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์
5. บริบท ส่วนตัว
6. กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ใช้หลักการทางคณิตศาสตร์
7. สมรรถนะทางคณิตศาสตร์
 - การทำใหม่
 - การเชื่อมโยง
8. สื่อที่ใช้
 - 8.1 วีดีโอ ชื่อ BIKE SPEECH RECORD 90MPH/145 KMS/HORA
(youtu.be/BSyV0jL6c1c)
 - 8.2 PowerPoint ชื่อ อลิตานักปั่นจักรยาน
 - 8.3 ใบกิจกรรม เรื่อง อลิตานักปั่นจักรยาน
 - 8.4 ใบความรู้ เรื่อง การหาค่ากลางของข้อมูล
9. เวลาที่ใช้ 1 ชั่วโมง
10. วัตถุประสงค์
 - 10.1 นักเรียนเปรียบเทียบความเร็วเฉลี่ยโดยกำหนดระยะทางที่เดินทางและเวลาที่ใช้ในการเดินทางมาให้ได้
 - 10.2 นักเรียนคำนวณเวลาที่ใช้ในการเดินทางโดยกำหนดความเร็วเฉลี่ยและระยะทางที่เดินทางมาให้ได้
 - 10.3 นักเรียนคำนวณความเร็วเฉลี่ยตลอดการเดินทางสองครั้งโดยกำหนดระยะทางที่เดินทางและเวลาที่ใช้ในการเดินทางทั้งสองครั้งมาให้ได้

11. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตอน	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อที่ใช้ในการจัดกิจกรรม	เวลาที่ใช้
1. การสร้างความสนใจ	1. เปิดสื่อวิดีโอ ชื่อ BIKE SPEECH RECORD 90MPH/145 KMS/HORA 2. ถามนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้จากวิดีโอ - หน้าปัดความเร็วของรถบอกถึงอะไรได้บ้าง? - นักเรียนรู้หรือไม่ว่าหน่วยที่ใช้วัดความเร็วคืออะไร?	- วิดีโอ ชื่อ BIKE SPEECH RECORD 90MPH/145 KMS/HORA	10 นาที
2. การสำรวจและค้นหา	3. ทบทวนความรู้เดิมที่นักเรียนจะต้องได้ใช้ในการทำกิจกรรม - อัตราส่วน - การแปลงหน่วยเวลาและระยะทาง 4. แจกใบความรู้เรื่อง การหาค่ากลางของข้อมูล ให้นักเรียนศึกษาเพิ่มเติม 5. ให้นักเรียนทำใบกิจกรรม เรื่อง อลิตานักปั่นจักรยานในคำถามที่ 1 และ 2	- PowerPoint ชื่อ อลิตานักปั่นจักรยาน - ใบความรู้ เรื่อง การหาค่ากลางของข้อมูล - ใบกิจกรรม เรื่อง อลิตานักปั่นจักรยาน	15 นาที
3. การอธิบายและลงข้อสรุป	6. สุ่มนักเรียนออกมาอธิบายการหาคำตอบของใบกิจกรรม เรื่อง อลิตานักปั่นจักรยาน ในคำถามที่ 1 และ 2	- ใบกิจกรรม เรื่อง อลิตานักปั่นจักรยาน	10 นาที
4. การขยายความรู้	7. ให้นักเรียนทำใบกิจกรรม เรื่อง อลิตานักปั่นจักรยานในคำถามที่ 3 8. ร่วมกันอภิปรายถึงแนวคิดในการหาคำตอบของใบกิจกรรม เรื่อง อลิตานักปั่นจักรยานในคำถามที่ 3	- ใบกิจกรรม เรื่อง อลิตานักปั่นจักรยาน	15 นาที
5. การประเมินผล	9. ให้นักเรียนเขียนแผนผังความคิด องค์กรความรู้ที่ได้จากการเรียนลงในกระดาษ A4	- กระดาษ A4	10 นาที

12. การวัดและประเมินผล

สมรรถนะทางคณิตศาสตร์	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
การทำใหม่	ตรวจใบกิจกรรม เรื่อง อลิตานักปั้น จักรยาน คำถามที่ 2	ใบกิจกรรม เรื่อง อลิตา นักปั้นจักรยาน	ผ่าน (ตอบถูก)
การเชื่อมโยง	ตรวจใบกิจกรรม เรื่อง อลิตานักปั้น จักรยาน คำถามที่ 1 และ 3	ใบกิจกรรม เรื่อง อลิตา นักปั้นจักรยาน	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป



ใบกิจกรรม เรื่อง อลิตา นักปั่นจักรยาน



อลิตาเพิ่งจะได้จักรยานคันใหม่ ซึ่งจักรยานจะมี
เครื่องวัดความเร็วติดอยู่บนแฮนด์รถจักรยาน
เครื่องวัดความเร็วสามารถบอกระยะทางที่อลิตา
เดินทางและความเร็วเฉลี่ยที่เธอใช้ในการเดินทาง

คำถามที่ 1 :

การเดินทางครั้งหนึ่ง อลิตาขี่จักรยานไปได้ 4 กม. ใน 10 นาทีแรก
และอีก 2 กม. ใน 5 นาทีต่อมา

ข้อความใดต่อไปนี้ถูกต้อง

1. ความเร็วเฉลี่ยของอลิตาขี่ใน 10 นาทีแรก มากกว่าใน 5 นาทีต่อมา
2. ความเร็วเฉลี่ยของอลิตาขี่ใน 10 นาทีแรก เท่ากับใน 5 นาทีต่อมา
3. ความเร็วเฉลี่ยของอลิตาขี่ใน 10 นาทีแรก น้อยกว่าใน 5 นาทีต่อมา
4. จากข้อมูลที่ให้มา ไม่สามารถบอกถึงสิ่งใด ๆ เกี่ยวกับความเร็วเฉลี่ยของอลิตาขี่ได้

พูน ปณ กิโต ชเว

คำถามที่ 2 :

อลิตาขี่จักรยาน 6 กม. ไปยังบ้านป่า เครื่องวัดความเร็วแสดงว่า ความเร็วเฉลี่ยตลอดการเดินทางเป็น 18 กม./ชม.

ข้อความต่อไปนี้ ข้อความใดถูกต้อง

1. อลิตาใช้เวลา 20 นาที ไปถึงบ้านป่า
2. อลิตาใช้เวลา 30 นาที ไปถึงบ้านป่า
3. อลิตาใช้เวลา 3 ชั่วโมง ไปถึงบ้านป่า
4. ไม่สามารถบอกได้ว่าอลิตาใช้เวลาเท่าใดในการเดินทางไปถึงบ้านป่า

.....

.....

.....

.....

คำถามที่ 3 :

อลิตาได้ขี่จักรยานของเธอจากบ้านไปที่แม่น้ำ ซึ่งอยู่ห่างออกไป 4 กม. เธอใช้เวลา 9 นาที แล้วเธอก็ขี่จักรยานกลับบ้านโดยใช้เส้นทางที่สั้นกว่า คือ 3 กม. ครึ่งนี้เธอใช้เวลาเพียง 6 นาที ในการเดินทางไปและกลับระหว่างบ้านและแม่น้ำ ความเร็วเฉลี่ยของอลิตาเป็นเท่าใด (ในหน่วย กม./ชม.)

ความเร็วเฉลี่ยในการเดินทาง: กม./ชม.

.....

.....

.....

.....

เฉลย

ใบกิจกรรม เรื่อง อลิตา นักปั่นจักรยาน

คำถามที่ 1 :

การเดินทางครั้งหนึ่ง อลิตาขี่จักรยานไปได้ 4 กม. ใน 10 นาทีแรก
และอีก 2 กม. ใน 5 นาทีต่อมา

ข้อความใดต่อไปนี้ถูกต้อง

1. ความเร็วเฉลี่ยของอลิตาขี่ใน 10 นาทีแรก มากกว่าใน 5 นาทีต่อมา
2. ความเร็วเฉลี่ยของอลิตาขี่ใน 10 นาทีแรก เท่ากับใน 5 นาทีต่อมา
3. ความเร็วเฉลี่ยของอลิตาขี่ใน 10 นาทีแรก น้อยกว่าใน 5 นาทีต่อมา
4. จากข้อมูลที่ให้มา ไม่สามารถบอกถึงสิ่งใด ๆ เกี่ยวกับความเร็วเฉลี่ยของอลิตาขี่ได้

ตอบ.....ข้อ 2. ความเร็วเฉลี่ยของอลิตาขี่ใน 10 นาทีแรก เท่ากับใน 5 นาทีต่อมา.....

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน (ภาพรวม)	คะแนน
- ตอบได้ถูกต้อง	3
- ตอบคำตอบอื่น ๆ หรือไม่ตอบ	0

พหุบัน ปณฺ ทิโต ชิว

คำถามที่ 2 :

อลิตาขี่จักรยาน 6 กม. ไปยังบ้านป่า เครื่องวัดความเร็วแสดงว่า ความเร็วเฉลี่ยตลอดการเดินทางเป็น 18 กม./ชม.

ข้อความต่อไปนี้ ข้อความใดถูกต้อง

1. อลิตาใช้เวลา 20 นาที ไปถึงบ้านป่า
2. อลิตาใช้เวลา 30 นาที ไปถึงบ้านป่า
3. อลิตาใช้เวลา 3 ชั่วโมง ไปถึงบ้านป่า
4. ไม่สามารถบอกได้ว่าอลิตาใช้เวลาเท่าใดในการเดินทางไปถึงบ้านป่า

ตอบ ... ข้อ 1. อลิตาใช้เวลา 20 นาที ไปถึงบ้านป่า

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน (ภาพรวม)	คะแนน
- ตอบได้ถูกต้อง	3
- ตอบคำตอบอื่น ๆ หรือไม่ตอบ	0

คำถามที่ 3 :

อลิตาได้ขี่จักรยานของเธอจากบ้านไปที่แม่น้ำ ซึ่งอยู่ห่างออกไป 4 กม. เธอใช้เวลา 9 นาที แล้วเธอก็ขี่จักรยานกลับบ้านโดยใช้เส้นทางที่สั้นกว่า คือ 3 กม. ครึ่งนี้เธอใช้เวลาเพียง 6 นาที ในการเดินทางไปและกลับระหว่างบ้านและแม่น้ำ ความเร็วเฉลี่ยของอลิตาเป็นเท่าใด (ในหน่วย กม./ชม.)

ตอบ ... ความเร็วเฉลี่ยในการเดินทาง : 28 กม./ชม.

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน (ภาพรวม)	คะแนน
- ตอบได้ถูกต้อง	3
- ตอบคำตอบอื่น ๆ หรือไม่ตอบ	0

แผนการจัดกิจกรรมที่ 4

- | | |
|---------------------------------|--|
| 1. ชื่อกิจกรรม | แผ่นดินไหว |
| 2. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด | มาตรฐาน ค 3.2 ม.3/1 |
| 3. สาระการเรียนรู้แกนกลาง | ความน่าจะเป็น |
| 4. เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ | ความไม่แน่นอนและข้อมูล |
| 5. บริบท | วิทยาศาสตร์ |
| 6. กระบวนการทางคณิตศาสตร์ | ใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ |
| 7. สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ | การสะท้อนและการสื่อสาร |
| 8. สื่อที่ใช้ | 8.1 วีดีโอ ชื่อ แผ่นดินไหว ตอน 1 สังคมศึกษาฯ ม.1-ม.6
(youtu.be/BN4XjLodvf0) |




- 8.2 PowerPoint ชื่อ แผ่นดินไหว
8.3 ใบกิจกรรม เรื่อง แผ่นดินไหว
8.4 ภาพประกอบสถานการณ์ปัญหา



- | | |
|------------------|---|
| 9. เวลาที่ใช้ | 1 ชั่วโมง |
| 10. วัตถุประสงค์ | 10.1 นักเรียนสามารถตีความจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้
10.2 นักเรียนเข้าใจและสามารถนำความรู้เรื่องความน่าจะเป็นมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ |

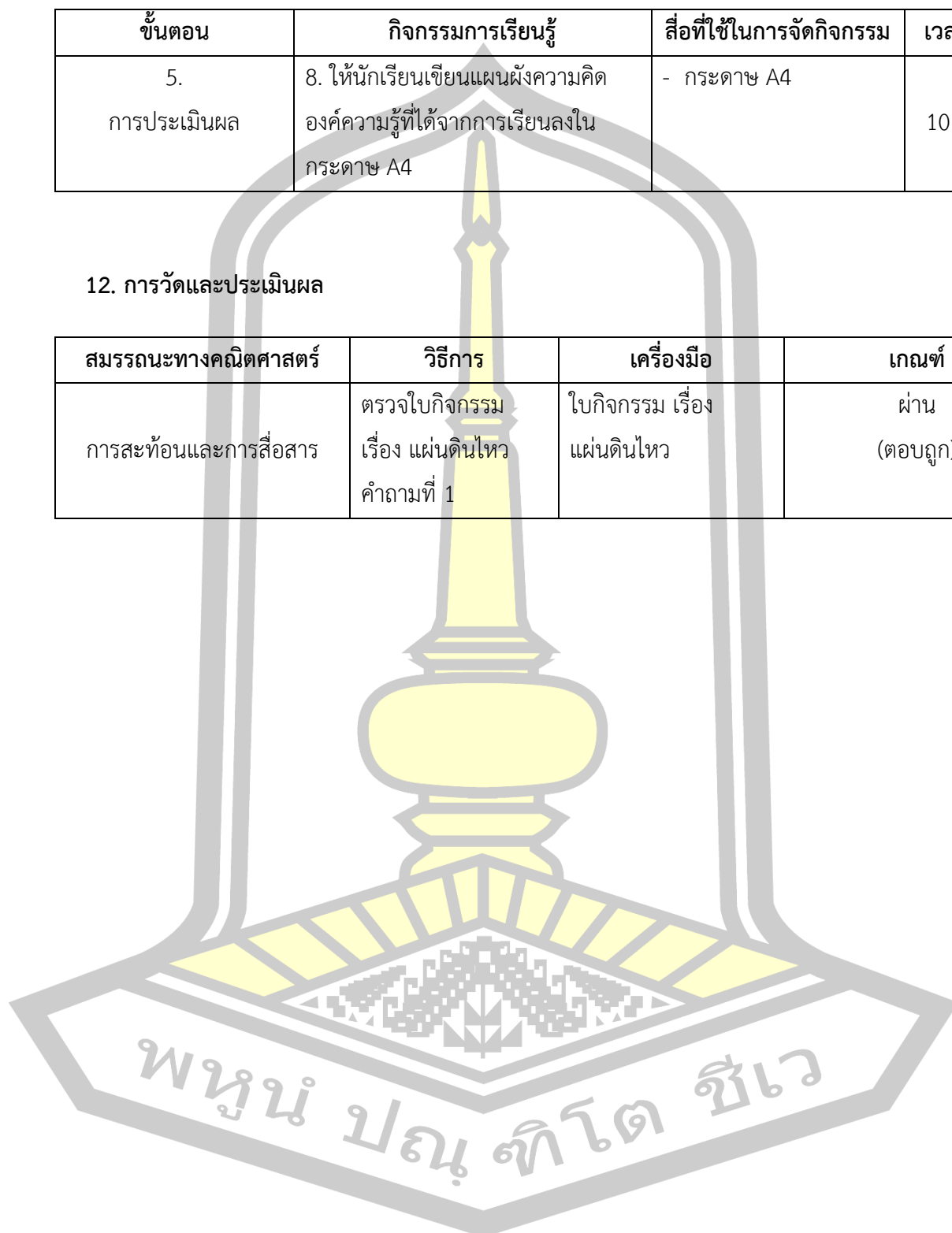
11. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตอน	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อที่ใช้ในการจัดกิจกรรม	เวลาที่ใช้
1. การสร้างความสนใจ	1. เปิดสื่อวิดีโอ ชื่อ แผ่นดินไหว ตอน 1 สังคมศึกษาฯ ม.1-ม.6 2. ถามนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้จากวิดีโอ - สาเหตุของการเกิดแผ่นดินไหว? - ผลกระทบจากการเกิดแผ่นดินไหว? - แนวโน้มในการเกิดแผ่นดินไหวในอนาคตเป็นอย่างไร?	- วิดีโอ ชื่อ แผ่นดินไหว ตอน 1 สังคมศึกษาฯ ม.1-ม.6	10 นาที
2. การสำรวจและค้นหา	3. นำเสนอสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับความน่าจะเป็นกับการตัดสินใจ เรื่อง การโยนเหรียญ 4. ถามนักเรียนเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาดังกล่าว ว่า - โอกาสที่อาจจะเกิดขึ้นจากการทดลองโยนเหรียญ 1 เหรียญเป็นอย่างไร? - โอกาสที่อาจจะเกิดขึ้นจากการทดลองโยนเหรียญ 2 เหรียญเป็นอย่างไร?	- ภาพประกอบ สถานการณ์ปัญหา 	15 นาที
3. การอธิบายและลงข้อสรุป	5. สุ่มนักเรียนแต่ละกลุ่ม อธิบายแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ดังกล่าว และร่วมกันอภิปรายกันในชั้นเรียน		10 นาที
4. การขยายความรู้	6. ให้นักเรียนทำใบกิจกรรม เรื่อง แผ่นดินไหว 7. ร่วมกันอภิปรายถึงแนวคิดในการหาคำตอบของใบกิจกรรม	- PowerPoint ชื่อ แผ่นดินไหว - ใบกิจกรรม เรื่อง แผ่นดินไหว	15 นาที

ขั้นตอน	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อที่ใช้ในการจัดกิจกรรม	เวลาที่ใช้
5. การประเมินผล	8. ให้นักเรียนเขียนแผนผังความคิด องค์ความรู้ที่ได้จากการเรียนลงใน กระดาษ A4	- กระดาษ A4	10 นาที

12. การวัดและประเมินผล

สมรรถนะทางคณิตศาสตร์	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
การสะท้อนและการสื่อสาร	ตรวจใบกิจกรรม เรื่อง แผ่นดินไหว คำถามที่ 1	ใบกิจกรรม เรื่อง แผ่นดินไหว	ผ่าน (ตอบถูก)



ใบกิจกรรม เรื่อง แผ่นดินไหว

คำถามที่ 1:

รายการสารคดีออกอากาศเรื่องเกี่ยวกับแผ่นดินไหว และความถี่ของการเกิดแผ่นดินไหว พร้อมบทสนทนา เกี่ยวกับการทำนายการเกิดแผ่นดินไหว

นักธรณีวิทยาคนหนึ่งกล่าวว่า “ภายใน 20 ปีข้างหน้า โอกาสที่จะเกิดแผ่นดินไหวที่เมืองเซต มีถึง 2 ใน 3”

ข้อใดต่อไปนี้เป็น การตีความที่สะท้อน คำกล่าวของนักธรณีวิทยา คนนั้นได้ดีที่สุด

1. $\frac{2}{3} \times 20 = 13.3$, ดังนั้นระหว่าง 13 และ 14 ปีจากนี้ไป จะเกิดแผ่นดินไหวที่เมืองเซต
2. $\frac{2}{3}$ มากกว่า $\frac{1}{2}$, ดังนั้นท่านสามารถมั่นใจได้ว่า ในช่วง 20 ปีข้างหน้าจะเกิดแผ่นดินไหวขึ้นที่เมืองเซตอย่างแน่นอน
3. โอกาสที่จะเกิดแผ่นดินไหวในเมืองเซต ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง ในช่วง 20 ปีข้างหน้าสูงกว่าที่จะไม่เกิดแผ่นดินไหว
4. ไม่สามารถบอกได้ว่า จะเกิดอะไรขึ้น เพราะไม่มีใครแน่ใจว่าจะเกิดแผ่นดินไหวขึ้นเมื่อใด

พูน บอดิ ศิว

เฉลย

ใบกิจกรรม เรื่อง แผ่นดินไหว

คำถามที่ 1:

รายการสารคดีออกอากาศเรื่องเกี่ยวกับแผ่นดินไหว และความถี่ของการเกิดแผ่นดินไหว พร้อมบทสนทนา เกี่ยวกับการทำนายการเกิดแผ่นดินไหว

นักธรณีวิทยาคนหนึ่งกล่าวว่า “ภายใน 20 ปีข้างหน้า โอกาสที่จะเกิดแผ่นดินไหวที่เมืองเซต มีถึง 2 ใน 3”

ข้อใดต่อไปนี้เป็น การตีความที่สะท้อน คำกล่าวของนักธรณีวิทยา คนนั้นได้ดีที่สุด

- $\frac{2}{3} \times 20 = 13.3$, ดังนั้นระหว่าง 13 และ 14 ปีจากนี้ไป จะเกิดแผ่นดินไหวที่เมืองเซต
- $\frac{2}{3}$ มากกว่า $\frac{1}{2}$, ดังนั้นท่านสามารถมั่นใจได้ว่า ในช่วง 20 ปีข้างหน้าจะเกิดแผ่นดินไหวขึ้นที่เมืองเซตอย่างแน่นอน
- โอกาสที่จะเกิดแผ่นดินไหวในเมืองเซต ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง ในช่วง 20 ปีข้างหน้าสูงกว่าที่จะไม่เกิดแผ่นดินไหว
- ไม่สามารถบอกได้ว่า จะเกิดอะไรขึ้น เพราะว่าไม่มีใครแน่ใจว่าจะเกิดแผ่นดินไหวขึ้นเมื่อใด

