

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

สื่อการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับชั้นประถมศึกษา
COMPUTER AIDED INSTRUCTION FOR MATHEMATICS EDUCATION
IN PRIMARY SCHOOL LEVEL



ปฏิญานีพินธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**COMPUTER AIDED INSTRUCTION FOR MATHEMATICS EDUCATION
IN PRIMARY SCHOOL LEVEL**



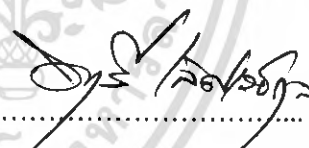
A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMNT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR IN DEPARTMENT OF INFORMATION ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2007

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ ชื่อการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับชั้นประถมศึกษา
ชื่อนักศึกษา นายศรัณย์ จันทะแจ่ม รหัสประจำตัว 47010743
 นายอัฐกร ศรีประศาสน์ รหัสประจำตัว 47010972
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ. มยุรี เลิศเวชกุล
ระดับการศึกษา ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
 สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ
ภาควิชา วิศวกรรมสารสนเทศ
ปีการศึกษา 2550

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้รับการอนุมัติเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรม
ศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



(ผศ. มยุรี เลิศเวชกุล)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปฏิญญานิพนธ์	สื่อการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับชั้นประถมศึกษา	
ชื่อนักศึกษา	นายศรัณย์ จันทะแจ้ง	รหัสประจำตัว 47010743
	นายอัฐกร ศรีประศาสน์	รหัสประจำตัว 47010972
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. มยุรี เลิศเวชกุล	
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	
	สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ	
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ	
ปีการศึกษา	2550	

บทคัดย่อ

ปฏิญญานิพนธ์นี้กล่าวถึงการสร้างสื่อการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา ซึ่งเป็นสื่อการเรียนการสอนที่แตกต่างจากสื่อการเรียนการสอนโดยทั่วไป กล่าวคือ สื่อการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่มีจำหน่ายอยู่ทั่วไปในท้องตลาดจะใช้วิธีการเขียนโจทย์หรือคำถามที่ตายตัวเก็บไว้ในฐานข้อมูล เมื่อผู้เรียนต้องการใช้งาน โปรแกรมก็จะทำการสุ่มคำถามขึ้นมาเพื่อให้ผู้เรียนตอบคำถาม ซึ่งในบางครั้งเมื่อผู้เรียนได้ใช้งาน โปรแกรมดังกล่าวจนจบ หรือเมื่อนักกลับมาใช้งานใหม่ โจทย์หรือคำถามที่ได้ก็จะซ้ำเดิม หรือมีการสุ่มโจทย์หรือคำถามเดิมขึ้นมา ซึ่งไม่เป็นการพัฒนาผู้เรียนอย่างแท้จริง เนื่องจากการตอบคำถามของผู้เรียนเกิดจากการจดจำ มิใช่การคิด-คำนวณ ดังนั้น โปรแกรมสื่อการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นมานี้จะมาแก้ไขปัญหาดังกล่าวและตอบสนองการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยโปรแกรมสื่อการเรียนการสอนจะสามารถสร้าง โจทย์ที่หลากหลายและไม่ซ้ำเดิม ด้วยความสามารถในการคิดและสร้าง โจทย์ด้วยตัวของโปรแกรมเองและ โปรแกรมยังได้จัดแบ่งคำถามตามระดับความยากง่ายตามความเหมาะสมของการเรียนรู้อย่างเป็นขั้นเป็นตอน เพื่อการพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนรู้ได้อย่างเต็มศักยภาพ อย่างเป็นระบบระเบียบและเป็นลำดับขั้นตอน และในส่วนของ การสอนนั้นก็ได้มีการรวบรวมและเรียบเรียงเนื้อหาให้มีความกระชับและสามารถเข้าใจได้ง่ายขึ้น โดยในเนื้อหาการสอนนั้นก็ได้ถูกออกแบบให้ผู้เรียนจำน้อยลงและปรับเปลี่ยนไปสู่การวิเคราะห์การแก้ปัญหาด้วยความรู้ที่ผู้เรียนมีหรือที่ได้ทำการศึกษาไปแล้ว ในการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนนี้ได้นำภาษาจาวาเข้ามาใช้ เนื่องจากคุณสมบัติการเขียน โปรแกรมเชิงวัตถุซึ่งจะทำให้สามารถเขียน โปรแกรมได้อย่างเป็นระบบระเบียบง่ายต่อการเขียนโปรแกรมและพัฒนาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และดัดแปลงอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Computer Aided Instruction for Mathematics Education in Primary School Level	
Student	Mr. Saran Jantajaeng	ID. 47010743
	Mr. Attakorn Sriprasart	ID. 47010972
Advisor	Asst. Prof. Mayuree Lertwatechakul	
Graduate Level	Bachelor Degree of Information Engineering	
Department	Information Engineering	
Academic Year	2007	