ตอบ ข้อ 3. โอกาสที่จะเกิดแผ่นดินไหวในเมืองเซต ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง ในช่วง 20 ปีข้างหน้าสูงกว่าที่จะไม่เกิดแผ่นดินไหว

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน (ภาพรวม)	คะแนน
- ตอบได้ถูกต้อง	3
- ตอบคำตอบอื่น ๆ หรือไม่ตอบ	0

แผนการจัดกิจกรรมที่ 5

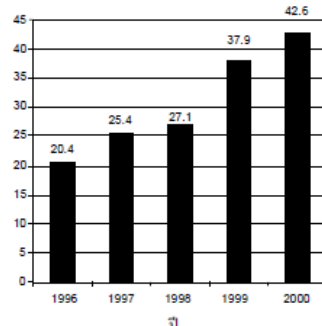
1. ชื่อกิจกรรม การส่งออก
2. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด
 - มาตรฐาน ค 1.1 ม.1/3
 - มาตรฐาน ค 3.1 ม.1/1
3. สาระการเรียนรู้แกนกลาง
 - อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ
 - สถิติ (แผนภูมิแท่งและแผนภูมิรูปวงกลม)
4. เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ ความไม่แน่นอนและข้อมูล
5. บริบท สังคม
6. กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ใช้หลักการทางคณิตศาสตร์และการคิดเชิงคณิตศาสตร์
7. สมรรถนะทางคณิตศาสตร์
 - การทำใหม่
 - การเชื่อมโยง

8. สื่อที่ใช้
 - 8.1 วิดีโอ ชื่อ การส่งออกข้าวไทย #ตลาดส่งออกที่สำคัญ #THAI RICE
(youtu.be/PX603uxhyi0)

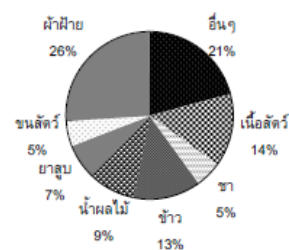


- 8.2 PowerPoint ชื่อ การส่งออก
- 8.3 ใบกิจกรรม เรื่อง การส่งออก
- 8.4 ภาพประกอบสถานการณ์ปัญหา

มูลค่ารวมของการส่งออกรายปีของประเทศ
เขตแดนในหน่วยล้านเซต ระหว่างปี 1996 - 2000



การจำแนกชนิดของการส่งออก
ของเขตแดน ในปี 2000

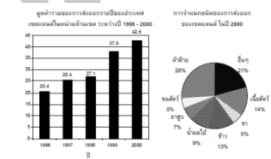


9. เวลาที่ใช้ 1 ชั่วโมง

10. **วัตถุประสงค์**
- 10.1 นักเรียนสามารถอ่านแผนภูมิและแปลความหมาย เพื่อใช้ในการ
แก้ปัญหาจาก สถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้
- 10.2 นักเรียนเข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ
เพื่อคำนวณหาข้อมูลที่ได้จากแผนภูมิได้

11. **ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้**

ขั้นตอน	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อที่ใช้ในการจัดกิจกรรม	เวลาที่ใช้
1. การสร้างความสนใจ	1. เปิดสื่อวิดีโอ ชื่อ การส่งออกข้าว ไทย #ตลาดส่งออกที่สำคัญ #THAI RICE 2. ถามนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้ เรียนรู้จากวิดีโอ - นักเรียนคิดว่าประเทศไทยส่งออก สินค้าชนิดใดบ้าง?	- วิดีโอ ชื่อ การส่งออกข้าว ไทย #ตลาดส่งออกที่สำคัญ #THAI RICE	10 นาที
2. การสำรวจและค้นหา	3. ทบทวนความรู้เดิมที่นักเรียนจะต้อง ได้ใช้ในการทำกิจกรรม - อัตราส่วน และร้อยละ - สัดส่วน 4. นำเสนอสถานการณ์ปัญหา ว่า การส่งออกสินค้าของประเทศไทยเป็น อย่างไร? ให้นักเรียนสำรวจและค้นหา ข้อมูลเกี่ยวกับประเด็นปัญหาดังกล่าว	- ใบกิจกรรม เรื่อง การ ส่งออก	15 นาที
3. การอธิบายและลง ข้อสรุป	5. ถามนักเรียนเกี่ยวกับประเด็นปัญหา ดังกล่าว และร่วมกันอภิปรายถึง ประเด็นต่างๆ ดังนี้ - ประเทศไทยส่งออกสินค้าชนิดใด มากที่สุด เป็นจำนวนเท่าใด? - ประเทศไทยมีรายได้จากการส่งออก สินค้าคิดเป็นร้อยละเท่าใด?	- ใบความรู้ เรื่อง การ ส่งออกสินค้าของประเทศไทย - PowerPoint ชื่อ การ ส่งออก	10 นาที

ขั้นตอน	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อที่ใช้ในการจัดกิจกรรม	เวลาที่ใช้
4. การขยายความรู้	6. ให้นักเรียนทำใบกิจกรรม เรื่อง การ ส่งออก 7. ร่วมกันอภิปรายถึงแนวคิดในการหา คำตอบของใบกิจกรรม เรื่อง การ ส่งออก นั้น	- ใบกิจกรรม เรื่อง การ ส่งออก - ภาพประกอบสถานการณ์ ปัญหา 	15 นาที
5. การประเมินผล	9. ให้นักเรียนเขียนแผนผังความคิด องค์ความรู้ที่ได้จากการเรียนลงใน กระดาษ A4	- กระดาษ A4	10 นาที

12. การวัดและประเมินผล

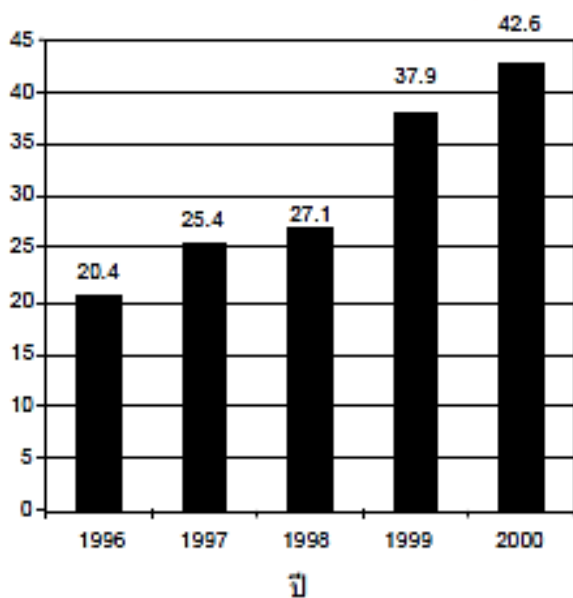
สมรรถนะทางคณิตศาสตร์	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
การทำใหม่	ตรวจใบกิจกรรม เรื่อง การส่งออก คำถามที่ 1	ใบกิจกรรม เรื่อง การ ส่งออก	ผ่าน (ตอบถูก)
การเชื่อมโยง	ตรวจใบกิจกรรม เรื่อง การส่งออก คำถามที่ 2	ใบกิจกรรม เรื่อง การ ส่งออก	ผ่าน (ตอบถูก)

พหุ ประถมศึกษา

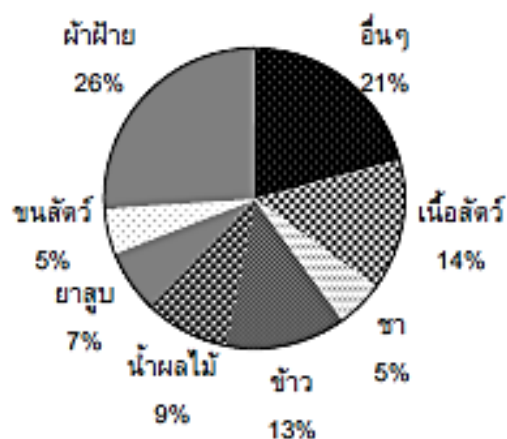
ใบกิจกรรม เรื่อง การส่งออก

กราฟต่อไปนี้แสดงข้อมูลการส่งออกของประเทศเซดแลนด์ ซึ่งเป็นประเทศที่ใช้เงินสกุลเซดเป็นเงินตราของประเทศ

มูลค่ารวมของการส่งออกรายปีของประเทศ
เซดแลนด์ในหน่วยล้านเซด ระหว่างปี 1996 - 2000



การจำแนกชนิดของการส่งออก
ของเซดแลนด์ ในปี 2000



คำถามที่ 1:

ในปี 1998 มูลค่ารวมการส่งออกของประเทศเซดแลนด์เป็นเงินเท่าไร (หน่วยเป็นล้านเซด)

คำตอบ:

พจนานุกรมศัพท์โตชีวะ

คำถามที่ 2:

มูลค่ารวมการส่งออกน้ำผลไม้จากประเทศเซดแลนด์ในปี 2000 เป็นเท่าไร

1. 1.8 ล้านเซต
2. 2.3 ล้านเซต
3. 2.4 ล้านเซต
4. 3.4 ล้านเซต
5. 3.8 ล้านเซต

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

พูน ปรุ ทิโต สีเว

เฉลย**ใบกิจกรรม เรื่อง การส่งออก****คำถามที่ 1:**

ในปี 1998 มูลค่ารวมการส่งออกของประเทศเซนต์แลนดเป็นเงินเท่าไร (หน่วยเป็นล้านเซต)

ตอบ ข้อ 2. 27.1 ล้านเซต หรือ 27 100.000 เซต หรือ 27.1 (ไม่ต้องใส่หน่วย)

..... ยอมรับคำตอบที่พิเศษแล้วเป็น 27

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน (ภาพรวม)	คะแนน
- ตอบได้ถูกต้อง	3
- ตอบคำตอบอื่น ๆ หรือไม่ตอบ	0

คำถามที่ 2:

มูลค่ารวมการส่งออกน้ำผลไม้จากประเทศเซนต์แลนดในปี 2000 เป็นเท่าไร

1. 1.8 ล้านเซต
2. 2.3 ล้านเซต
3. 2.4 ล้านเซต
4. 3.4 ล้านเซต
5. 3.8 ล้านเซต

ตอบ ข้อ 5. 3.8 ล้านเซต

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน (ภาพรวม)	คะแนน
- ตอบได้ถูกต้อง	3
- ตอบคำตอบอื่น ๆ หรือไม่ตอบ	0

10. วัตถุประสงค์
- 10.1 นักเรียนเข้าใจสถานการณ์ที่กำหนดให้ และคำนวณเวลาได้ตรงกับที่
โจทย์กำหนดให้ได้
- 10.2 นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องอัตราส่วน และนำไปใช้แก้สถานการณ์
ปัญหาที่กำหนดให้ได้

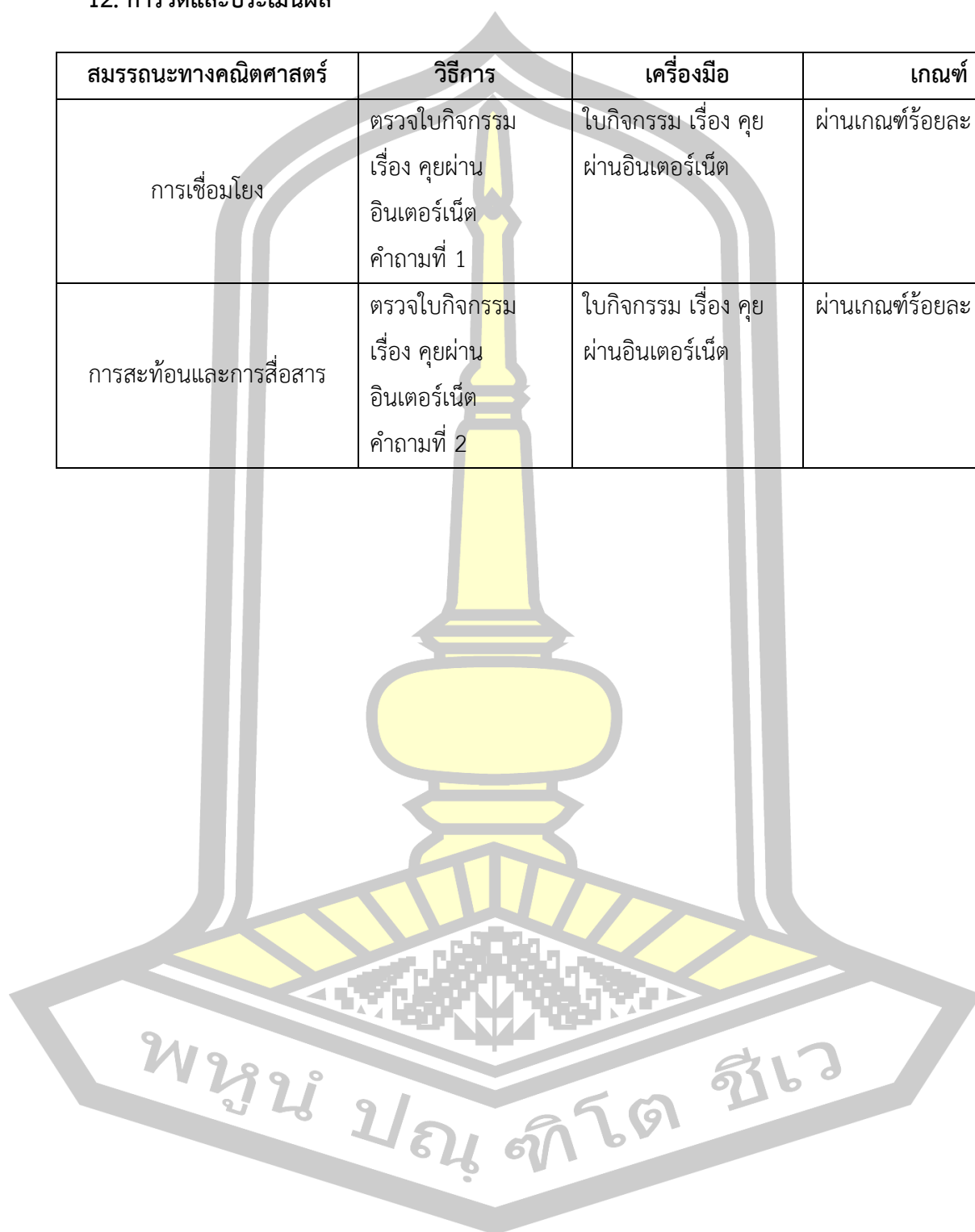
11. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตอน	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อที่ใช้ในการจัดกิจกรรม	เวลาที่ใช้
1. การสร้างความสนใจ	1. เปิดสื่อวิดีโอ ชื่อ พัฒนาการของการ สื่อสาร และวิดีโอ ชื่อ โลกเราแบ่ง เวลาอย่างไร? รู้หรือไม่ 2. ถามนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้ เรียนรู้จากวิดีโอ - ประเทศไทยมีเวลาเร็วหรือช้ากว่า เวลาสากลที่เมืองกรีนิช เท่าใด? - แล้วถ้าเทียบกับเวลาในตอนนี้อง ประเทศไทย แล้วที่เมืองกรีนิชจะเป็น เวลาเท่าใด?	- วิดีโอ ชื่อ พัฒนาการของ การสื่อสาร - วิดีโอ ชื่อ โลกเราแบ่ง เวลาอย่างไร? รู้หรือไม่	10 นาที
2. การสำรวจและค้นหา	3. ทบทวนความรู้เดิมที่นักเรียนจะต้อง ได้ใช้ในการทำกิจกรรม - อัตราส่วน - เวลา 4. แจกใบความรู้ เรื่อง เวลาที่ไทยต่าง จากประเทศอื่นกี่ชั่วโมงนะ ให้นักเรียน ศึกษาเพิ่มเติม 5. นำเสนอสถานการณ์ปัญหาให้ นักเรียนร่วมกันอภิปราย - ขณะนี้เวลาที่ประเทศญี่ปุ่นเป็นเวลา 20.00 น. อยากทราบว่าเวลาที่ ประเทศไทยเป็นเท่าใด	- ใบกิจกรรม เรื่อง คุยผ่าน อินเทอร์เน็ต - ใบความรู้ เรื่อง เวลาที่ ไทยต่างจากประเทศอื่นกี่ ชั่วโมงนะ	10 นาที

ขั้นตอน	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อที่ใช้ในการจัดกิจกรรม	เวลาที่ใช้
	- ตอนนี้เวลาที่ประเทศไทยเวลา 19.00 น. ถ้ามะลิจะนอนเวลา 21.00 น. แต่มะลียากคุยกับเพื่อน ชาวต่างชาติก่อน มะลิจะสามารถคุยกับเพื่อนประเทศใดได้บ้าง? จงอธิบาย		
3. การอธิบายและลง ข้อสรุป	6. ให้นักเรียนทำใบกิจกรรม เรื่อง คุยผ่านอินเทอร์เน็ตในคำถามที่ 1 7. สุ่มนักเรียนออกมาอธิบายการหาคำตอบของใบกิจกรรม เรื่อง คุยผ่านอินเทอร์เน็ตในคำถามที่ 1	- PowerPoint ชื่อ คุยผ่านอินเทอร์เน็ต - ใบกิจกรรม เรื่อง คุยผ่านอินเทอร์เน็ต - ภาพประกอบ สถานการณ์ปัญหา 	15 นาที
4. การขยายความรู้	8. ให้นักเรียนทำใบกิจกรรม เรื่อง คุยผ่านอินเทอร์เน็ตในคำถามที่ 2 9. ร่วมกันอภิปรายถึงแนวคิดในการหาคำตอบของใบกิจกรรม เรื่อง คุยผ่านอินเทอร์เน็ตในคำถามที่ 2	- PowerPoint ชื่อ คุยผ่านอินเทอร์เน็ต - ใบกิจกรรม เรื่อง คุยผ่านอินเทอร์เน็ต - ภาพประกอบ สถานการณ์ปัญหา 	15 นาที
5. การประเมินผล	10. ให้นักเรียนเขียนแผนผังความคิดองค์ความรู้ที่ได้จากการเรียนลงในกระดาษ A4	- กระดาษ A4	10 นาที

12. การวัดและประเมินผล

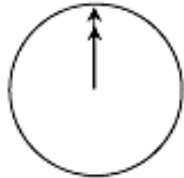
สมรรถนะทางคณิตศาสตร์	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
การเชื่อมโยง	ตรวจใบกิจกรรม เรื่อง คุยผ่าน อินเทอร์เน็ต คำถามที่ 1	ใบกิจกรรม เรื่อง คุย ผ่านอินเทอร์เน็ต	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป
การสะท้อนและการสื่อสาร	ตรวจใบกิจกรรม เรื่อง คุยผ่าน อินเทอร์เน็ต คำถามที่ 2	ใบกิจกรรม เรื่อง คุย ผ่านอินเทอร์เน็ต	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป



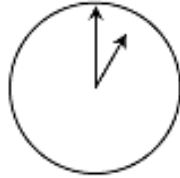
ใบกิจกรรม เรื่อง คุยผ่านอินเทอร์เน็ต



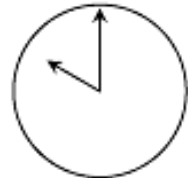
มาร์ค (อยู่ที่เมืองซิดนีย์ ประเทศออสเตรเลีย) และ ฮานส์ (อยู่ที่กรุงเบอร์ลิน ประเทศเยอรมัน) ติดต่อกันโดยใช้ “คุย” (chat) ทางอินเทอร์เน็ต เขาต้องใช้อินเทอร์เน็ตในเวลาเดียวกันจึงสามารถ “คุย” กันได้ มาร์ค ดูแผนภาพเวลาของโลก เพื่อหาเวลาที่เหมาะสมในการ “คุย” กันทางอินเทอร์เน็ต และพบว่า



กรีนิช เวลาเที่ยงคืน



เบอร์ลิน เวลาตี 1



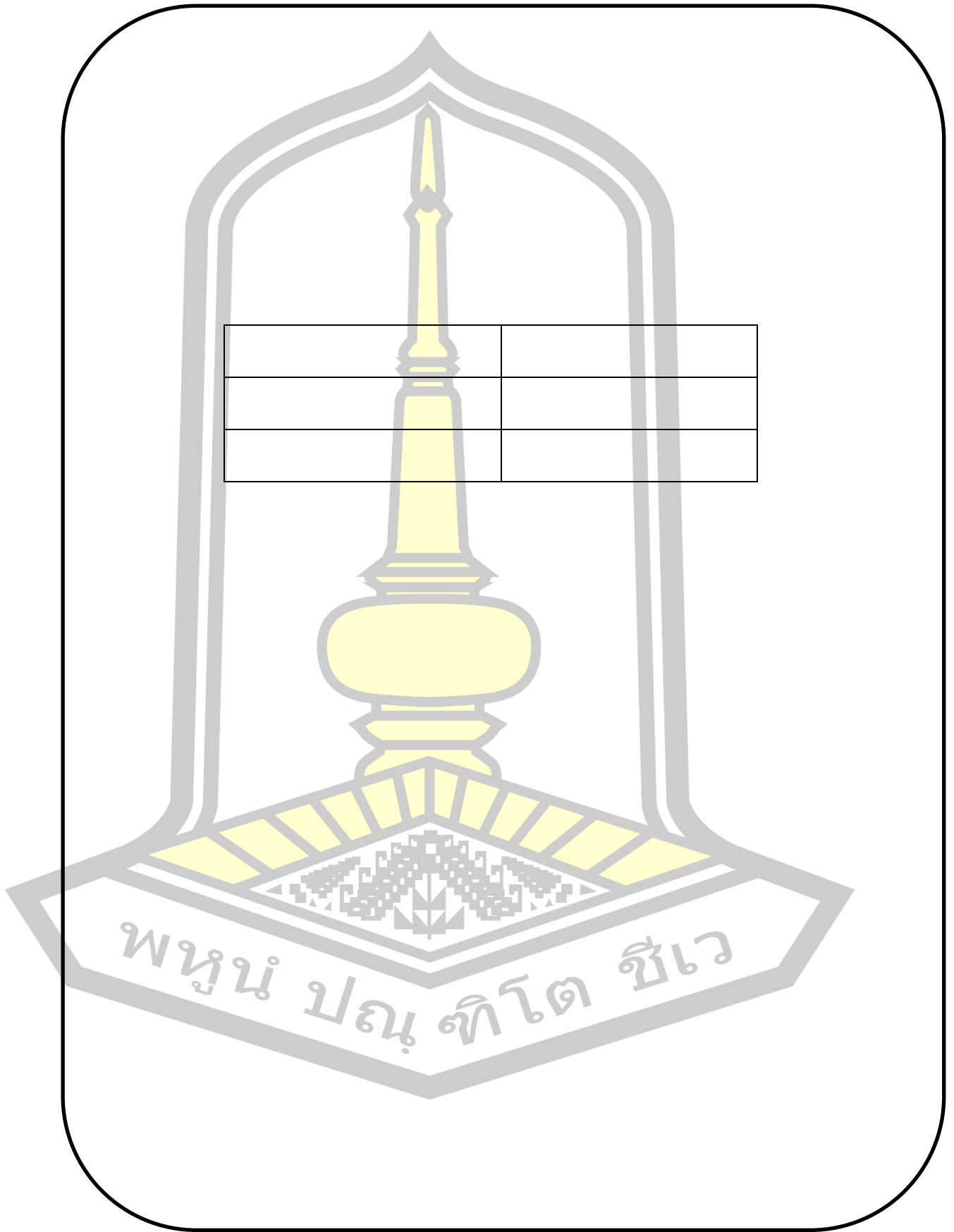
ซิดนีย์ เวลา 10 โมง

คำถามที่ 1 :

เวลา 1 ทุ่ม ที่ซิดนีย์ ตรงกับเวลาอะไรที่เบอร์ลิน

ตอบ :

พจนานุกรมศัพท์โต ชิว



เฉลย**ใบกิจกรรม เรื่อง คุยผ่านอินเทอร์เน็ต****คำถามที่ 1 :**

เวลา 1 ทุ่ม ที่ซิดนีย์ ตรงกับเวลาอะไรที่เบอร์ลิน

ตอบ 10 โมงเช้า หรือ 10 นาฬิกา

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน (ภาพรวม)	คะแนน
- ตอบได้ถูกต้อง	3
- ตอบคำตอบอื่น ๆ หรือไม่ตอบ	0

คำถามที่ 2 :

มาร์ค และฮานส์ ไม่สามารถคุยกันระหว่าง 9 โมงเช้า ถึงบ่าย 4 โมงครึ่ง ในเวลาท้องถิ่นของแต่ละคน เนื่องจากพวกเขาต้องไปโรงเรียน เช่นเดียวกันกับในช่วง 5 ทุ่ม ถึง 7 โมงเช้า ในเวลาท้องถิ่นของเขาก็คุยไม่ได้เช่นเดียวกัน เพราะกำลังหลับอยู่

จงเขียนเวลาท้องถิ่นลงในตารางที่มาร์คและฮานส์ “คุย” กันได้

สถานที่	เวลา
ซิดนีย์	
เบอร์ลิน	

ตอบ เวลา หรือช่วงเวลาใดก็ได้ที่แตกต่างกัน 9 ชั่วโมง และเลือกจากช่วงเวลาเหล่านี้

ซิดนีย์ 16.30 น. – 18.00 น. เบอร์ลิน 07.30 น. – 09.00 น.

หรือ ซิดนีย์ 07.00 น. – 08.00 น. เบอร์ลิน 22.00 น. – 23.00 น.

● ซิดนีย์ 17.00 น. เบอร์ลิน 08.00 น.

หมายเหตุ : ถ้าตอบเป็นช่วงเวลา ช่วงเวลานั้นต้องเป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ ถ้าไม่กำหนดว่าเป็นเวลาเช้าหรือบ่ายก็ถือว่าเวลาที่ให้ถูกต้อง ถ้าตอบช่วงเวลาได้ถูกต้อง ถึงแม้จะให้คะแนนเต็ม

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน (ภาพรวม)	คะแนน
- ตอบได้ถูกต้อง	3
- ตอบคำตอบอื่น ๆ หรือไม่ตอบ	0

แผนการจัดกิจกรรมที่ 7

1. ชื่อกิจกรรม ตัวต่อ (ลูกบาศก์)
2. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด - มาตรฐาน ค 2.2 ม.1/2, ม.2/1
3. สาระการเรียนรู้แกนกลาง - มิติสัมพันธ์ของรูปเรขาคณิต
- การสร้างทางเรขาคณิต
4. เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ ปริภูมิและรูปทรงสามมิติ
5. บริบท ส่วนตัว
6. กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ใช้หลักการทางคณิตศาสตร์และการคิดในเชิงคณิตศาสตร์
7. สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ - การทำใหม่
- การเชื่อมโยง
- การสะท้อนและการสื่อสาร

8. สื่อที่ใช้
 - 8.1 วีดีโอ ชื่อ รูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ ตอนที่ 1
(youtu.be/RLyMTuRpk4I)



- 8.2 PowerPoint ชื่อ ตัวต่อ (ลูกบาศก์)

- 8.3 ใบกิจกรรม เรื่อง สร้างได้หรือไม่

- 8.4 ภาพประกอบสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรม เรื่อง สร้างได้หรือไม่
(ช่วงที่ 1)

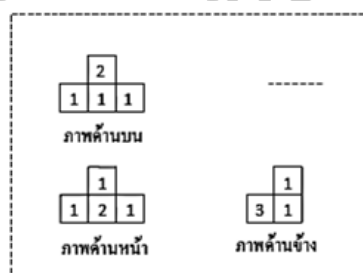


รูปที่ 1



รูปที่ 2

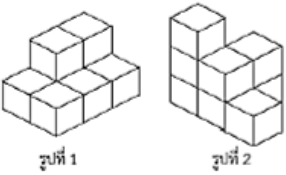
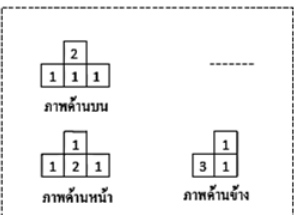
- 8.5 ภาพประกอบสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรม เรื่อง สร้างได้หรือไม่
(ช่วงที่ 2)



- 8.6 ใบกิจกรรม เรื่อง ตัวต่อ (ลูกบาศก์)

9. เวลาที่ใช้ 2 ชั่วโมง
10. วัตถุประสงค์
- 10.1 นักเรียนบอกจำนวนของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ จากแบบรูปที่กำหนดให้ได้
- 10.2 นักเรียนสามารถสร้างรูปเรขาคณิตสองมิติที่ได้จากการมองด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบน ของรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้ได้
- 10.3 นักเรียนสามารถสร้างรูปเรขาคณิตสามมิติจากรูปเรขาคณิตสองมิติที่ได้จากการมอง ด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบนของรูปเรขาคณิตสองมิติที่กำหนดให้ได้

11. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

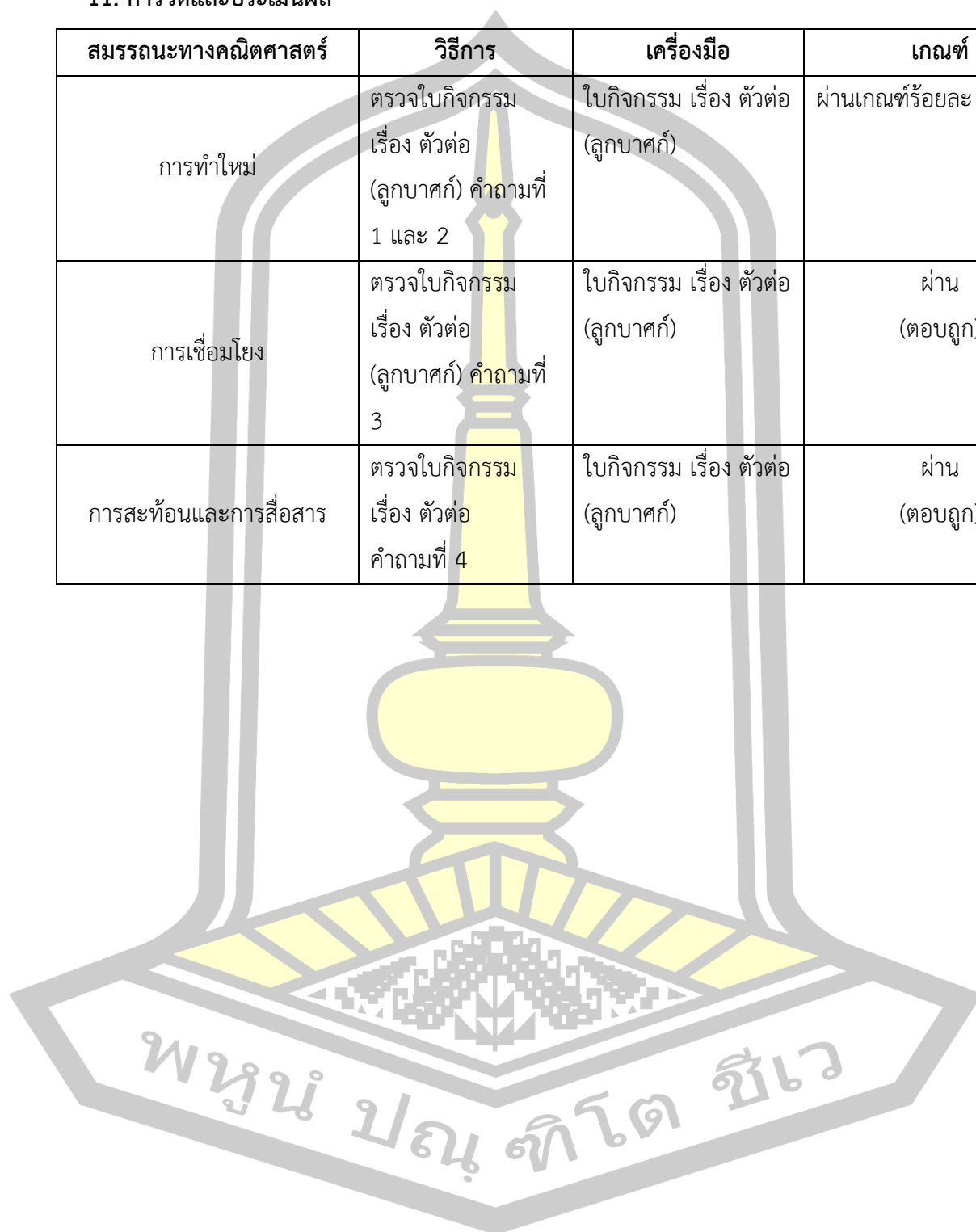
ขั้นตอน	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อที่ใช้ในการจัดกิจกรรม	เวลาที่ใช้
ชั่วโมงที่ 1			
1. การสร้างความสนใจ	1. นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3-5 คน ตามความเหมาะสม 2. เปิดสื่อวิดีโอ ชื่อ รูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ ตอนที่ 1 3. นำเสนอสถานการณ์ปัญหา(ช่วงที่ 1) 1) ให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย - จงบอกจำนวนลูกบาศก์ที่ได้จากการมองด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบน จากแบบรูปที่กำหนดให้	- วิดีโอ ชื่อ รูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ ตอนที่ 1 - ภาพประกอบสถานการณ์ปัญหา (ช่วงที่ 1)  รูปที่ 1 รูปที่ 2	15 นาที
2. การสำรวจและค้นหา	4. แจกใบกิจกรรมเรื่อง สร้างได้หรือไม่ จากกิจกรรมที่ 1 นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างรูปเรขาคณิตสองมิติที่ได้จากการมองด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบน ของรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้ 5. นำเสนอสถานการณ์ปัญหา(ช่วงที่ 2) และให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม สร้างรูปเรขาคณิตสามมิติจากรูปเรขาคณิตสอง	- ใบกิจกรรม เรื่อง สร้างได้หรือไม่ - ภาพประกอบสถานการณ์ปัญหา (ช่วงที่ 2)  ภาพด้านบน ภาพด้านหน้า ภาพด้านข้าง	30 นาที

ขั้นตอน	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อที่ใช้ในการจัดกิจกรรม	เวลาที่ใช้
	มิติที่ได้จากการมองด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบน ของรูปเรขาคณิตสองมิติที่กำหนดให้		
3. การอธิบายและลง ข้อสรุป	6. นักเรียนแต่ละกลุ่ม อธิบายการสร้างรูปเรขาคณิตสามมิติจากรูปเรขาคณิตสองมิติที่ได้จากการมองด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบน ของรูปเรขาคณิตสองมิติที่กำหนดให้	- ใบกิจกรรม เรื่อง สร้างได้หรือไม่	15 นาที
ชั่วโมงที่ 2			
4. การขยายความรู้	7. ทบทวนกิจกรรมจากคาบที่แล้ว 8. แจกใบกิจกรรม เรื่อง ตัวต่อ (ลูกบาศก์) และให้นักเรียนทำใบกิจกรรม 9. สุ่มนักเรียนนำเสนอแนวคิดและร่วมกันอภิปรายถึงแนวคิดในการหาคำตอบของใบกิจกรรม เรื่อง ตัวต่อ (ลูกบาศก์)	- ใบกิจกรรม เรื่อง ตัวต่อ (ลูกบาศก์)	10 นาที 25 นาที 15 นาที
5. การประเมินผล	10. ให้นักเรียนเขียนแผนผังความคิดองค์ความรู้ที่ได้จากการเรียนลงในกระดาษ A4	- กระดาษ A4	10 นาที



11. การวัดและประเมินผล

สมรรถนะทางคณิตศาสตร์	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
การทำใหม่	ตรวจใบกิจกรรม เรื่อง ตัวต่อ (ลูกบาศก์) คำถามที่ 1 และ 2	ใบกิจกรรม เรื่อง ตัวต่อ (ลูกบาศก์)	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป
การเชื่อมโยง	ตรวจใบกิจกรรม เรื่อง ตัวต่อ (ลูกบาศก์) คำถามที่ 3	ใบกิจกรรม เรื่อง ตัวต่อ (ลูกบาศก์)	ผ่าน (ตอบถูก)
การสะท้อนและการสื่อสาร	ตรวจใบกิจกรรม เรื่อง ตัวต่อ คำถามที่ 4	ใบกิจกรรม เรื่อง ตัวต่อ (ลูกบาศก์)	ผ่าน (ตอบถูก)



ใบกิจกรรม เรื่อง ตัวต่อ (ลูกบาศก์)

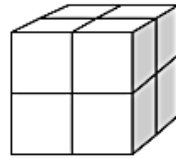
พจมานชอบเล่นตัวต่อจากลูกบาศก์เล็กๆ ดังรูป



ลูกบาศก์เล็ก

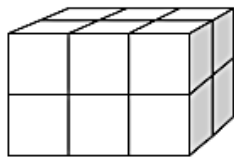
พจมานมีลูกบาศก์เล็กๆ อย่างนี้มากมาย เธอใช้กาต่อลูกบาศก์เล็กๆ เข้าด้วยกันเป็นทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากแบบต่างๆ

ครั้งแรกพจมานต่อลูกบาศก์เล็กๆ แปดอัน เข้าด้วยกัน ได้ดังรูป ก

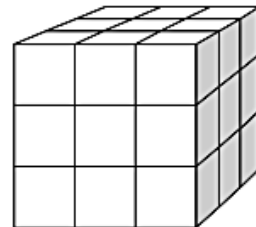


รูป ก

จากนั้นพจมานต่อลูกบาศก์เล็กๆ เข้าด้วยกันเป็นทรงสี่เหลี่ยมตัน ดังรูป ข และ รูป ค



รูป ข



รูป ค

คำถามที่ 1:

รูป ข พจมานต้องใช้ลูกบาศก์เล็กๆ ทั้งหมดกี่อัน

ตอบ :

.....

.....

.....

คำถามที่ 2 :

พจนานุกรมใช้ลูกบาศก์เล็กๆ ทั้งหมดกี่อัน เพื่อต่อเป็นทรงสี่เหลี่ยมตัน รูป ค

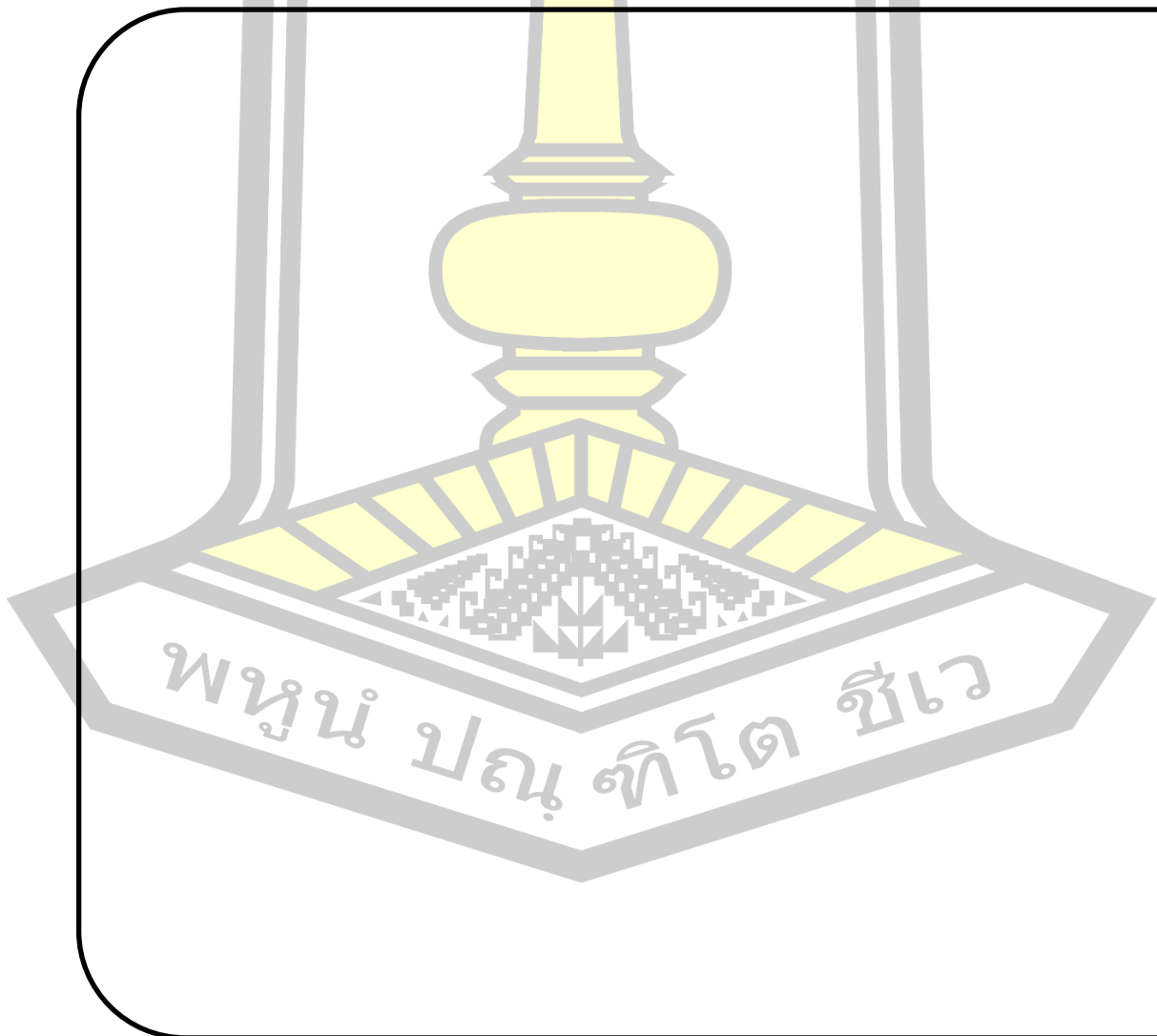
ตอบ :อัน

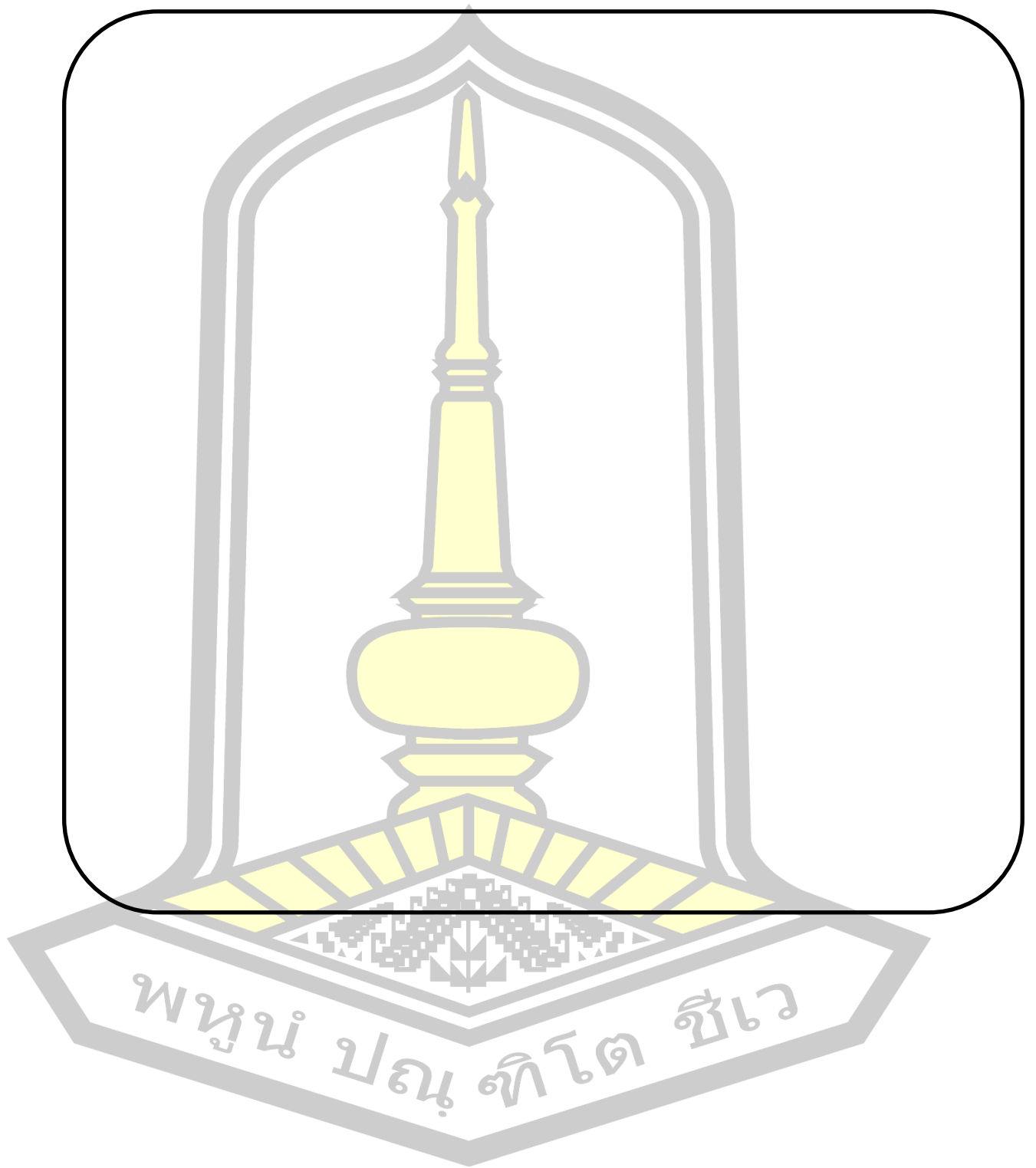
.....