ABSTRACT

In this thesis described the designing of instrument of Mathematic for primary school. Generally, Mathematics instruments are designed with some limits; questions and problems were created and saved in a database. The questions in database are chosen by random when learner uses the program. Thus some questions were chosen repeatedly. So learners may not enjoy or efficiently. So the program was created. To improve the limitation of the existing programs ; the main programs are well organized into 110 levels from very easy to the most hardest , step by step. Using the program, users would be trained to solve the problems by using their learning knowledge of previous levels. By this way, the program may develop learner efficiently and effectively. Computer Aided Instruction for Mathematics Education in Primary School Level was developed by using JAVA that its structure and architecture are easy for programming and developing.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้และการดำเนินโครงการต่างๆสามารถสำเร็จลุล่วงได้ ด้วยความช่วยเหลือและคำปรึกษาจากอาจารย์ ผศ. มยุรี เลิศเวชกุล และเพื่อนๆ เป็นอย่างดี ทั้งทางด้านความรู้ วิธีการดำเนินงานที่หลากหลายและการแก้ปัญหาต่างๆ จึงเป็นผลให้โครงการที่สำเร็จลุล่วงไปได้ ด้วยดีซึ่งก่อให้เกิดเป็นประโยชน์ต่อผู้ดำเนินงานทั้งทางด้านความรู้ ประสบการณ์ในการวางแผนการทำงาน การออกแบบ การสร้างโปรแกรม การแก้ไขปัญหาต่างๆ และการประยุกต์พัฒนาได้เป็นอย่างดี ทางคณะผู้จัดทำจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และตัดคู่อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูป	ฉ
สารบัญตาราง	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของ โครงการและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของ โครงการ	2
1.4 สถาปัตยกรรมของระบบหรือองค์ประกอบหลักของ โครงการ	2
1.5 ขั้นตอนการดำเนิน โครงการ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ความสำคัญของการศึกษาและความสำคัญของการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์	4
2.2 การศึกษาวิชาคณิตศาสตร์และสื่อการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ของประเทศไทย	5
2.3 กลุ่มทฤษฎีการเรียนรู้และการพัฒนาของมนุษย์	6
2.3.1 ความหมายของการเรียนรู้	7
2.3.2 ทฤษฎีการเรียนรู้	8
2.3.2.1 ทฤษฎีการเรียนรู้ตามกลุ่มพฤติกรรมนิยม	8
2.3.2.2 ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มปัญญานิยม	8
2.3.2.3 ตัวอย่างทฤษฎีการเรียนรู้	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3.3 ทฤษฎีการเรียนรู้ของกาเย่	14
2.3.3.1 ทฤษฎีการเรียนรู้ 8 ชั้นของกาเย่	14
2.3.3.2 องค์ประกอบที่สำคัญที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้จาก แนวคิดนักการศึกษา กาเย่	14
2.3.4 ทฤษฎีแห่งการสร้างสรรค์ด้วยปัญญา	15
2.3.4.1 ความหมายและสาระสำคัญของทฤษฎีการสร้างสรรค์ ด้วยปัญญา	15
2.3.4.2 หลักสำคัญของทฤษฎีการสร้างสรรค์ด้วยปัญญา	15
2.3.5 ทฤษฎีพัฒนาการทางปัญญา	16
2.3.6 ทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์	17
2.3.6.1 ทฤษฎีแห่งการฝึกฝน	17
2.3.6.2 ทฤษฎีแห่งการเรียนรู้โดยบังเอิญ	17
2.3.6.3 ทฤษฎีแห่งความหมาย	17
2.3.7 หลักการสอนคณิตศาสตร์	18
2.3.8 คุณสมบัติของการสอนเพื่อประสิทธิภาพและประสิทธิผล	20
2.4 กลุ่มความหมายหลักการและลักษณะของ โจทย์ปัญหาของคณิตศาสตร์ที่ดี	21
2.4.1 ความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์	21