.....

.....

.....





เฉลย**ใบกิจกรรม เรื่อง ตัวต่อ (ลูกบาศก์)****คำถามที่ 1 :**

รูป ข พจมานต้องใช้ลูกบาศก์เล็กๆ ทั้งหมดกี่อัน

ตอบ 12 อัน

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน (ภาพรวม)	คะแนน
- ตอบได้ถูกต้อง	3
- ตอบคำตอบอื่น ๆ หรือไม่ตอบ	0

คำถามที่ 2 :

พจมานใช้ลูกบาศก์เล็กๆ ทั้งหมดกี่อัน เพื่อต่อเป็นทรงสี่เหลี่ยมตัน รูป ค

ตอบ 27 อัน

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน (ภาพรวม)	คะแนน
- ตอบได้ถูกต้อง	3
- ตอบคำตอบอื่น ๆ หรือไม่ตอบ	0

คำถามที่ 3 :

พจมานคิดได้ว่า ตาม รูป ค นั้น เธอใช้ลูกบาศก์เล็กๆ ไปมากเกินความจำเป็น แทนที่จะต่อเป็นทรงตันเธอปล่อยให้ข้างในกลวง

พจมานจะต้องใช้ลูกบาศก์เล็กๆ อย่างน้อยที่สุดกี่อัน เพื่อต่อเป็นทรงสี่เหลี่ยมตาม รูป ค แต่ข้างในกลวง

ตอบ 26 อัน

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน (ภาพรวม)	คะแนน
- ตอบได้ถูกต้อง	3
- ตอบคำตอบอื่น ๆ หรือไม่ตอบ	0

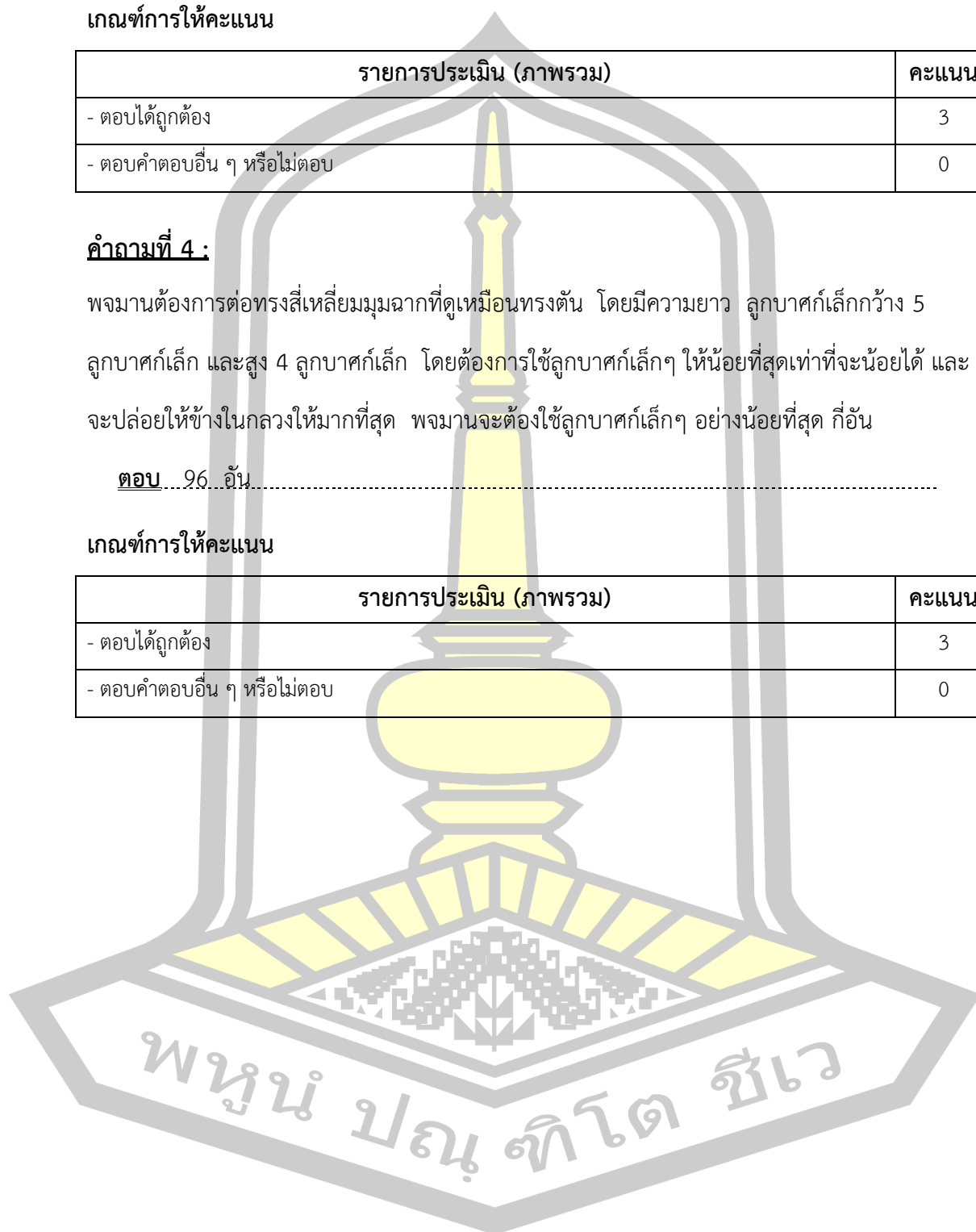
คำถามที่ 4 :

พจมานต้องการต่อทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากที่ดูเหมือนทรงตัน โดยมีความยาว ลูกบาศก์เล็กกว้าง 5 ลูกบาศก์เล็ก และสูง 4 ลูกบาศก์เล็ก โดยต้องการใช้ลูกบาศก์เล็กๆ ให้น้อยที่สุดเท่าที่จะน้อยได้ และจะปล่อยให้ข้างในกลวงให้มากที่สุด พจมานจะต้องใช้ลูกบาศก์เล็กๆ อย่างน้อยที่สุด กี่อัน

ตอบ 96 อัน

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน (ภาพรวม)	คะแนน
- ตอบได้ถูกต้อง	3
- ตอบคำตอบอื่น ๆ หรือไม่ตอบ	0



แผนการจัดกิจกรรมที่ 8

1. ชื่อกิจกรรม การลดระดับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂)
2. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด
 - มาตรฐาน ค 1.1 ม.1/3
 - มาตรฐาน ค 3.1 ม.1/1
3. สาระการเรียนรู้แกนกลาง
 - ร้อยละ
 - สถิติ (การนำเสนอข้อมูล-แผนภูมิแท่ง)
4. เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ ปริมาณ
5. บริบท วิทยาศาสตร์
6. กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ใช้หลักการทางคณิตศาสตร์และการคิดในเชิงคณิตศาสตร์
7. สมรรถนะทางคณิตศาสตร์
 - การเชื่อมโยง
 - การสะท้อนและการสื่อสาร

8. สื่อที่ใช้
 - 8.1 วิดีโอ ชื่อ สารคดี กับ TGO ตอนที่ 2 ภาวะโลกร้อนเกิดขึ้นได้อย่างไร
(youtu.be/s9T17_sBLDc)

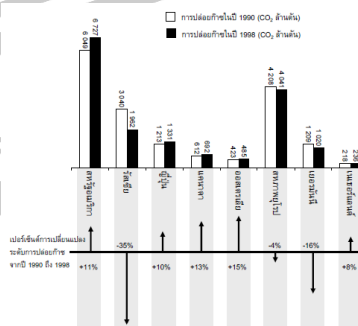


- 8.2 วิดีโอ ชื่อ ลดการปล่อยก๊าซคาร์บอน ลดตายก่อนวัยได้ 295,000 ราย
(youtu.be/WB_Z1APqLx4)



- 8.3 PowerPoint ชื่อ การลดระดับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂)

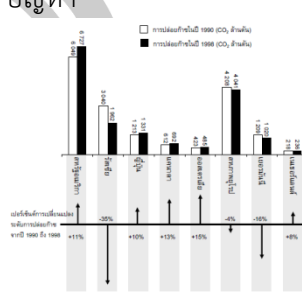
- 8.4 ภาพประกอบสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรม เรื่อง การลดระดับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂)



- 8.5 ใบกิจกรรม เรื่อง การลดระดับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂)

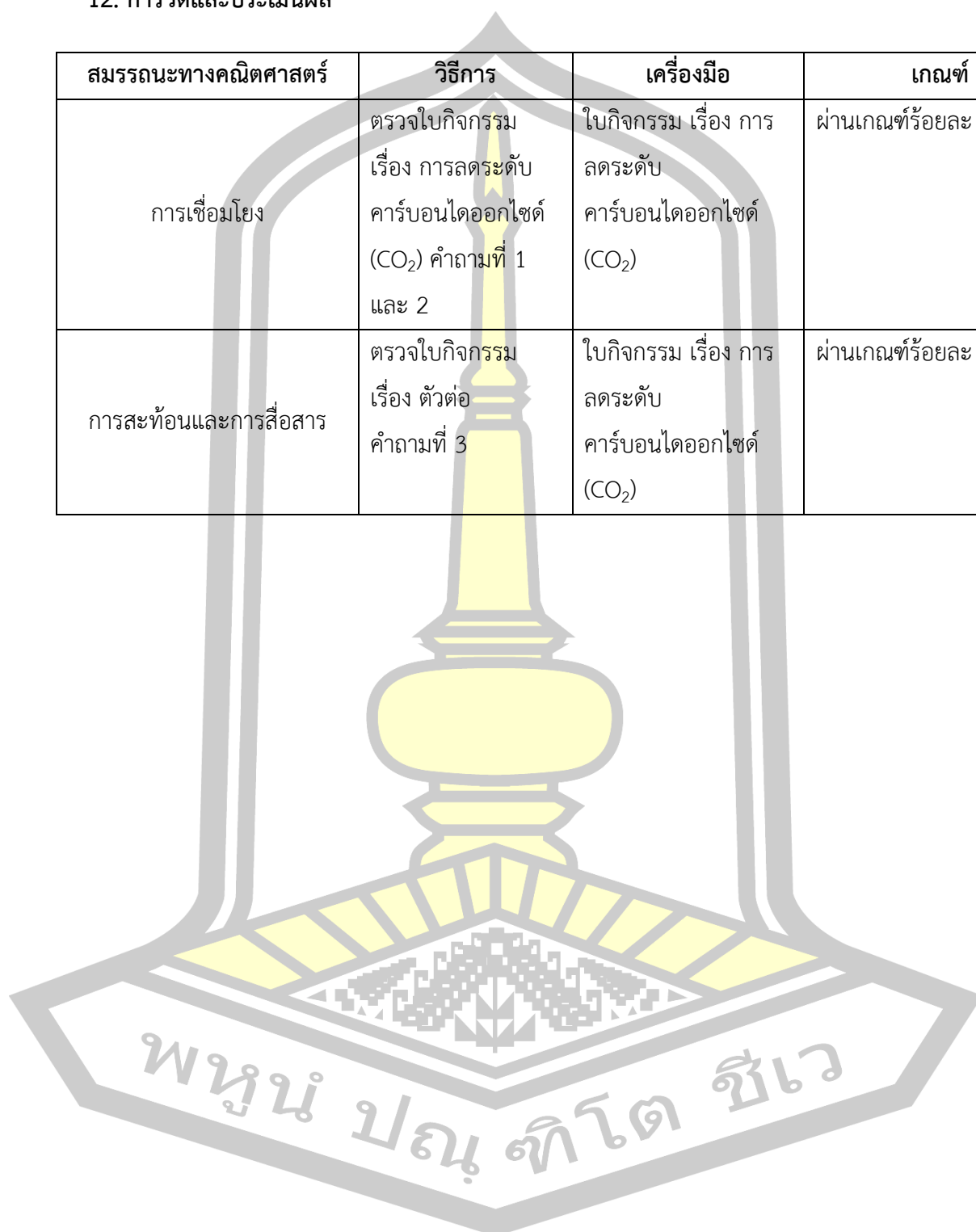
9. เวลาที่ใช้ 1 ชั่วโมง
10. วัตถุประสงค์ 10.1 นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับร้อยละไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดได้
10.2 นักเรียนเข้าใจและแปลความหมายข้อมูลจากแผนภูมิแท่งและนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่กำหนดได้
11. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตอน	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อที่ใช้ในการจัดกิจกรรม	เวลาที่ใช้
1. การสร้างความสนใจ	<p>1. นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3-5 คน ตามความเหมาะสม</p> <p>2. เปิดสื่อวิดีโอ ชื่อ สารระดีๆ กับ TGO ตอนที่ 2 ภาวะโลกร้อนเกิดขึ้นได้อย่างไร</p> <p>3. ถาถามนักเรียนถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้จากวิดีโอข้างต้น</p> <ul style="list-style-type: none"> - ภาวะโลกร้อนเกิดจากอะไรได้บ้าง? - ในปัจจุบันนักเรียนคิดว่ามีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากหรือน้อย? <p>4. เปิดสื่อวิดีโอ ชื่อ ลดการปล่อยก๊าซคาร์บอน ลดตายก่อนวัยได้ 295,000 ราย</p> <p>5. ถาถามนักเรียนถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้จากวิดีโอข้างต้น</p> <ul style="list-style-type: none"> - มีวิธีการใดบ้างที่จะสามารถลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้? - หากลดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ได้จะเกิดอะไรขึ้นบ้าง ดีหรือไม่ดีอย่างไร? 	<p>- วิดีโอ ชื่อ สารระดีๆ กับ TGO ตอนที่ 2 ภาวะโลกร้อนเกิดขึ้นได้อย่างไร</p> <p>- วิดีโอ ชื่อ ลดการปล่อยก๊าซคาร์บอน ลดตายก่อนวัยได้ 295,000 ราย</p>	10 นาที

ขั้นตอน	กิจกรรมการเรียนรู้	สื่อที่ใช้ในการจัดกิจกรรม	เวลาที่ใช้
2. การสำรวจและค้นหา	6. แจกใบความรู้ เรื่อง การนำเสนอข้อมูล 7. นำเสนอสถานการณ์ปัญหาและถามนักเรียนเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหานี้ - นักเรียนคิดว่าเป็นแผนภูมิชนิดใด? - นักเรียนเคยพบเจอแผนภูมิแบบนี้หรือไม่ แล้วพบเจอจากที่ไหน อย่างไร?	- ใบความรู้ เรื่อง การนำเสนอข้อมูล - ภาพประกอบสถานการณ์ปัญหา 	10 นาที
3. การอธิบายและลงข้อสรุป	8. แจกใบกิจกรรมเรื่อง การลดระดับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแก้ปัญหาและอธิบายการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ในคำถามที่ 1 และ 2 และสุ่มนักเรียนออกมานำเสนอวิธีการแก้ปัญหาในคำถามที่ 1 และ 2 แล้วร่วมกันอภิปรายถึงแนวคิดการแก้ปัญหานั้น	- ใบกิจกรรม เรื่อง การลดระดับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂)	20 นาที
4. การขยายความรู้	9. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแก้ปัญหาและอธิบายการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ในคำถามที่ 3 10. สุ่มนักเรียนนำเสนอแนวคิดและร่วมกันอภิปรายถึงแนวคิดในการหาคำตอบของใบกิจกรรม เรื่อง การลดระดับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂) ในคำถามที่ 3	- ใบกิจกรรม เรื่อง การลดระดับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂)	10 นาที
5. การประเมินผล	11. ให้นักเรียนเขียนแผนผังความคิดองค์ความรู้ที่ได้จากการเรียนลงในกระดาษ A4	- กระดาษ A4	10 นาที

12. การวัดและประเมินผล

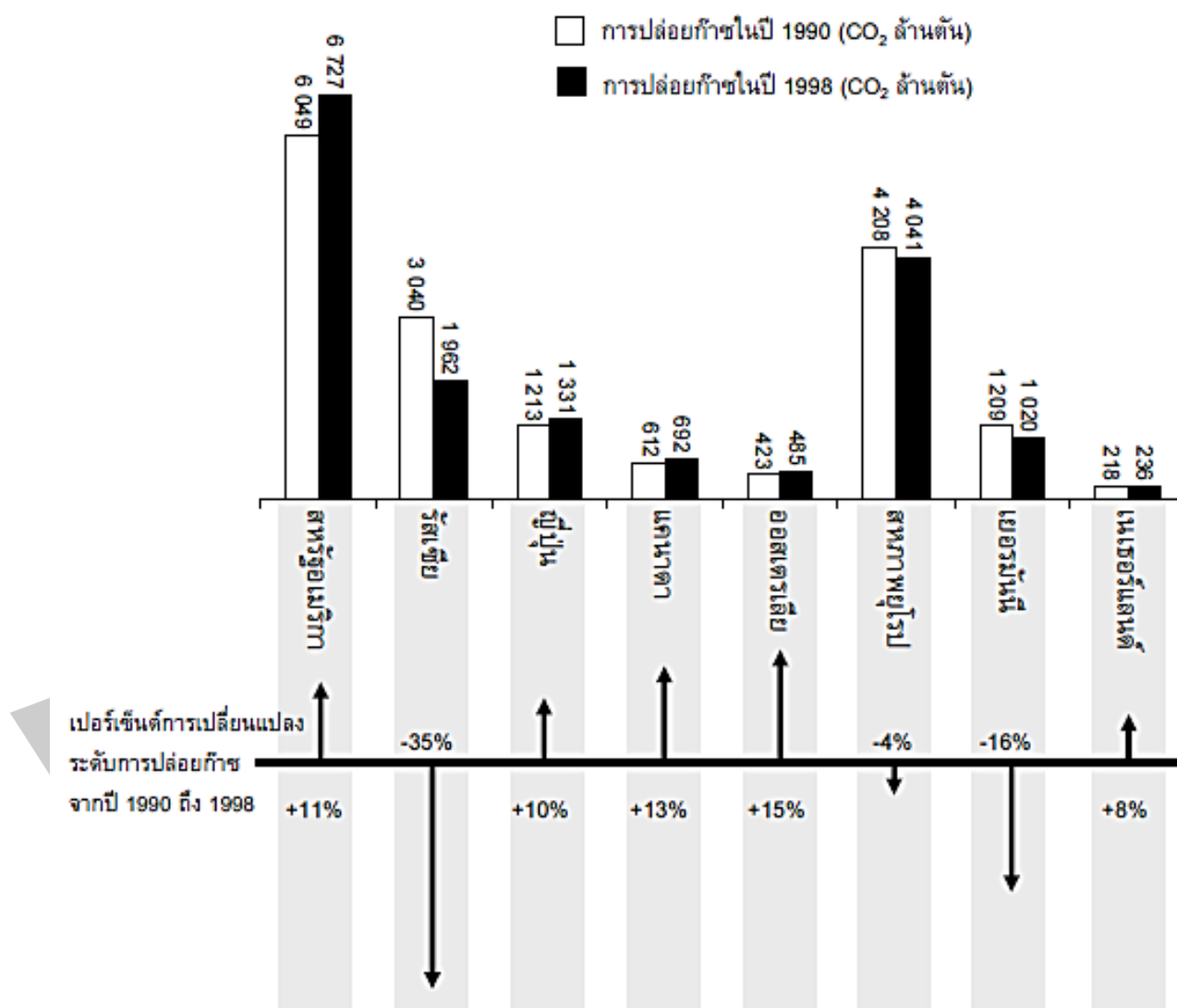
สมรรถนะทางคณิตศาสตร์	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
การเชื่อมโยง	ตรวจใบกิจกรรม เรื่อง การลดระดับ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂) คำถามที่ 1 และ 2	ใบกิจกรรม เรื่อง การลดระดับ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂)	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป
การสะท้อนและการสื่อสาร	ตรวจใบกิจกรรม เรื่อง ตัวต่อ คำถามที่ 3	ใบกิจกรรม เรื่อง การลดระดับ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂)	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป



ใบกิจกรรม เรื่อง การลดระดับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂)

นักวิทยาศาสตร์หลายคน กล่าวว่า การเพิ่มของก๊าซ CO₂ ในชั้นบรรยากาศของเรา ทำให้ ภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง

แผนผังด้านล่างแสดงระดับการปล่อยก๊าซ CO₂ ในปี 1990 (แท่งไม่มีสี) ในประเทศ (หรือ ภูมิภาค) ต่างๆ ระดับการปล่อยก๊าซ CO₂ ในปี 1998 (แท่งทึบ) และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง ระดับการปล่อยก๊าซ ระหว่างปี 1990 และ 1998 (แสดงด้วยลูกศร และตัวเลขเป็น %)



คำถามที่ 1:

ในแผนผังอ่านได้ว่า การเพิ่มระดับการปล่อยก๊าซ CO₂ ในสหรัฐอเมริกา จากปี 1990 ถึง 1998 เป็น 11%

จงแสดงการคำนวณว่าได้ 11% มาอย่างไร

.....

.....

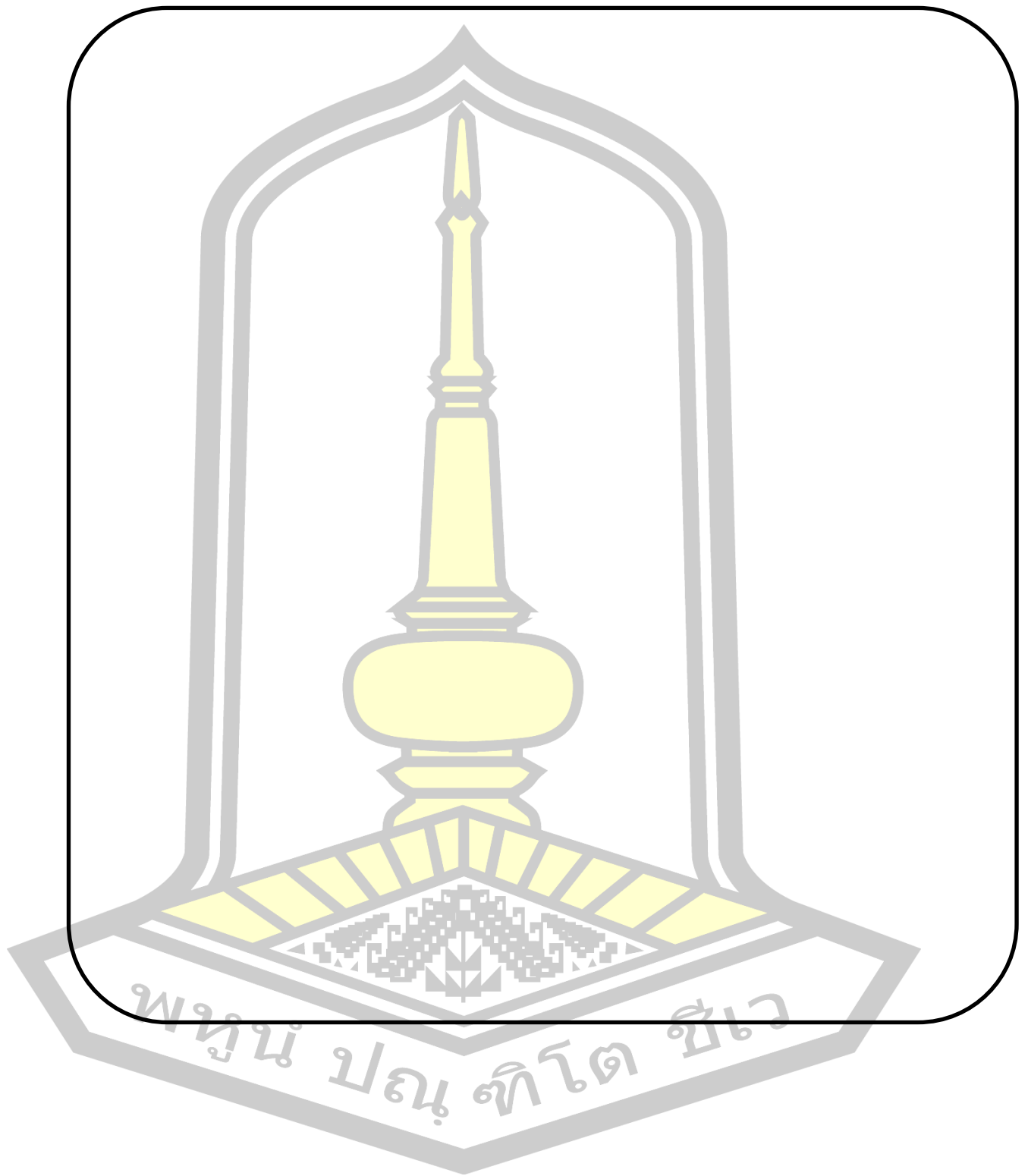
.....

.....

.....

.....

พูน ปณ ทิโต ชีเว



เฉลย**ใบกิจกรรม เรื่อง การลดระดับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂)****คำถามที่ 1 :**

ในแผนผังอ่านได้ว่า การเพิ่มระดับการปล่อยก๊าซ CO₂ ในสหรัฐอเมริกา จากปี 1990 ถึง 1998 เป็น 11% จงแสดงการคำนวณว่าได้ 11% มาอย่างไร

ตอบ ... การลบถูกต้อง และคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ถูกต้อง

$$\bullet \quad 6.727 - 6.049 = 678 \quad \frac{678}{6,049} \times 100\% \approx 11\%$$

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน (ภาพรวม)	คะแนน
- แสดงวิธีการหาคำตอบได้ถูกต้อง คำนวณค่าได้ถูกต้อง และสรุปคำตอบได้ถูกต้อง	3
- แสดงวิธีการหาคำตอบได้ถูกต้อง คำนวณค่าได้ถูกต้อง แต่สรุปคำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่ได้สรุปคำตอบ	2
- แสดงวิธีการหาคำตอบได้ถูกต้อง แต่มีข้อผิดพลาดในการคำนวณค่าบางส่วน แล้วนำมาสรุปเป็นคำตอบได้	1
- มีข้อผิดพลาดในการแสดงวิธีการหาคำตอบบางส่วน	0
- แสดงวิธีการหาคำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงวิธีการหาคำตอบ หรือไม่ตอบ	0

คำถามที่ 2 :

มานีวิเคราะห์แผนผังและอ้างว่า เธอพบความผิดพลาดของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงระดับการปล่อยก๊าซ “ค่าเปอร์เซ็นต์ลดลงในเยอรมัน (16%) มากกว่าเปอร์เซ็นต์ที่ลดลงในสหภาพยุโรปทั้งหมด (ทั้งหมด 4%)” ซึ่งเป็นไปไม่ได้ เพราะเยอรมนีเป็นส่วนหนึ่งของสหภาพยุโรป นักเรียนเห็นด้วยกับมานีหรือไม่ว่าเป็นไปไม่ได้ พร้อมอธิบายสนับสนุนคำตอบด้วย

ตอบ ... ไม่เห็นด้วย ... พร้อมข้อโต้แย้งที่ถูกต้อง

.....
 • ไม่เห็นด้วย ประเทศอื่นๆ ในสหภาพยุโรปอาจจะมีระดับเพิ่มขึ้น เช่น ในเนเธอร์แลนด์ ทำให้ผลรวมการลดลงในสหภาพยุโรปน้อยกว่าการลดลงในเยอรมัน

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน (ภาพรวม)	คะแนน
- ตอบได้ถูกต้อง	3
- ตอบคำตอบอื่น ๆ หรือไม่ตอบ	0

คำถามที่ 3 :

มานีและนพ อภิปรายกันว่าประเทศใด (ภูมิภาคใด) มีการปล่อยก๊าซ CO₂ เพิ่มขึ้นมากที่สุด แต่
ละคนลงข้อสรุปจากแผนผัง แต่ได้ข้อสรุปต่างกัน

จงให้คำตอบที่น่าจะ “ถูกต้อง” สองคำตอบ และอธิบายว่าแต่ละคำตอบนั้นได้มาอย่างไร

ตอบ คำตอบบอกทั้งแนวคิดเชิงคณิตศาสตร์ (ปริมาณจริงที่เพิ่มขึ้นมากที่สุด และปริมาณ
เปรียบเทียบที่เพิ่มขึ้นมากที่สุด) และบอกชื่อสหรัฐอเมริกาและออสเตรเลีย

.....
● อเมริกามีการเพิ่มขึ้นมากที่สุดเมื่อคิดเป็นล้านตัน และออสเตรเลียมีปริมาณเพิ่มขึ้นมาก
ที่สุดเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการประเมิน (ภาพรวม)	คะแนน
- แสดงวิธีการหาคำตอบได้ถูกต้อง คำนวณค่าได้ถูกต้อง และสรุปคำตอบได้ถูกต้อง	3
- แสดงวิธีการหาคำตอบได้ถูกต้อง คำนวณค่าได้ถูกต้อง แต่สรุปคำตอบไม่ถูกต้อง หรือ ไม่ได้สรุปคำตอบ	2
- แสดงวิธีการหาคำตอบได้ถูกต้อง แต่มีข้อผิดพลาดในการคำนวณค่าบางส่วน แล้วนำมาสรุปเป็นคำตอบได้	1
- มีข้อผิดพลาดในการแสดงวิธีการหาคำตอบบางส่วน	1
- แสดงวิธีการหาคำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงวิธีการหาคำตอบ หรือไม่ตอบ	0

ตอนที่ 2 แบบวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

แบบวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเข้าร่วมโปรแกรม (Pretest)

คำชี้แจง แบบทดสอบมี 14 ข้อ ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

ตารางเปรียบเทียบปริมาณโดยประมาณเกี่ยวกับดวงอาทิตย์และดาวเคราะห์บางดวง

ปริมาณ	ดวงอาทิตย์	โลก	ดาวอังคาร	ดาวพฤหัสบดี
มวล (กิโลกรัม)	$1,989 \times 10^{27}$	597×10^{22}	642×10^{21}	19×10^{26}
ปริมาตร (ลูกบาศก์กิโลกรัม)	1.41×10^{18}	1.08×10^{12}	1.63×10^{11}	1.43×10^{15}
ระยะห่างจากดวงอาทิตย์น้อยที่สุด (กิโลเมตร)	-	147,000,000	207,000,000	740,000,000
ระยะห่างจากดวงอาทิตย์มากที่สุด (กิโลเมตร)	-	152,000,000	249,000,000	817,000,000

ใช้ข้อความข้างต้นตอบข้อคำถาม ข้อที่ 1 - 3

1. ถ้าดาวเสาร์มีปริมาตรประมาณ 765 เท่าของปริมาตรของโลก ดาวเสาร์จะมีปริมาตรประมาณกี่ลูกบาศก์กิโลกรัม

- ก. 826.2×10^{12} ลูกบาศก์กิโลกรัม
- ข. $1,078.65 \times 10^{12}$ ลูกบาศก์กิโลกรัม
- ค. 826.2×10^{18} ลูกบาศก์กิโลกรัม
- ง. $1,078.65 \times 10^{18}$ ลูกบาศก์กิโลกรัม

2. การวัดระยะทางในระบบสุริยะมักวัดเป็นหน่วย ดาราศาสตร์ (Astronomical Unit) โดยนักดาราศาสตร์ได้กำหนดให้ 1 หน่วยดาราศาสตร์ เท่ากับ ระยะห่างเฉลี่ยระหว่างโลกและดวงอาทิตย์ ดังนั้นระยะทาง 1 หน่วยดาราศาสตร์ จะมีระยะทางประมาณเท่าไร

- ก. 147 ล้านกิโลเมตร
- ข. 149.5 ล้านกิโลเมตร
- ค. 152 ล้านกิโลเมตร
- ง. 299 ล้านกิโลเมตร

3. ระยะห่างเฉลี่ยระหว่างดาวอังคารและดวงอาทิตย์คิดเป็นประมาณกี่หน่วยดาราศาสตร์

- ก. 2 หน่วยดาราศาสตร์
- ข. 3 หน่วยดาราศาสตร์
- ค. 3.5 หน่วยดาราศาสตร์
- ง. 4.5 หน่วยดาราศาสตร์

เซลล์แสงอาทิตย์

การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพการทำงานในแต่ละพื้นที่ต่างกัน
หมู่บ้านเต่ากำลังพิจารณาในการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ โดยมีข้อมูลในการติดตั้ง ดังนี้

แผงชนิด A ระบุว่า ให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดได้ 80 วัตต์ ที่ความเข้มแสง 1,200W ต่อตารางเมตร ณ
อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ค่าติดตั้ง 1,000 บาท ต่อตารางเมตร

แผงชนิด B ระบุว่า ให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดได้ 75 วัตต์ ที่ความเข้มแสง 1,200W ต่อตารางเมตร ณ
อุณหภูมิมาตรฐาน 25 องศาเซลเซียส ค่าติดตั้ง 1,000 บาท ต่อตารางเมตร

ใช้ข้อความข้างต้นตอบข้อคำถาม ข้อที่ 4 – 7

4. หากหมู่บ้านมีเงินลงทุนในการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ 132,000 บาท ควรเลือกติดตั้งแผงเซลล์
แสงอาทิตย์ชนิดใด เพราะเหตุใด

- ก. แผงชนิด A ให้กำลังไฟฟ้ามากกว่า ที่ความเข้มแสงเท่ากัน
- ข. แผงชนิด B ให้กำลังไฟฟ้ามากกว่า ที่ความเข้มแสงเท่ากัน
- ค. แผงชนิด A และ B ให้กำลังไฟฟ้าเท่ากัน ที่ความเข้มแสงเท่ากัน
- ง. ข้อมูลไม่เพียงพอในการตอบคำถาม

5. หากหมู่บ้านมีเงินลงทุนในการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ 240,000 บาท และเลือกติดตั้งแผงชนิด A
จะได้กำลังไฟฟ้าสูงสุดเท่าไร

- ก. 18,200 วัตต์
- ข. 19,200 วัตต์
- ค. 20,200 วัตต์
- ง. 21,200 วัตต์

6. หากมีพื้นที่ในการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 1,600 ตารางเมตร จะใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์รูป
สี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีความยาวด้านละ 2 เมตร จำนวนกี่แผงในการติดตั้ง โดยไม่ให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์
แต่ละแผงวางซ้อนทับกันและวางให้ขนานกับแนวระนาบ

- ก. 200 แผง
- ข. 400 แผง
- ค. 800 แผง
- ง. 1,200 แผง

7. หากพื้นที่ในการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีพื้นที่ 4,500 ตารางเมตร จะใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีความยาวด้านละ 3 เมตร จำนวนกี่แผงในการติดตั้ง โดยไม่ให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละแผงวางซ้อนทับกันและวางให้ขนานกับแนวระนาบ

- ก. 300 แผง
- ข. 450 แผง
- ค. 500 แผง
- ง. 1,500 แผง

การให้ยาทางหลอดเลือด

ในกรณีเพื่อให้ของเหลวและยาแก่ผู้ป่วย พยาบาลต้องการคำนวณอัตราการหยด (D) ในหน่วยหยดต่อนาที สำหรับการให้ยาทางหลอดเลือดเข้าใช้สูตร

$$D = \frac{dv}{60n}$$

โดย d แทน ปริมาตรของยาที่ให้ผู้ป่วยทางหลอดเลือด หน่วยเป็นมิลลิลิตร
n แทน เวลาของการให้ยาทางหลอดเลือด หน่วยเป็นชั่วโมง

ใช้ข้อความข้างต้นตอบข้อคำถาม ข้อที่ 8 - 9

8. ในการรักษาผู้ป่วยคนหนึ่งต้องการให้ระยะเวลาในการให้ยาหลอดเลือดเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า D จะเปลี่ยนแปลงอย่างไร แต่ d และ V ไม่เปลี่ยนแปลง

- ก. D จะเพิ่มขึ้น 50%
- ข. D จะลดลง 50%
- ค. D จะไม่เปลี่ยนแปลง
- ง. ไม่สามารถบอกได้ว่า D จะเปลี่ยนแปลง หรือไม่

9. ในการรักษาต้องการให้ยาที่ให้ผู้ป่วยทางหลอดเลือด (v) โดยคำนวณจากอัตราการหยด (D) การให้ยาทางหลอดเลือดโดยใช้อัตราการหยด 50 หยดต่อนาทีกับผู้ป่วยคนหนึ่งเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ในการให้ยาทางหลอดเลือดครั้งนี้ สัมประสิทธิ์การหยดเป็น 25 หยดต่อมิลลิลิตร ปริมาตรของยาที่ให้ผู้ป่วยทางหลอดเลือดได้รับเป็นกี่มิลลิลิตร

- ก. 750 มิลลิลิตร
- ข. 600 มิลลิลิตร
- ค. 360 มิลลิลิตร
- ง. 150 มิลลิลิตร

กังหันน้ำผลิตไฟฟ้า

กังหันน้ำผลิตไฟฟ้า เป็นแบบชนิดเพิวตัน (Pelton) หลักการใช้งานคือ แหล่งน้ำที่จะสามารถใช้กับกังหันน้ำชนิดนี้ได้ ควรมีความสูงอย่างน้อย 5 เมตร โดยต่อท่อลงมาด้านล่าง ขนาดท่อที่ใช้จะมีขนาด 3-3.5 นิ้ว ภายในจะมีลักษณะเป็นหัวรีดน้ำเพื่อฉีดน้ำโดยตรงเข้ากับกังหันน้ำแบบลูกถ้วย ซึ่งต่อตรงกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ตารางข้อมูลของการติดตั้งกังหันน้ำผลิตไฟฟ้า

กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ความสูงของน้ำ (เมตร)	ปริมาตร (ลิตรต่อวินาที)	เส้นผ่านศูนย์กลางท่อน้ำเข้า
1,000	5 เมตร ขึ้นไป	5-8	3 นิ้ว
1,500	8 เมตร ขึ้นไป	10-12	3 นิ้ว
2,000	10 เมตร ขึ้นไป	15-20	3.5 นิ้ว
3,000	15 เมตร ขึ้นไป	15-30	3.5 นิ้ว

ใช้ข้อความข้างต้นตอบข้อคำถาม ข้อที่ 10 - 11

10. หากต้องการ ถังเก็บน้ำที่อยู่บนฐานที่มีความสูง 20 เมตร ติดตั้งกังหันน้ำผลิตกระแสไฟฟ้า และต่อท่อที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางท่อน้ำเข้ากังหันน้ำผลิตกระแสไฟฟ้า 3.5 นิ้ว กังหันน้ำผลิตกระแสไฟฟ้า จะให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดเท่าไร

- ก. 2,000 วัตต์
- ข. 3,000 วัตต์
- ค. 5,000 วัตต์
- ง. ข้อมูลไม่เพียงพอในการหาค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด

11. ถังเก็บน้ำบรรจุน้ำเต็มถึง 3,600 ลิตร อยู่บนฐานที่มีความสูง 15 เมตร และติดตั้งกังหันน้ำผลิตกระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า 3,000 วัตต์ โดยน้ำไหลออกจากถังด้วยปริมาตร 15 ลิตรต่อวินาที กังหันน้ำผลิตกระแสไฟฟ้าจะสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้นานกี่นาที