2.4.2 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์	22
2.4.2.1 เมื่อพิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหา	22
2.4.2.2 เมื่อพิจารณาจากตัวผู้แก้ปัญหาและความซับซ้อน ของปัญหา	22
2.4.2.3 เมื่อพิจารณาตามลักษณะของปัญหา	23
2.4.3 ลักษณะของปัญหาของคณิตศาสตร์ที่ดี	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4.4 กลุ่มทฤษฎีของกระบวนการในการคิดและกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา	25
2.4.4.1 กระบวนการแก้ปัญหาตามทฤษฎีของโพลยา	26
2.4.4.2 กระบวนการแก้ปัญหาตามทฤษฎีของเทรทท์แมน และลิทเทนเบอร์ก	27
2.4.4.3 กระบวนการแก้ปัญหาตามทฤษฎีของเบลล์	28
2.4.4.4 กระบวนการทางความคิดและยุทธวิธีในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์	28
2.4.4.5 ยุทธวิธีแจกรณีเป็นไปได้อ	31
2.4.4.6 ยุทธวิธีการสร้างตารางหรือกราฟ	31
2.4.4.7 ยุทธวิธีเขียนแผนภาพหรือภาพประกอบ	31
2.4.4.8 ยุทธวิธีการทำย้อนกลับ	31
2.4.4.9 ยุทธวิธีการใช้เหตุผล	32
2.4.4.10 ยุทธวิธีพิจารณากรณีที่ยากกว่าหรือแบ่งเป็น ปัญหาย่อย	32
2.4.4.11 ยุทธวิธีการใช้แบบจำลอง	32
2.5 ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน	33
2.6 วิธีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา	35
2.7 ความสำคัญของเทคโนโลยีที่มีผลต่อการศีกษา	36
2.8 ภาษาโปรแกรมเชิงวัตถุ	38
2.8.1 กฎของโปรแกรมเชิงวัตถุ	38
2.8.2 หลักการพื้นฐานของภาษาโปรแกรมเชิงวัตถุ	38
2.8.3 คุณสมบัติของภาษาจาวาที่มีความโดดเด่น	39
2.9 ภาษาจาวาเซิร์ฟเวอร์เพจ	42
2.9.1 ข้อได้เปรียบของจาวาเซิร์ฟเพจ	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และดัดแปลงอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.9.2 โครงสร้างและขั้นตอนการทำงานของจาวาเซิร์ฟเวอร์เพจ	43
2.9.3 ขั้นตอนการประมวลผลของไฟล์จาวาเซิร์ฟเวอร์เพจ	44
บทที่ 3 การออกแบบโครงการงาน	46
3.1 การออกแบบด้านคุณสมบัติของโปรแกรมเพื่อการเรียนการสอน	46
3.2 การออกแบบด้านการเขียนโปรแกรมเพื่อการเรียนการสอน	52
3.2.1 กระบวนการต่างๆ ของส่วนการสร้างตัวเลข	53
3.2.2 กระบวนการต่างๆ ของการคำนวณร่วมกัน	54
3.2.3 กระบวนการต่างๆ ของส่วนการสร้างโจทย์	55
3.3 กระบวนการทำงานของโปรแกรม	74
3.4 คลาสไดอะแกรม	75
3.5 การออกแบบส่วนการสอน	78
3.6 การออกแบบส่วนการเชื่อมต่อที่ทำงานระบบออนไลน์	81
3.6.1 การออกแบบส่วนของการเรียนรู้	82
3.6.2 การออกแบบส่วนการทดสอบ	82
บทที่ 4 ผลการทดลอง	84
4.1 ผลการทดลองการใช้งานโปรแกรมเพื่อการเรียนการสอนวิชา คณิตศาสตร์	84
4.1.1 ผลการทดลองเมื่อเริ่มต้นใช้โปรแกรม	84
4.1.2 ผลการทดลองเมื่อทำการเลือกระดับการทดสอบ	85
4.1.3 ผลการทดลองหลังจากทำการตอบคำถาม	86
4.1.4 รูปแบบของคำถามและการตอบคำถาม	87
4.1.5 ผลการทดลองเมื่อเลือกระดับการเรียนรู้	89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และข้อมูลอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.1.6 ผลการทดลองเมื่อทำการเลือกระดับทดสอบ ซึ่งยังไม่ได้ปิดระดับนั้นแล้วทำการเลือกเพิ่ม	91
4.2 ผลการทดลองการใช้งานสื่อการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ผ่าน การให้บริการออนไลน์	91
4.2.1 ผลการทดลองเมื่อเริ่มใช้โปรแกรม	91
4.2.2 ผลการทดลองเมื่อเข้าสู่หมวดการเรียนรู้	92
4.2.3 ผลการทดลองเมื่อเข้าสู่หน้าต่างเนื้อหาการเรียนรู้	94
4.2.4 ผลการทดลองเมื่อผู้ใช้งานเข้าสู่หมวดการทดสอบ	96
4.2.5 ผลการทดลองเมื่อผู้ใช้งานเลือกหัวข้อการเรียนรู้	98
4.2.6 ผลการใช้งานเมื่อผู้ใช้งานตอบคำตอบ	98
บทที่ 5 สรุป	100
5.1 สรุปการพัฒนาโครงการ	100
5.2 ปัญหาที่เกิดในการพัฒนาโครงการ	100
5.3 ข้อจำกัดของโครงการที่พัฒนา	101
5.4 แนวทางการพัฒนาต่อ	101
บรรณานุกรม	102