- ก. 4 นาที
- ข. 15 นาที
- ค. 240 นาที
- ง. 300 นาที

หลักการการทำงานของเทอร์โมมิเตอร์

ของเหลวที่บรรจุภายในเป็นปรอท หรือ แอลกอฮอล์ผสมสี นิยมใช้บิวทิลแอลกอฮอล์ และใส่สีแดงผสมลงไป เพื่อให้มองเห็นได้ชัดเจนยิ่งขึ้น หลักการสำคัญของเทอร์โมมิเตอร์ มีอยู่ว่า สารเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว และเมื่อลดความร้อนจะหดตัว หรือมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ มี 2 ชนิด คือ เทอร์โมมิเตอร์แบบธรรมดา และเทอร์โมมิเตอร์วัดไข้ ของเหลวที่นิยมใช้บรรจุในเทอร์โมมิเตอร์ คือ ปรอทและแอลกอฮอล์ เทอร์โมมิเตอร์มีหน่วยวัดบอก อุณหภูมิ 4 หน่วย

หน่วยวัดอุณหภูมิ	จุดเยือกแข็ง	จุดเดือด
เซลเซียส	0 °C	100 °C
เคลวิน	273 K	173 K
ฟาเรนไฮต์	32 °F	212 °F
โรเมอร์	0 °R	80 °R

$$\frac{C}{5} = \frac{F-32}{9} = \frac{R}{4} = \frac{K-273}{5}$$

สูตรความสัมพันธ์ของหน่วยวัดบอกอุณหภูมิ

$$\text{หรือ } K = C + 273$$

ใช้ข้อความข้างต้นตอบข้อคำถาม ข้อที่ 12 - 14

12. อุณหภูมิที่กรุงเทพมหานครวัดได้ 37 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิที่ขอนแก่นวัดได้ 65 องศาฟาเรนไฮต์ สภาพอากาศที่จังหวัดใดร้อนกว่า และร้อนกว่าอยู่เท่าไร

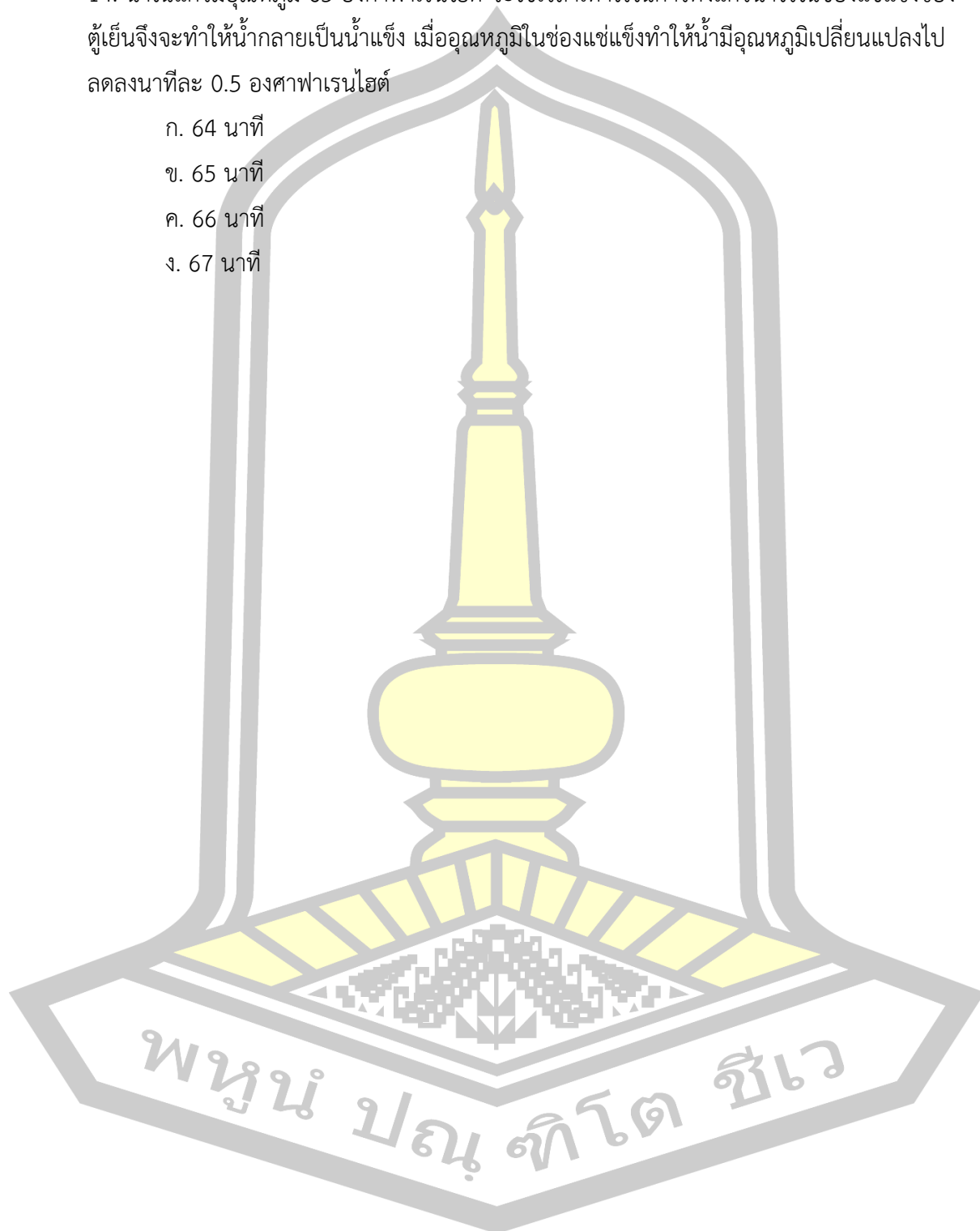
- ขอนแก่น ร้อนกว่า 29 องศาฟาเรนไฮต์
- ขอนแก่น ร้อนกว่า 6 องศาเซลเซียส
- กรุงเทพมหานคร ร้อนกว่า 32 องศาฟาเรนไฮต์
- กรุงเทพมหานคร ร้อนกว่า 4 องศาเซลเซียส

13. น้ำร้อนในแก้วมีอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นำแก้วน้ำเข้าไปไว้ในตู้เย็นที่ทำให้อุณหภูมิลดลง 4 องศา ฟาเรนไฮต์ต่อนาที หากตั้งแก้วน้ำไปวางไว้ในตู้เย็น 15 นาที น้ำในแก้วจะมีอุณหภูมิเท่าไร

- 20 องศาเซลเซียส
- 52 องศาเซลเซียส
- 65 องศาเซลเซียส
- 76 องศาเซลเซียส

14. น้ำในแก้วมีอุณหภูมิ 65 องศาฟาเรนไฮต์ จะใช้เวลาเท่าไรในการตั้งแก้วน้ำไว้ในช่องแช่แข็งของตู้เย็นจึงจะทำให้น้ำกลายเป็นน้ำแข็ง เมื่ออุณหภูมิในช่องแช่แข็งทำให้น้ำมีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไปลดลงนาทีละ 0.5 องศาฟาเรนไฮต์

- ก. 64 นาที
- ข. 65 นาที
- ค. 66 นาที
- ง. 67 นาที



แบบวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
หลังเข้าร่วมโปรแกรม (Post-test)

คำชี้แจง แบบทดสอบมี 14 ข้อ ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

การให้ยาทางหลอดเลือด

ในกรณีเพื่อให้ของเหลวและยาแก่ผู้ป่วย พยาบาลต้องการคำนวณอัตราการหยด (D) ในหน่วยหยดต่อนาที สำหรับการให้ยาทางหลอดเลือดเขาใช้สูตร

$$D = \frac{dv}{60n}$$

โดย d แทน ปริมาตรของยาที่ให้ผู้ป่วยทางหลอดเลือด หน่วยเป็นมิลลิลิตร
n แทน เวลาของการให้ยาทางหลอดเลือด หน่วยเป็นชั่วโมง

ใช้ข้อความข้างต้นตอบข้อคำถาม ข้อที่ 1 - 2

- ในการรักษาผู้ป่วยคนหนึ่งต้องการให้ระยะเวลาในการให้ยาหลอดเลือดเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า D จะเปลี่ยนแปลงอย่างไร แต่ d และ V ไม่เปลี่ยนแปลง
 - D จะเพิ่มขึ้น 50%
 - D จะลดลง 50%
 - D จะไม่เปลี่ยนแปลง
 - ไม่สามารถบอกได้ว่า D จะเปลี่ยนแปลง หรือไม่
- ในการรักษาต้องการให้ยาที่ให้ผู้ป่วยทางหลอดเลือด (v) โดยคำนวณจากอัตราการหยด (D) การให้ยาทางหลอดเลือดโดยใช้อัตราการหยด 50 หยดต่อนาทีกับผู้ป่วยคนหนึ่งเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ในการให้ยาทางหลอดเลือดครั้งนี้ สัมประสิทธิ์การหยดเป็น 25 หยดต่อมิลลิลิตร ปริมาตรของยาที่ให้ผู้ป่วยทางหลอดเลือดได้รับเป็นกี่มิลลิลิตร
 - 750 มิลลิลิตร
 - 600 มิลลิลิตร
 - 360 มิลลิลิตร
 - 150 มิลลิลิตร

เซลล์แสงอาทิตย์

การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพการทำงานในแต่ละพื้นที่ต่างกัน หมู่บ้านเต่ากำลังพิจารณาในการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ โดยมีข้อมูลในการติดตั้ง ดังนี้

แผงชนิด A ระบุว่า ให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดได้ 80 วัตต์ ที่ความเข้มแสง 1,200W ต่อตารางเมตร ณ อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ค่าติดตั้ง 1,000 บาท ต่อตารางเมตร

แผงชนิด B ระบุว่า ให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดได้ 75 วัตต์ ที่ความเข้มแสง 1,200W ต่อตารางเมตร ณ อุณหภูมิมาตรฐาน 25 องศาเซลเซียส ค่าติดตั้ง 1,000 บาท ต่อตารางเมตร

ใช้ข้อความข้างต้นตอบข้อคำถาม ข้อที่ 3 – 6

3. หากหมู่บ้านมีเงินลงทุนในการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ 132,000 บาท ควรเลือกติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดใด เพราะเหตุใด

- ก. แผงชนิด A ให้กำลังไฟฟ้ามากกว่า ที่ความเข้มแสงเท่ากัน
- ข. แผงชนิด B ให้กำลังไฟฟ้ามากกว่า ที่ความเข้มแสงเท่ากัน
- ค. แผงชนิด A และ B ให้กำลังไฟฟ้าเท่ากัน ที่ความเข้มแสงเท่ากัน
- ง. ข้อมูลไม่เพียงพอในการตอบคำถาม

4. หากหมู่บ้านมีเงินลงทุนในการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ 240,000 บาท และเลือกติดตั้งแผงชนิด A จะได้กำลังไฟฟ้าสูงสุดเท่าไร

- ก. 18,200 วัตต์
- ข. 19,200 วัตต์
- ค. 20,200 วัตต์
- ง. 21,200 วัตต์

5. หากมีพื้นที่ในการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 1,600 ตารางเมตร จะใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีความยาวด้านละ 2 เมตร จำนวนกี่แผงในการติดตั้ง โดยไม่ให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละแผงวางซ้อนทับกันและวางให้ขนานกับแนวระนาบ

- ก. 200 แผง
- ข. 400 แผง
- ค. 800 แผง
- ง. 1,200 แผง

6. หากพื้นที่ในการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีพื้นที่ 4,500 ตารางเมตร จะใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีความยาวด้านละ 3 เมตร จำนวนกี่แผงในการติดตั้ง โดยไม่ให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละแผงวางซ้อนทับกันและวางให้ขนานกับแนวระนาบ

- ก. 300 แผง
- ข. 450 แผง
- ค. 500 แผง
- ง. 1,500 แผง

หลักการทำงานของเทอร์โมมิเตอร์

ของเหลวที่บรรจุภายในเป็นปรอท หรือ แอลกอฮอล์ผสมสี นิยมใช้บิวทิลแอลกอฮอล์ และใส่สีแดงผสมลงไป เพื่อให้มองเห็นได้ชัดเจนยิ่งขึ้น หลักการสำคัญของเทอร์โมมิเตอร์ มีอยู่ว่า สารเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว และเมื่อลดความร้อนจะหดตัว หรือมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ มี 2 ชนิด คือ เทอร์โมมิเตอร์แบบธรรมดา และเทอร์โมมิเตอร์วัดไข้ ของเหลวที่นิยมใช้บรรจุในเทอร์โมมิเตอร์ คือ ปรอทและแอลกอฮอล์ เทอร์โมมิเตอร์มีหน่วยวัดบอก อุณหภูมิ 4 หน่วย

หน่วยวัดอุณหภูมิ	จุดเยือกแข็ง	จุดเดือด
เซลเซียส	0 °C	100 °C
เคลวิน	273 K	173 K
ฟาเรนไฮต์	32 °F	212 °F
โรเมอร์	0 °R	80 °R

$$\frac{C}{5} = \frac{F-32}{9} = \frac{R}{4} = \frac{K-273}{5}$$

สูตรความสัมพันธ์ของหน่วยวัดบอกอุณหภูมิ

$$\text{หรือ } K = C + 273$$

ใช้ข้อความข้างต้นตอบข้อคำถาม ข้อที่ 7 - 9

7. อุณหภูมิที่กรุงเทพมหานครวัดได้ 37 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิที่ขอนแก่นวัดได้ 65 องศาฟาเรนไฮต์ สภาพอากาศที่จังหวัดใดร้อนกว่า และร้อนกว่าอยู่เท่าไร

- ก. ขอนแก่น ร้อนกว่า 29 องศาฟาเรนไฮต์
- ข. ขอนแก่น ร้อนกว่า 6 องศาเซลเซียส
- ค. กรุงเทพมหานคร ร้อนกว่า 32 องศาฟาเรนไฮต์
- ง. กรุงเทพมหานคร ร้อนกว่า 4 องศาเซลเซียส

8. น้ำร้อนในแก้วมีอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นำแก้วน้ำเข้าไปไว้ในตู้เย็นที่ทำให้อุณหภูมิลดลง 4 องศา ฟาเรนไฮต์ต่อนาที หากตั้งแก้วน้ำไปวางไว้ในตู้เย็น 15 นาที น้ำในแก้วจะมีอุณหภูมิเท่าไร
- ก. 20 องศาเซลเซียส
ข. 52 องศาเซลเซียส
ค. 65 องศาเซลเซียส
ง. 76 องศาเซลเซียส
9. น้ำในแก้วมีอุณหภูมิ 65 องศาฟาเรนไฮต์ จะใช้เวลาเท่าไรในการตั้งแก้วน้ำไว้ในช่องแช่แข็งของตู้เย็นจึงจะทำให้ น้ำกลายเป็นน้ำแข็ง เมื่ออุณหภูมิในช่องแช่แข็งทำให้น้ำมีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไปลดลงนาทีละ 0.5 องศาฟาเรนไฮต์
- ก. 64 นาที
ข. 65 นาที
ค. 66 นาที
ง. 67 นาที

ตารางเปรียบเทียบปริมาณโดยประมาณเกี่ยวกับดวงอาทิตย์และดาวเคราะห์บางดวง

ปริมาณ	ดวงอาทิตย์	โลก	ดาวอังคาร	ดาวพฤหัสบดี
มวล (กิโลกรัม)	$1,989 \times 10^{27}$	597×10^{22}	642×10^{21}	19×10^{26}
ปริมาตร (ลูกบาศก์กิโลกรัม)	1.41×10^{18}	1.08×10^{12}	1.63×10^{11}	1.43×10^{15}
ระยะห่างจากดวงอาทิตย์น้อยที่สุด (กิโลเมตร)	-	147,000,000	207,000,000	740,000,000
ระยะห่างจากดวงอาทิตย์มากที่สุด (กิโลเมตร)	-	152,000,000	249,000,000	817,000,000

ใช้ข้อความข้างต้นตอบข้อคำถาม ข้อที่ 10 - 12

10. ถ้าดาวเสาร์มีปริมาตรประมาณ 765 เท่าของปริมาตรของโลก ดาวเสาร์จะมีปริมาตรประมาณกี่ลูกบาศก์กิโลกรัม
- ก. 826.2×10^{12} ลูกบาศก์กิโลกรัม
ข. $1,078.65 \times 10^{12}$ ลูกบาศก์กิโลกรัม
ค. 826.2×10^{18} ลูกบาศก์กิโลกรัม
ง. $1,078.65 \times 10^{18}$ ลูกบาศก์กิโลกรัม

11. การวัดระยะทางในระบบสุริยะมักวัดเป็นหน่วย ดาราศาสตร์ (Astronomical Unit) โดยนักดาราศาสตร์ได้กำหนดให้ 1 หน่วยดาราศาสตร์ เท่ากับ ระยะห่างเฉลี่ยระหว่างโลกและดวงอาทิตย์ ดังนั้น ระยะทาง 1 หน่วยดาราศาสตร์ จะมีระยะทางประมาณเท่าไร

- ก. 147 ล้านกิโลเมตร
- ข. 149.5 ล้านกิโลเมตร
- ค. 152 ล้านกิโลเมตร
- ง. 299 ล้านกิโลเมตร

12. ระยะห่างเฉลี่ยระหว่างดาวอังคารและดวงอาทิตย์คิดเป็นประมาณกี่หน่วยดาราศาสตร์

- ก. 2 หน่วยดาราศาสตร์
- ข. 3 หน่วยดาราศาสตร์
- ค. 3.5 หน่วยดาราศาสตร์
- ง. 4.5 หน่วยดาราศาสตร์

กังหันน้ำผลิตไฟฟ้า

กังหันน้ำผลิตไฟฟ้า เป็นแบบชนิดเพิวตัน (Pelton) หลักการใช้งานคือ แหล่งน้ำที่จะสามารถใช้กับกังหันน้ำชนิดนี้ได้ ควรมีความสูงอย่างน้อย 5 เมตร โดยต่อท่อลงมาด้านล่าง ขนาดท่อที่ใช้จะมีขนาด 3-3.5 นิ้ว ภายในจะมีลักษณะเป็นหัวรีดน้ำเพื่อฉีดน้ำโดยตรงเข้ากับกังหันน้ำแบบลูกถ้วย ซึ่งต่อตรงกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ตารางข้อมูลของการติดตั้งกังหันน้ำผลิตไฟฟ้า

กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ความสูงของน้ำ (เมตร)	ปริมาตร (ลิตรต่อวินาที)	เส้นผ่านศูนย์กลางท่อน้ำเข้า
1,000	5 เมตร ขึ้นไป	5-8	3 นิ้ว
1,500	8 เมตร ขึ้นไป	10-12	3 นิ้ว
2,000	10 เมตร ขึ้นไป	15-20	3.5 นิ้ว
3,000	15 เมตร ขึ้นไป	15-30	3.5 นิ้ว

ใช้ข้อความข้างต้นตอบข้อคำถาม ข้อที่ 13 - 14

13. หากต้องการ ถังเก็บน้ำที่อยู่บนฐานที่มีความสูง 20 เมตร ติดตั้งกังหันน้ำผลิตกระแสไฟฟ้า และต่อท่อที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางท่อน้ำเข้ากังหันน้ำผลิตกระแสไฟฟ้า 3.5 นิ้ว กังหันน้ำผลิตกระแสไฟฟ้า จะให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดเท่าไร

- ก. 2,000 วัตต์
- ข. 3,000 วัตต์
- ค. 5,000 วัตต์
- ง. ข้อมูลไม่เพียงพอในการหาค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด

14. ถังเก็บน้ำบรรจุน้ำเต็มถึง 3,600 ลิตร อยู่บนฐานที่มีความสูง 15 เมตร และติดตั้งกังหันน้ำผลิตกระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า 3,000 วัตต์ โดยน้ำไหลออกจากถังด้วยปริมาตร 15 ลิตรต่อวินาที กังหันน้ำผลิตกระแสไฟฟ้าจะสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้นานกี่นาที