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และข้อมูลอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 รูปขั้นตอนการประมวลผลของไฟล์จาวาเซิร์ฟเวอร์เพจ	44
รูปที่ 3.1 แผนภาพการสุ่มตัวเลขตามช่วงที่กำหนด	53
รูปที่ 3.2 แผนภาพการคำนวณเศษส่วนอย่างต่ำ	54
รูปที่ 3.3 แผนภาพการสร้างสมการการบวกที่ไม่ทำให้เกิดการทด	55
รูปที่ 3.4 แผนภาพการสร้างสมการการบวกที่ทำให้เกิดการทด	56
รูปที่ 3.5 แผนภาพการสร้างสมการการบวกที่ทำให้เกิดการทดทอด	57
รูปที่ 3.6 แผนภาพการสร้างสมการการลบที่ไม่ให้เกิดการยืม	58
รูปที่ 3.7 แผนภาพการสร้างสมการการลบที่ทำให้เกิดการยืม แต่ไม่ติดลบ	59
รูปที่ 3.8 แผนภาพการสร้างสมการการลบที่ทำให้เกิดการติดลบ	60
รูปที่ 3.9 แผนภาพการสร้างสมการระคน	61
รูปที่ 3.10 แผนภาพการสร้างโจทย์ปัญหา	62
รูปที่ 3.11 แผนภาพการสร้างสมการการหาร แบบหารลงตัว	63
รูปที่ 3.12 แผนภาพการสร้าง โจทย์ปัญหาหาระคนประยุกต์	64
รูปที่ 3.13 แผนภาพการสร้างสมการการบวกและการลบเศษส่วนที่มีส่วนเท่ากัน	65
รูปที่ 3.14 แผนภาพการสร้างสมการการบวกและการลบเศษส่วนที่มีส่วนไม่เท่ากัน	66
รูปที่ 3.15 แผนภาพการสร้างสมการการคูณเศษส่วนกับจำนวนเต็ม	67
รูปที่ 3.16 แผนภาพการสร้างสมการการคูณเศษส่วนกับเศษส่วน	68
รูปที่ 3.17 แผนภาพการสร้างสมการการบวกและลบจำนวนคละ	69
รูปที่ 3.18 แผนภาพการสร้างสมการการบวกและลบทศนิยม	70
รูปที่ 3.19 แผนภาพการสร้างสมการการหารทศนิยม	71
รูปที่ 3.20 แผนภาพการสร้างสมการการหาร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์จากจำนวนเต็ม	72
รูปที่ 3.21 แผนภาพการสร้าง โจทย์ปัญหาการหาพื้นที่สี่เหลี่ยมคางหมูจาก การคำนวณ	73
รูปที่ 3.22 แผนภาพการทำงานของโปรแกรม	74

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 3.23 ภาพโครงสร้างของโปรแกรมการสร้างและสุ่มตัวเลข	75
รูปที่ 3.24 ภาพโครงสร้างของโปรแกรมการสร้างสมการและโจทย์ปัญหา	76
รูปที่ 3.25 ภาพโครงสร้างของโปรแกรมส่วนเชื่อมต่อผู้ใช้	77
รูปที่ 3.26 ภาพโครงสร้างของโปรแกรมส่วนการคำนวณร่วมหรือการคำนวณทั่วไป	78
รูปที่ 3.27 ภาพการวิเคราะห์รูปสี่เหลี่ยมด้านขนานและสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน	81
รูปที่ 3.28 ภาพแสดงการของส่วนการสอน	82
รูปที่ 3.29 ภาพกระบวนการทำงานของส่วนการทดสอบ	83
รูปที่ 4.1 ภาพหน้าหลักของโปรแกรม	84
รูปที่ 4.2 ภาพการเลือกระดับการทดสอบ	85
รูปที่ 4.3 ภาพโจทย์คำถามในระดับที่เลือก	85
รูปที่ 4.4 ภาพผลการตอบคำถามเมื่อตอบคำถามถูกต้อง	86
รูปที่ 4.5 ภาพผลการตอบคำถามเมื่อตอบคำถามผิด	86
รูปที่ 4.6 ภาพการตอบคำถามเมื่อผู้ใช้งานไม่ได้ใส่คำตอบ	86
รูปที่ 4.7 ภาพการจบโปรแกรม	87
รูปที่ 4.8 ตัวอย่างโจทย์ชนิดสมการและการตอบเป็นจำนวนเต็ม	87
รูปที่ 4.9 ตัวอย่างโจทย์ชนิดสมการและการตอบเป็นจำนวนทศนิยม	88
รูปที่ 4.10 ตัวอย่างโจทย์ชนิดตัวเลขและการตอบเป็นคำอ่าน	88
รูปที่ 4.11 ตัวอย่างโจทย์ปัญหาและการตอบเป็นตัวเลขชนิดจำนวนเต็มและหน่วย	88
รูปที่ 4.12 ตัวอย่างโจทย์ชนิดสมการและการตอบเป็นเศษส่วน	89
รูปที่ 4.13 ตัวอย่างโจทย์ชนิดสมการและการตอบเป็นจำนวนคละ	89
รูปที่ 4.14 ภาพการเลือกระดับการเรียนรู้	89
รูปที่ 4.15 ภาพหัวข้อการเรียนรู้ที่เลือก	90
รูปที่ 4.16 ภาพผลการเลือกระดับการเรียนรู้เมื่อยังไม่ได้ปีระดับทดสอบก่อนหน้า	91
รูปที่ 4.17 ภาพหน้าหลักของสื่อการเรียนการสอนแบบออนไลน์	92
รูปที่ 4.18 ภาพหน้าหลักของสื่อการเรียนการสอนแบบออนไลน์ในหมวดเรียนรู้	93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และดัดแปลงอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.19 ภาพการเลือกหัวข้อการเรียนรู้	93
รูปที่ 4.20 ภาพการเลือกหัวข้อการเรียนรู้ (ต่อ)	94
รูปที่ 4.21 ภาพหัวข้อการเรียนรู้ที่เลือก	95
รูปที่ 4.22 ภาพหน้าหลักของสื่อการเรียนการสอนแบบออนไลน์หมวดทดสอบ	96
รูปที่ 4.23 ภาพการเลือกหัวข้อการทดสอบ	97
รูปที่ 4.24 ภาพการเลือกหัวข้อการทดสอบ (ต่อ)	97
รูปที่ 4.25 ภาพส่วนของคำถามและส่วนรับคำตอบ	98
รูปที่ 4.26 ภาพผลเฉลยของคำถาม	99



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3.1 ตารางระดับของสมการและโจทย์ปัญหา	47
ตารางที่ 3.2 ตารางระดับของบทเรียน	79