- ก. 4 นาที
- ข. 15 นาที
- ค. 240 นาที
- ง. 300 นาที



ตอนที่ 3 แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

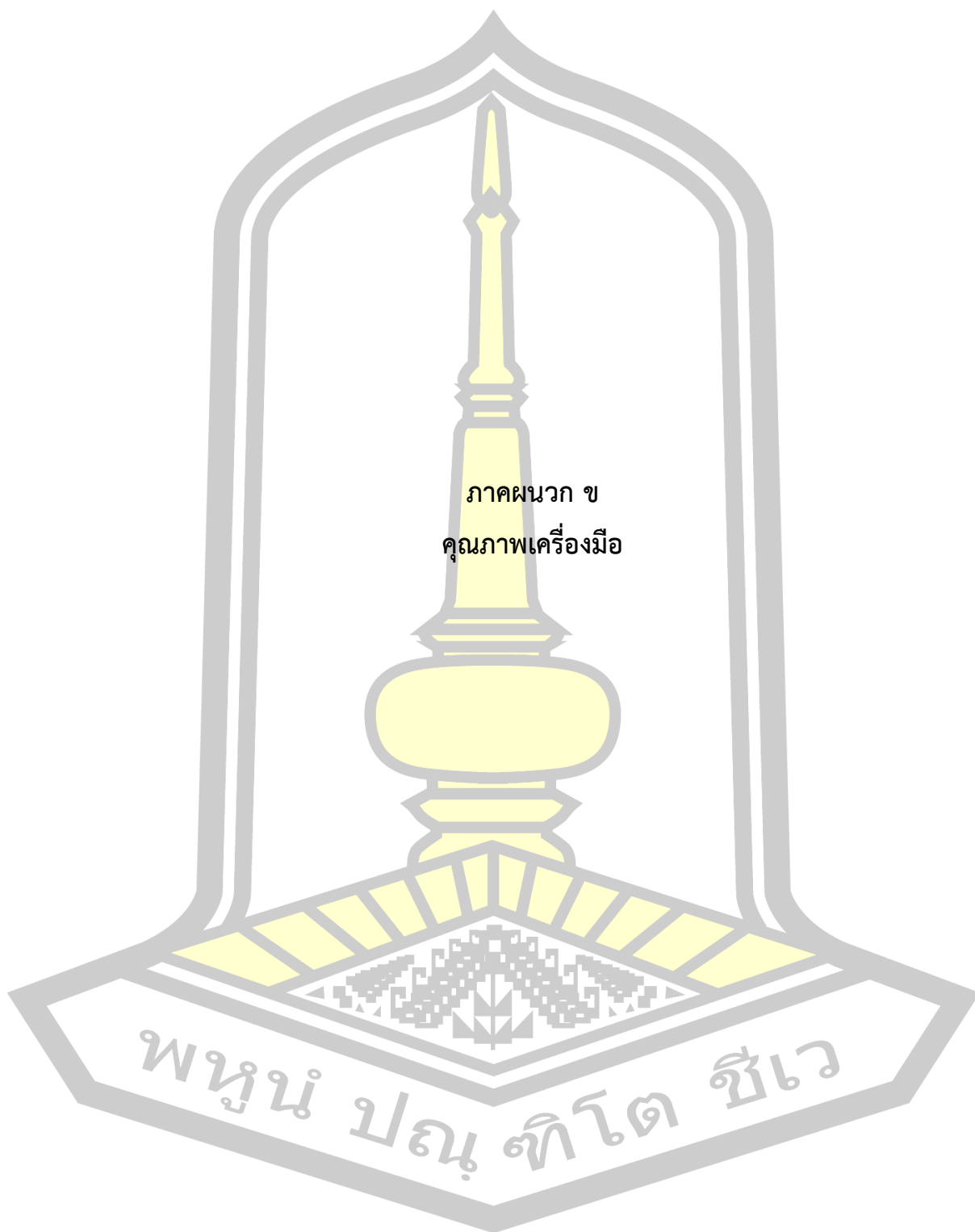
แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความพึงพอใจดังนี้

5 = มากที่สุด 4 = มาก 3 = ปานกลาง 2 = น้อย 1 = น้อยที่สุด

ข้อที่	กิจกรรม	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
1	ครูมีการเตรียมพร้อมก่อนการสอน					
2	ครูใช้สื่อและอุปกรณ์เหมาะสมกับกิจกรรม					
3	ครูใช้เวลาเหมาะสมต่อการจัดกิจกรรมแต่ละครั้ง					
4	ครูให้ออกาสนักเรียนซักถามปัญหา					
5	ครูยอมรับความคิดเห็นของนักเรียนที่ต่างไปจากครู					
6	กิจกรรมทุกกิจกรรมทำให้ชอบเรียนวิชานี้					
7	กิจกรรมทำให้เรียนอย่างมีความสุข					
8	กิจกรรมการเรียนสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียน					
9	กิจกรรมการเรียนสนุกและน่าสนใจ					
10	การจัดกิจกรรมมีความหลากหลาย					
11	นักเรียนมีความคิดริเริ่มและรู้จักวิพากษ์วิจารณ์					
12	นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง					
13	นักเรียนได้เสนอแนวความคิดเห็นของตนอย่างเต็มที่					
14	นักเรียนตอบปัญหาในระหว่างการทำกิจกรรมได้อย่างมั่นใจ					
15	นักเรียนสามารถค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้อื่นๆ ได้เอง					
16	นักเรียนนำความรู้จากวิชานี้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้					
17	ความรู้จากวิชานี้สามารถนำไปประกอบเป็นอาชีพได้					
18	เนื้อหาที่สอนสอดคล้องกับชีวิตและทันสมัย					
19	สิ่งที่ได้เรียนรู้สามารถประยุกต์ให้เข้ากับสภาพสังคมและสิ่งแวดล้อม					
20	สามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้ในรายวิชาอื่นๆ ได้					



ภาคผนวก ข
คุณภาพเครื่องมือ

พหุบัน ปณุ ทิโต ชีเว

ตอนที่ 1 แบบประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผู้เชี่ยวชาญ

คำชี้แจง ให้ท่านโปรดพิจารณาว่า โปรแกรมนี้มีความเหมาะสม และตรงกับการเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในด้านต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้เพียงใด แล้วเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “ระดับความเหมาะสม” ตามความคิดเห็นของท่าน ซึ่งมีระดับคะแนนความเหมาะสม ดังนี้

5	หมายถึง	เหมาะสมมากที่สุด
4	หมายถึง	เหมาะสมมาก
3	หมายถึง	เหมาะสมปานกลาง
2	หมายถึง	เหมาะสมน้อย
1	หมายถึง	เหมาะสมน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
1. ด้านเนื้อหา 1.1 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ 1.2 เนื้อหามีความละเอียดครบถ้วนและชัดเจน 1.3 เนื้อหาเป็นไปตามลำดับขั้นตอน 1.4 เนื้อหามีความสอดคล้องกับตัวชี้วัดของหลักสูตร 1.5 เนื้อหาสอดคล้องกับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์					
2. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ 2.1 เนื้อหาเรียงลำดับจากง่ายไปยาก 2.2 ผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้จริง 2.3 กิจกรรมสร้างความสนใจของผู้เรียน 2.4 ส่งเสริมความรู้ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ 2.5 กิจกรรมสอดคล้องกับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ - การทำใหม่ - การเชื่อมโยง - การสะท้อนและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์					
3. ด้านสื่อการเรียนรู้ 3.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ 3.2 สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ 3.3 ภาษาที่ใช้ในการสื่อสารเข้าใจง่ายและเหมาะสมกับวัยของ					

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
ผู้เรียน 3.4 ได้รับความสนใจ ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนได้ดี 3.5 มีประโยชน์ช่วยพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน					
4. ด้านการวัดผลและประเมินผล 4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ 4.2 วิธีการวัดผลและประเมินผลสอดคล้องกับเนื้อหา 4.3 เครื่องมือวัดผลและประเมินผลสามารถวัดได้ตรงตามสภาพจริง 4.4 เกณฑ์การวัดผลและประเมินผลมีความเหมาะสม 4.5 เครื่องมือวัดผลและประเมินผลเหมาะสมกับเวลา 4.6 เครื่องมือวัดผลและประเมินผลเหมาะสมกับความสามารถและวัยของผู้เรียน 4.7 เครื่องมือวัดสามารถประเมินสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ได้แก่ - การทำใหม่ - การเชื่อมโยง - การสะท้อนและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)
ตำแหน่ง.....

ตอนที่ 2 ผลประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตารางที่ 24 ผลประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อที่	กิจกรรมที่ 1			กิจกรรมที่ 2			กิจกรรมที่ 3			กิจกรรมที่ 4			กิจกรรมที่ 5			กิจกรรมที่ 6			กิจกรรมที่ 7			กิจกรรมที่ 8			กิจกรรมที่ 9			ค่าเฉลี่ย	S.D			
	คน	ที่	คน	ที่	คน	ที่	คน	ที่	คน	ที่	คน	ที่	คน	ที่	คน	ที่	คน	ที่	คน	ที่	คน	ที่	คน	ที่	คน	ที่	คน			ที่		
1. ด้านเนื้อหา																																
1.1	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4.81	0.40
1.2	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4.81	0.40
1.3	4	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4.70	0.47
1.4	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4.81	0.40
1.5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4.85	0.36
สรุปผลการประเมินด้านเนื้อหา																																
2. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้																																
2.1	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4.78	0.42
2.2	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4.70	0.47
2.3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4.85	0.36
2.4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4.81	0.40
2.5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4.93	0.27
สรุปผลการประเมินด้านกิจกรรมการเรียนรู้																																
4.81 0.39																																

ตารางที่ 24 (ต่อ)

ข้อที่	กิจกรรมที่ 1			กิจกรรมที่ 2			กิจกรรมที่ 3			กิจกรรมที่ 4			กิจกรรมที่ 5			กิจกรรมที่ 6			กิจกรรมที่ 7			กิจกรรมที่ 8			กิจกรรมที่ 9			ค่าเฉลี่ย	S.D			
	คน	ที่	คน	ที่	คน	ที่	คน	ที่	คน	ที่	คน	ที่	คน	ที่	คน	ที่	คน	ที่	คน	ที่	คน	ที่	คน	ที่	คน	ที่	คน			ที่		
3. ด้านสื่อการเรียนรู้																																
3.1	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	4.81	0.40
3.2	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	4.85	0.36
3.3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5.00	0.00
3.4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4.81	0.40
3.5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	4.89	0.32
สรุปผลการประเมินด้านสื่อการเรียนรู้																																
4. ด้านการวัดและประเมินผล																																
4.1	5	4	5	5	5	4	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	4.78	0.42
4.2	4	5	5	5	4	5	5	4	5	4	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	4.70	0.47
4.3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4.85	0.36
4.4	4	5	5	5	4	5	5	4	5	4	5	5	5	5	4	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	4.70	0.47
4.5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4.89	0.32
4.6	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	4.81	0.40
4.7	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4.85	0.36
สรุปผลการประเมินด้านการวัดและประเมินผล																																
สรุปผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรม																																
4.80																																
4.82																																

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้อง IOC ของแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อ
โปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตารางที่ 25 การวิเคราะห์ค่าความสอดคล้อง IOC ของแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อ
โปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน

ข้อ ที่	กิจกรรม	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	การ คัดเลือก
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	ครูมีการเตรียมพร้อมก่อนการสอน	+1	+1	+1	1.00	เลือก
2	ครูใช้สื่อและอุปกรณ์เหมาะสมกับกิจกรรม	+1	+1	+1	1.00	เลือก
3	ครูใช้เวลาเหมาะสมต่อการจัดกิจกรรมแต่ละครั้ง	+1	+1	+1	1.00	เลือก
4	ครูให้โอกาสนักเรียนซักถามปัญหา	+1	+1	+1	1.00	เลือก
5	ครูยอมรับความคิดเห็นของนักเรียนที่ต่างไปจากครู	+1	+1	0	0.67	เลือก
6	กิจกรรมทุกกิจกรรมทำให้ชอบเรียนวิชานี้	+1	+1	+1	1.00	เลือก
7	กิจกรรมทำให้เรียนอย่างมีความสุข	+1	+1	+1	1.00	เลือก
8	กิจกรรมการเรียนสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	เลือก
9	กิจกรรมการเรียนสนุกและน่าสนใจ	0	+1	+1	0.67	เลือก
10	การจัดกิจกรรมมีความหลากหลาย	+1	+1	+1	1.00	เลือก
11	นักเรียนมีความคิดริเริ่มและรู้จักวิพากษ์วิจารณ์	+1	+1	0	0.67	เลือก
12	นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง	+1	+1	+1	1.00	เลือก
13	นักเรียนได้เสนอแนวความคิดเห็นของตนเองอย่างเต็มที่	+1	+1	+1	1.00	เลือก
14	นักเรียนตอบปัญหาในระหว่างการทำกิจกรรมได้อย่างมั่นใจ	+1	+1	+1	1.00	เลือก
15	นักเรียนสามารถค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ อื่นๆได้เอง	+1	+1	+1	1.00	เลือก
16	นักเรียนนำความรู้จากวิชานี้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ได้	0	+1	+1	0.67	เลือก

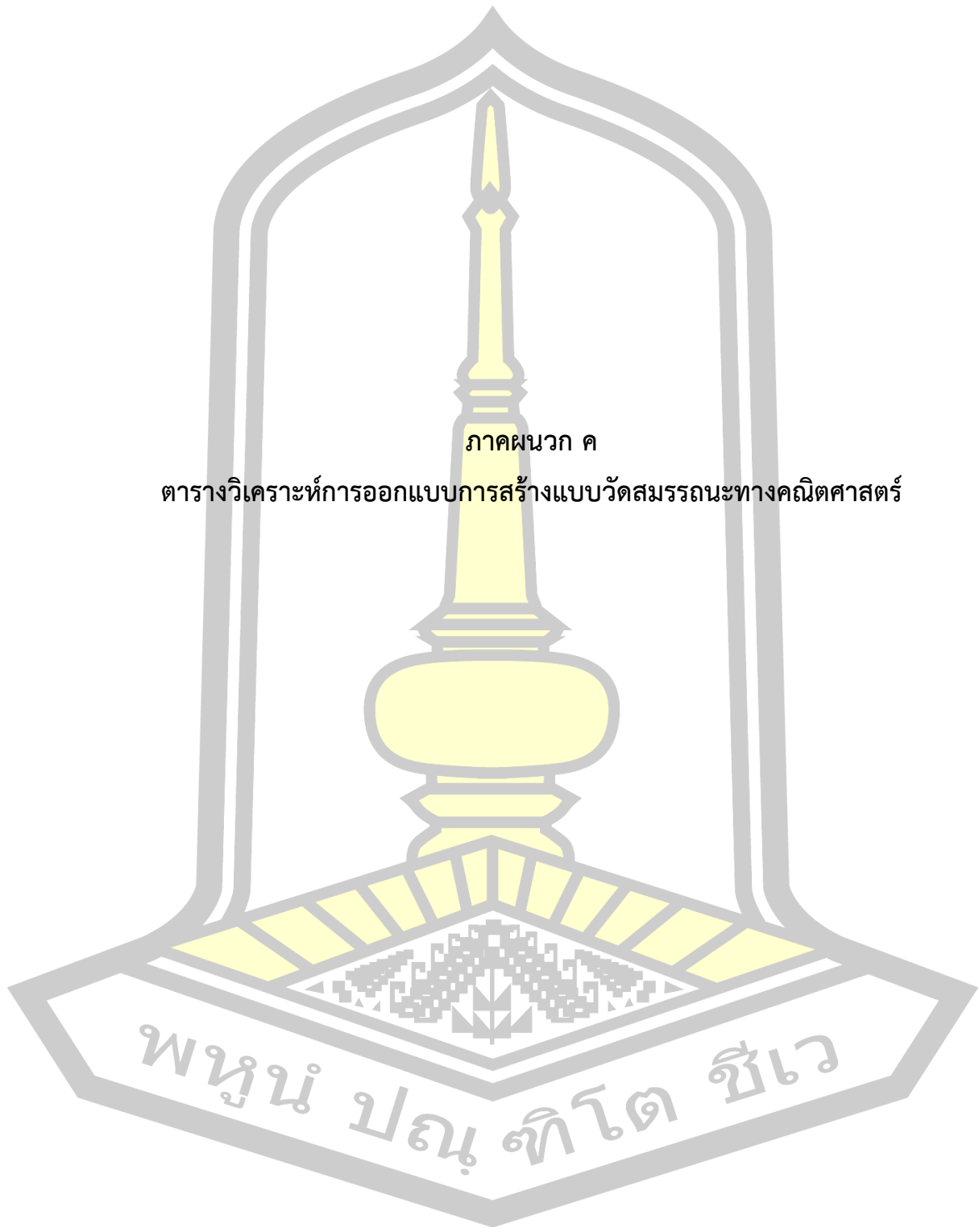
ตารางที่ 25 (ต่อ)

ข้อ ที่	กิจกรรม	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	การ คัดเลือก
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
17	ความรู้จากวิชานี้สามารถนำไปประกอบเป็นอาชีพ ได้	0	+1	+1	0.67	เลือก
18	เนื้อหาที่สอนสอดคล้องกับชีวิตและทันสมัย	+1	0	+1	0.67	เลือก
19	สิ่งที่ได้เรียนรู้สามารถประยุกต์ให้เข้ากับสภาพสังคม และสิ่งแวดล้อม	+1	0	+1	0.67	เลือก
20	สามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ในการเรียนรู้ใน รายวิชาอื่นๆได้	+1	+1	+1	1.00	เลือก



ตารางที่ 26 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Power) ของแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ด้านของแบบวัดความพึงพอใจ	ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความเชื่อมั่น
1. ด้านความพึงพอใจต่อพฤติกรรมและวิธีการสอนของครู	1	0.935	0.941
	2	0.798	
	3	0.543	
	4	0.733	
	5	0.935	
2. ด้านความพึงพอใจต่อการร่วมกิจกรรม	1	0.935	
	2	0.681	
	3	0.681	
	4	0.681	
	5	0.935	
3. ด้านความพึงพอใจต่อพัฒนาการของตนเอง	1	0.731	
	2	0.796	
	3	0.731	
	4	0.908	
	5	0.714	
4. ด้านความพึงพอใจต่อการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน	1	0.284	
	2	0.265	
	3	0.308	
	4	0.350	
	5	0.365	



ภาคผนวก ค

ตารางวิเคราะห์การออกแบบการสร้างแบบวัดสมรณะทางคณิตศาสตร์

พหุบัณฑิตยาลัย

ข้อสอบบริบทวิทยาศาสตร์					สมรรถนะทางคณิตศาสตร์		
					การทำให้ใหม่	การต่อเชื่อม	การสะท้อนและการสื่อสาร
ดวงอาทิตย์และดาวเคราะห์บางดวง ตารางเปรียบเทียบปริมาณโดยประมาณเกี่ยวกับดวงอาทิตย์และดาวเคราะห์บางดวง							✓
ปริมาณ	ดวงอาทิตย์	โลก	ดาวอังคาร	ดาวพฤหัสบดี			
มวล (กิโลกรัม)	$1,989 \times 10^{27}$	597×10^{22}	642×10^{21}	19×10^{26}			
ปริมาตร (ลูกบาศก์กิโลกรัม)	1.41×10^{18}	1.08×10^{12}	1.63×10^{11}	1.43×10^{15}			
ระยะห่างจากดวงอาทิตย์น้อยที่สุด (กิโลเมตร)	-	147,000,000	207,000,000	740,000,000			
ระยะห่างจากดวงอาทิตย์มากที่สุด (กิโลเมตร)	-	152,000,000	249,000,000	817,000,000			
ใช้ข้อความข้างต้นตอบข้อคำถาม ข้อที่ 1 - 3 1. ถ้าดาวเสาร์มีปริมาตรประมาณ 765 เท่าของปริมาตรของโลก ดาวเสาร์จะมีปริมาตรประมาณกี่ลูกบาศก์กิโลกรัม ก. 826.2×10^{12} ลูกบาศก์กิโลกรัม ข. $1,078.65 \times 10^{12}$ ลูกบาศก์กิโลกรัม ค. 826.2×10^{18} ลูกบาศก์กิโลกรัม ง. $1,078.65 \times 10^{18}$ ลูกบาศก์กิโลกรัม							

พูน ปณ ทิโต ชีเว

ข้อสอบบริบทวิทยาศาสตร์	สมรรถนะทางคณิตศาสตร์		
	การทำให้ใหม่	การต่อเชื่อม	การสะท้อนและการสื่อสาร
<p>ดวงอาทิตย์และดาวเคราะห์บางดวง (ต่อ)</p> <p>2. การวัดระยะทางในระบบสุริยะมักวัดเป็นหน่วย ดาราศาสตร์ (Astronomical Unit) โดยนักดาราศาสตร์ได้กำหนดให้ 1 หน่วยดาราศาสตร์ เท่ากับ ระยะห่างเฉลี่ยระหว่างโลกและดวงอาทิตย์ ดังนั้นระยะทาง 1 หน่วยดาราศาสตร์ จะมีระยะทางประมาณเท่าไร</p> <p>ก. 147 ล้านกิโลเมตร ข. 149.5 ล้านกิโลเมตร ค. 152 ล้านกิโลเมตร ง. 299 ล้านกิโลเมตร</p>	✓		
<p>ดวงอาทิตย์และดาวเคราะห์บางดวง (ต่อ)</p> <p>3. ระยะห่างเฉลี่ยระหว่างดาวอังคารและดวงอาทิตย์คิดเป็นประมาณกี่หน่วยดาราศาสตร์</p> <p>ก. 2 หน่วยดาราศาสตร์ ข. 3 หน่วยดาราศาสตร์ ค. 3.5 หน่วยดาราศาสตร์ ง. 4.5 หน่วยดาราศาสตร์</p>		✓	



ข้อสอบบริบทวิทยาศาสตร์	สมรรถนะทางคณิตศาสตร์		
	การทำให้ใหม่	การต่อเชื่อม	การสะท้อนและการสื่อสาร
<p>เซลล์แสงอาทิตย์</p> <p>การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพการทำงานในแต่ละพื้นที่ต่างกัน หมู่บ้านเต่ากำลังพิจารณาในการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ โดยมีข้อมูลในการติดตั้ง ดังนี้</p> <p>แผงชนิด A ระบุว่า ให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดได้ 80 วัตต์ ที่ความเข้มแสง 1,200W ต่อตารางเมตร ณ อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ค่าติดตั้ง 1,000 บาท ต่อตารางเมตร</p> <p>แผงชนิด B ระบุว่า ให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดได้ 75 วัตต์ ที่ความเข้มแสง 1,200W ต่อตารางเมตร ณ อุณหภูมิมาตรฐาน 25 องศาเซลเซียส ค่าติดตั้ง 1,000 บาท ต่อตารางเมตร</p> <p>ใช้ข้อความข้างต้นตอบข้อคำถาม ข้อที่ 4 – 6</p> <p>4. หากหมู่บ้านมีเงินลงทุนในการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ 132,000 บาท ควรเลือกติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดใด เพราะเหตุใด</p> <p>ก. แผงชนิด A ให้กำลังไฟฟ้ามากกว่า ที่ความเข้มแสงเท่ากัน</p> <p>ข. แผงชนิด B ให้กำลังไฟฟ้ามากกว่า ที่ความเข้มแสงเท่ากัน</p> <p>ค. แผงชนิด A และ B ให้กำลังไฟฟ้าเท่ากัน ที่ความเข้มแสงเท่ากัน</p> <p>ง. ข้อมูลไม่เพียงพอในการตอบคำถาม</p>			✓
<p>5. หากหมู่บ้านมีเงินลงทุนในการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ 240,000 บาท และเลือกติดตั้งแผงชนิด A จะได้กำลังไฟฟ้าสูงสุดเท่าไร</p> <p>ก. 18,200 วัตต์</p> <p>ข. 19,200 วัตต์</p> <p>ค. 20,200 วัตต์</p> <p>ง. 21,200 วัตต์</p>		✓	

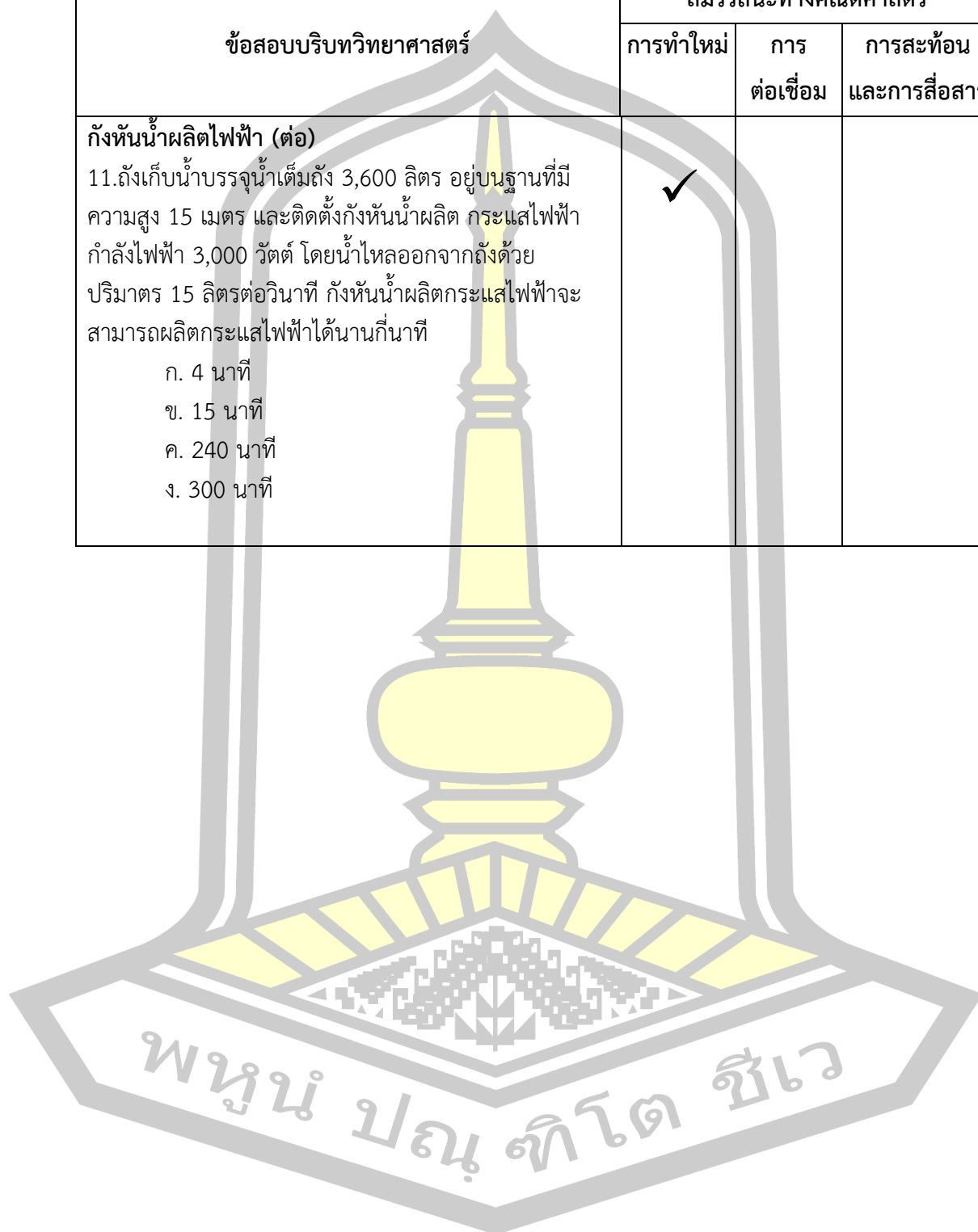
ข้อสอบบริบทวิทยาศาสตร์	สมรรถนะทางคณิตศาสตร์		
	การทำให้ใหม่	การต่อเชื่อม	การสะท้อนและการสื่อสาร
<p>เซลล์แสงอาทิตย์ (ต่อ)</p> <p>6. หากมีพื้นที่ในการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 1,600 ตารางเมตร จะใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีความยาวด้านละ 2 เมตร จำนวนกี่แผงในการติดตั้ง โดยไม่ให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละแผงวางซ้อนทับกันและวางให้ขนานกับแนวระนาบ</p> <p>ก. 200 แผง ข. 400 แผง ค. 800 แผง ง. 1,200 แผง</p>		✓	
<p>เซลล์แสงอาทิตย์ (ต่อ)</p> <p>7. หากพื้นที่ในการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีพื้นที่ 4,500 ตารางเมตร จะใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีความยาวด้านละ 3 เมตร จำนวนกี่แผงในการติดตั้ง โดยไม่ให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละแผงวางซ้อนทับกันและวางให้ขนานกับแนวระนาบ</p> <p>ก. 300 แผง ข. 450 แผง ค. 500 แผง ง. 1,500 แผง</p>	✓		

พหุ ประถมศึกษา

ข้อสอบบริบทวิทยาศาสตร์	สมรรถนะทางคณิตศาสตร์		
	การทำให้ใหม่	การต่อเชื่อม	การสะท้อนและการสื่อสาร
<p>การให้ยาทางหลอดเลือด</p> <p>ในกรณีเพื่อให้ของเหลวและยาแก่ผู้ป่วย พยาบาลต้องการคำนวณอัตราการหยด (D) ในหน่วยหยดต่อนาที สำหรับการให้ยาทางหลอดเลือดเขาใช้สูตร</p> $D = \frac{dv}{60n}$ <p>โดย d แทน ปริมาตรของยาที่ให้ผู้ป่วยทางหลอดเลือด หน่วยเป็นมิลลิลิตร</p> <p>n แทน เวลาของการให้ยาทางหลอดเลือด หน่วยเป็น ชั่วโมง</p> <p>ใช้ข้อความข้างต้นตอบข้อคำถาม ข้อที่ 8 – 9</p> <p>8. ในการรักษาผู้ป่วยคนหนึ่งต้องการให้ระยะเวลาในการให้ยาหลอดเลือดเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า D จะเปลี่ยนแปลงอย่างไร แต่ d และ V ไม่เปลี่ยนแปลง</p> <p>ก. D จะเพิ่มขึ้น 50%</p> <p>ข. D จะลดลง 50%</p> <p>ค. D จะไม่เปลี่ยนแปลง</p> <p>ง. ไม่สามารถบอกได้ว่า D จะเปลี่ยนแปลง หรือไม่</p>		✓	
<p>การให้ยาทางหลอดเลือด (ต่อ)</p> <p>9. ในการรักษาต้องการให้ยาที่ให้ผู้ป่วยทางหลอดเลือด (v) โดยคำนวณจากอัตราการหยด (D) การให้ยาทางหลอดเลือดโดยใช้อัตราการหยด 50 หยดต่อนาทีกับผู้ป่วยคนหนึ่งเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ในการให้ยาทางหลอดเลือดครั้งนี้ สัมประสิทธิ์การหยดเป็น 25 หยดต่อมิลลิลิตร ปริมาตรของยาที่ให้ผู้ป่วยทางหลอดเลือดได้รับเป็นกี่มิลลิลิตร</p> <p>ก. 750 มิลลิลิตร</p> <p>ข. 600 มิลลิลิตร</p> <p>ค. 360 มิลลิลิตร</p> <p>ง. 150 มิลลิลิตร</p>	✓		

ข้อสอบบริบทวิทยาศาสตร์	สมรรถนะทางคณิตศาสตร์																						
	การทำให้ใหม่	การต่อเชื่อม	การสะท้อนและการสื่อสาร																				
<p>กังหันน้ำผลิตไฟฟ้า</p> <p>กังหันน้ำผลิตไฟฟ้า เป็นแบบชนิดเพิวตัน (Pelton) หลักการใช้งานคือ แหล่งน้ำที่จะสามารถใช้กับกังหันน้ำชนิดนี้ได้ ควรมีความสูงอย่างน้อย 5 เมตร โดยต่อท่อลงมาด้านล่าง ขนาดท่อที่ใช้จะมีขนาด 3-3.5 นิ้ว ภายในจะมีลักษณะเป็นหัวรีดน้ำเพื่อฉีดน้ำโดยตรงเข้ากับกังหันน้ำแบบลูกถ้วย ซึ่งต่อตรงกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า</p> <p>ตารางข้อมูลของการติดตั้งกังหันน้ำผลิตไฟฟ้า</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>กำลังไฟฟ้า (วัตต์)</th> <th>ความสูงของน้ำ (เมตร)</th> <th>ปริมาตร (ลิตร ต่อวินาที)</th> <th>เส้นผ่านศูนย์กลางท่อน้ำเข้า</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1,000</td> <td>5 เมตร ขึ้นไป</td> <td>5-8</td> <td>3 นิ้ว</td> </tr> <tr> <td>1,500</td> <td>8 เมตร ขึ้นไป</td> <td>10-12</td> <td>3 นิ้ว</td> </tr> <tr> <td>2,000</td> <td>10 เมตร ขึ้นไป</td> <td>15-20</td> <td>3.5 นิ้ว</td> </tr> <tr> <td>3,000</td> <td>15 เมตร ขึ้นไป</td> <td>15-30</td> <td>3.5 นิ้ว</td> </tr> </tbody> </table> <p>ใช้ข้อความข้างต้นตอบข้อคำถาม ข้อที่ 10 – 11</p> <p>10. หากต้องการ ถังเก็บน้ำที่อยู่บนฐานที่มีความสูง 20 เมตร ติดตั้งกังหันน้ำผลิตกระแสไฟฟ้า และต่อท่อที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางท่อน้ำเข้ากังหันน้ำผลิตกระแสไฟฟ้า 3.5 นิ้ว กังหันน้ำผลิตกระแสไฟฟ้าจะให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดเท่าไร</p> <p>ก. 2,000 วัตต์ ข. 3,000 วัตต์ ค. 5,000 วัตต์ ง. ข้อมูลไม่เพียงพอในการหากำลังไฟฟ้าสูงสุด</p>	กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ความสูงของน้ำ (เมตร)	ปริมาตร (ลิตร ต่อวินาที)	เส้นผ่านศูนย์กลางท่อน้ำเข้า	1,000	5 เมตร ขึ้นไป	5-8	3 นิ้ว	1,500	8 เมตร ขึ้นไป	10-12	3 นิ้ว	2,000	10 เมตร ขึ้นไป	15-20	3.5 นิ้ว	3,000	15 เมตร ขึ้นไป	15-30	3.5 นิ้ว			✓
กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ความสูงของน้ำ (เมตร)	ปริมาตร (ลิตร ต่อวินาที)	เส้นผ่านศูนย์กลางท่อน้ำเข้า																				
1,000	5 เมตร ขึ้นไป	5-8	3 นิ้ว																				
1,500	8 เมตร ขึ้นไป	10-12	3 นิ้ว																				
2,000	10 เมตร ขึ้นไป	15-20	3.5 นิ้ว																				
3,000	15 เมตร ขึ้นไป	15-30	3.5 นิ้ว																				

ข้อสอบบริบทวิทยาศาสตร์	สมรรถนะทางคณิตศาสตร์		
	การทำให้ใหม่	การต่อเชื่อม	การสะท้อนและการสื่อสาร
<p>กักหน้้ำผลิตไฟฟ้า (ต่อ)</p> <p>11. ถังเก็บน้ำบรรจุน้ำเต็มถึง 3,600 ลิตร อยู่บนฐานที่มีความสูง 15 เมตร และติดตั้งกักหน้้ำผลิตกระแสไฟฟ้ากำลังไฟฟ้า 3,000 วัตต์ โดยน้ำไหลออกจากถังด้วยปริมาตร 15 ลิตรต่อวินาที กักหน้้ำผลิตกระแสไฟฟ้าจะสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้นานกี่นาที</p> <p>ก. 4 นาที ข. 15 นาที ค. 240 นาที ง. 300 นาที</p>	✓		



ข้อสอบบริบทวิทยาศาสตร์	สมรรถนะทางคณิตศาสตร์																	
	การทำให้ใหม่	การต่อเชื่อม	การสะท้อนและการสื่อสาร															
<p>หลักการทํางานของเทอร์โมมิเตอร์</p> <p>ของเหลวที่บรรจุภายในเป็นปรอท หรือ แอลกอฮอล์ผสมสี นิยมใช้บิวทิลแอลกอฮอล์ และใส่สีแดงผสมลงไป เพื่อให้มองเห็นได้ชัดเจนยิ่งขึ้น หลักการสำคัญของเทอร์โมมิเตอร์ มีอยู่ว่า สารเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว และเมื่อลดความร้อนจะหดตัว หรือมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ มี 2 ชนิด คือ เทอร์โมมิเตอร์แบบธรรมดา และเทอร์โมมิเตอร์วัดไข้ ของเหลวที่นิยมใช้บรรจุในเทอร์โมมิเตอร์ คือ ปรอทและแอลกอฮอล์ เทอร์โมมิเตอร์มีหน่วยวัดบอก อุณหภูมิ 4 หน่วย</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>หน่วยวัดอุณหภูมิ</th> <th>จุดเยือกแข็ง</th> <th>จุดเดือด</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>เซลเซียส</td> <td>0 °C</td> <td>100 °C</td> </tr> <tr> <td>เคลวิน</td> <td>273 K</td> <td>173 K</td> </tr> <tr> <td>ฟาเรนไฮต์</td> <td>32 °F</td> <td>212 °F</td> </tr> <tr> <td>โรเมอร์</td> <td>0 °R</td> <td>80 °R</td> </tr> </tbody> </table> $\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9} = \frac{R}{4} = \frac{K - 273}{5}$ <p>สูตรความสัมพันธ์ของหน่วยวัดบอกอุณหภูมิ หรือ $K = C + 273$</p> <p>ใช้ข้อความข้างต้นตอบข้อคำถาม ข้อที่ 12 – 14</p> <p>12. อุณหภูมิที่กรุงเทพมหานครวัดได้ 37 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิที่ขอนแก่นวัดได้ 65 องศาฟาเรนไฮต์ สภาพอากาศที่จังหวัดใดร้อนกว่า และร้อนกว่าอยู่เท่าไร</p> <p>ก. ขอนแก่น ร้อนกว่า 29 องศาฟาเรนไฮต์</p> <p>ข. ขอนแก่น ร้อนกว่า 6 องศาเซลเซียส</p> <p>ค. กรุงเทพมหานคร ร้อนกว่า 32 องศาฟาเรนไฮต์</p> <p>ง. กรุงเทพมหานคร ร้อนกว่า 4 องศาเซลเซียส</p>	หน่วยวัดอุณหภูมิ	จุดเยือกแข็ง	จุดเดือด	เซลเซียส	0 °C	100 °C	เคลวิน	273 K	173 K	ฟาเรนไฮต์	32 °F	212 °F	โรเมอร์	0 °R	80 °R			✓
หน่วยวัดอุณหภูมิ	จุดเยือกแข็ง	จุดเดือด																
เซลเซียส	0 °C	100 °C																
เคลวิน	273 K	173 K																
ฟาเรนไฮต์	32 °F	212 °F																
โรเมอร์	0 °R	80 °R																

ข้อสอบบริบทวิทยาศาสตร์	สมรรถนะทางคณิตศาสตร์		
	การทำให้ใหม่	การต่อเชื่อม	การสะท้อนและการสื่อสาร
<p>หลักการทํางานของเทอร์โมมิเตอร์ (ต่อ)</p> <p>13. น้ำร้อนในแก้วมีอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นำแก้วน้ำเข้าไปไว้ในตู้เย็นที่ทำให้อุณหภูมิลดลง 4 องศาฟาเรนไฮต์ต่อนาที หากตั้งแก้วน้ำไปวางไว้ในตู้เย็น 15 นาที น้ำในแก้วจะมีอุณหภูมิเท่าไร</p> <p>ก. 20 องศาเซลเซียส ข. 52 องศาเซลเซียส ค. 65 องศาเซลเซียส ง. 76 องศาเซลเซียส</p>		✓	
<p>หลักการทํางานของเทอร์โมมิเตอร์ (ต่อ)</p> <p>14. น้ำในแก้วมีอุณหภูมิ 65 องศาฟาเรนไฮต์ จะใช้เวลาเท่าไรในการตั้งแก้วน้ำไว้ในช่องแช่แข็งของตู้เย็นจึงจะทำให้ น้ำกลายเป็นน้ำแข็ง เมื่ออุณหภูมิในช่องแช่แข็งทำให้น้ำมีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไปลดลงนาทีละ 0.5 องศาฟาเรนไฮต์</p> <p>ก. 64 นาที ข. 65 นาที ค. 66 นาที ง. 67 นาที</p>	✓		





ภาคผนวก ง

หนังสือขอความร่วมมือในการวิจัย

พหุบัณฑิตวิทยาลัย



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216

ที่ อว 0605.5(2) / ว 1054

วันที่ 10 มกราคม 2562

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผศ.ดร.มนตรี ทองมูล

ด้วย นางสาวรสสุคนธ์ แสงแก้ว นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม. วิจัยและประเมินผลการศึกษา โดยมี รศ.ดร.สมบัติ ท้ายเรือคำ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รุ่งสรรค์ โฉมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์





ที่ อว 0605.5(2) / ว 1054

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

10 มกราคม 2562

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผศ.ดร.ปาริชาติ ประเสริฐสังข์

ด้วย นางสาวรสสุคนธ์ แสงแก้ว นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม. วิจัยและประเมินผลการศึกษา โดยมี รศ.ดร.สมบัติ ท้ายเรือคำ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รุ่งสรรค์ โฉมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0935246415



ที่ อว 0605.5(2) / ว 1054

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

10 มกราคม 2562

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ดร. อธิฤทธิ พงษ์ปิยะรัตน์

ด้วย นางสาวรสสุคนธ์ แสงแก้ว นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนาโปรแกรม เสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตร กศ.ม. วิจัยและประเมินผลการศึกษา โดยมี รศ.ดร.สมบัติ ท้ายเรือคำ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมี ประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รุ่งสรรค์ โฉมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174

เบอร์โทรนิสิต 0935246415

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม



ที่ อว 0605.5(2) / ว 1054

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

10 มกราคม 2562

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผศ.ดร. พิชรี จันทร์เพ็ง

ด้วย นางสาวรสสุคนธ์ แสงแก้ว นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม. วิจัยและประเมินผลการศึกษา โดยมี รศ.ดร.สมบัติ ท้ายเรือคำ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตนี้นำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รุ่งสรรค์ โฉมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0935246415



ที่ อว 0605.5(2) / ว 1054

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

10 มกราคม 2562

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน อาจารย์สัตยา กุสุมาลย์

ด้วย นางสาวรสสุคนธ์ แสงแก้ว นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม. วิจัยและประเมินผลการศึกษา โดยมี รศ.ดร.สมบัติ ท้ายเรือคำ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตนจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รุ่งสรรค์ โฉมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0935246415

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม



ที่ อว 0605.5(2) / ว 1054

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

10 มกราคม 2562

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน อาจารย์ทับทิม ประมุขจะนัง

ด้วย นางสาวรสสุคนธ์ แสงแก้ว นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม. วิจัยและประเมินผลการศึกษา โดยมี รศ.ดร.สมบัติ ท้ายเรือคำ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตนจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รุ่งสรรค์ โฉมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0935246415

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวรสสุนทร แสงแก้ว
วันเกิด	วันที่ 24 เดือน เมษายน พ.ศ. 2536
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	6 ซอยริมคลองสมถวิล 23/3 ถนนริมคลองสมถวิล ตำบลตลาด อำเภอเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม 44000
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	ครู
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนผดุงนารี 143 ถนนผดุงวิทย์ ตำบลตลาด อำเภอเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม 44000
ประวัติการศึกษา	พ.ศ.2553 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม พ.ศ.2559 ปริญญาศึกษาศาสตรบัณฑิต (ศษ.บ.) เกียรตินิยมอันดับ 2 สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น พ.ศ.2562 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม

พูนัน ปณฺ ทิโต ชีเว