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงการและความสำคัญของปัญหา

เนื่องด้วยในปัจจุบันคอมพิวเตอร์เป็นสื่อที่สามารถเข้าถึงผู้คนได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะบุคคลที่อยู่ในวัยเด็กและในวัยรุ่น ดังนั้นช่องทางการสื่อสารนี้จึงเป็นช่องทางที่จะสามารถเข้าถึงและสร้างความสนใจในการเรียนรู้แก่กลุ่มคนวัยดังกล่าวได้เป็นอย่างดี โปรแกรมการเรียนการสอนในวิชาเนื้อหาต่าง ๆ และรวมถึงความรู้ต่าง ๆ จึงได้เกิดขึ้น ในทางด้านวิชาคณิตศาสตร์ก็ได้มีการนำสื่อการเรียนรู้อิงคอมพิวเตอร์มาใช้กันอย่างแพร่หลาย แต่ปัญหาที่เราพบในปัจจุบันนั้นคือการที่โปรแกรมการเรียนการสอนทางด้านคณิตศาสตร์ที่มีการสร้างคำถามทั้งที่เป็นสมการและโจทย์ปัญหานั้น จะมีรูปแบบของโปรแกรมเป็นแบบการสร้างและคิดคำถามขึ้นมาอย่างตายตัวและเก็บไว้ในฐานข้อมูล และเมื่อมีการเรียนใช้งานตัวโปรแกรมก็จะทำการสุ่มคำถามนั้น ๆ ขึ้นมาจากฐานข้อมูล ซึ่งปัญหาที่พบบ่อยครั้งในการสุ่มคำถามขึ้นมาคือการที่คำถามถูกสุ่มซ้ำแล้วซ้ำอีก ทำให้การตอบคำถามของผู้ใช้งานนั้นเกิดจากการจดจำได้มิใช่เป็นการคิดคำนวณอย่างแท้จริง แต่ด้วยการคิดและพัฒนาโครงการนี้ขึ้นมาเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยโปรแกรมสื่อการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์นี้จะถูกออกแบบและสร้างขึ้นมาให้มีความสามารถที่จะคิดและสร้าง โจทย์คำถามขึ้นมาได้เองตามขอบเขตที่กำหนด ทั้งในรูปของสมการและโจทย์ปัญหา และมีรูปแบบการเรียนรู้อย่างเป็นขั้นเป็นตอนอย่างสัมพันธ์กันจากง่ายไปยาก ซึ่งจะเป็นการพัฒนาตัวผู้เรียนได้แท้จริงอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล เพราะปัญหาทุกข้อทุกปัญหานั้นจะต้องใช้การคิดวิเคราะห์และคำนวณ มิใช่ตอบจากการจดจำ และการเรียนรู้เป็นขั้นเป็นตอนก็จะทำให้ผู้เรียนสามารถที่จะพัฒนาตนเองได้ตั้งแต่จากระดับพื้นฐานไปสู่การต่อยอดที่ดี

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

- เพื่อสร้างสื่อการเรียนรู้อารมณ์ใหม่ ที่มีเนื้อหาและคำบรรยายที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจ
- เพื่อสร้างที่การสอนที่มีรูปแบบการสอนในเชิงการคิดวิเคราะห์และการประยุกต์ โดยไม่เน้นการท่องจำ
- เพื่อสร้างโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพที่จะพัฒนาผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- เพื่อผู้เรียนจะสามารถสนุกสนานไปกับการเรียนรู้ได้อย่างไม่เบื่อหน่ายจนละทิ้งการฝึกฝน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เพื่อให้ผู้เรียนประหยัดค่าใช้จ่ายในการซื้อโปรแกรมหลายๆ อัน เนื่องจากความซ้ำซากของโปรแกรมที่ใช้อยู่
- เพื่อเป็นรากฐานในการพัฒนาโปรแกรมสื่อการเรียนการสอนสำหรับวิชาคณิตศาสตร์ ที่มีรูปแบบที่หลากหลายและสำหรับแต่ละชั้นการศึกษา
- เพื่อสร้างสื่อการเรียนการสอน ที่จะสามารถพัฒนาผู้เรียนได้ในทุกที่และทุกเวลา
- เพื่อเป็นต้นแบบของการพัฒนาโปรแกรมสื่อการเรียนการสอนในวิชาอื่นๆ

1.3 ขอบเขตของโครงการ

สร้างโปรแกรมสื่อการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์สำหรับชั้นประถมศึกษา โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่แสดงเนื้อหาการสอนในบทเรียนต่าง ๆ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา การทดสอบที่มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์และ โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้เอง และส่วนของการเชื่อมต่อผู้ใช้ โดยส่วนการสร้างสมการและ โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโปรแกรมดังกล่าวถูกพัฒนาขึ้นด้วยภาษาจาวา (JAVA) โปรแกรมที่ถูกสร้างและพัฒนาขึ้นมาจะถูกระเบียบความยากง่ายออกเป็นระดับ ๆ (Levels) ในแต่ละระดับจะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน เพื่อการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ เป็นการเรียนรู้อย่างช้า ๆ และค่อยเป็นค่อยไป จนทำให้ผู้เรียนรู้เกิดความเข้าใจและความสามารถในการแก้ไขสมการและ โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และในส่วนของการเชื่อมต่อกับผู้ใช้จะถูกสร้างขึ้นมาใน 2 รูปแบบ คือ ในรูปแบบของการทำงานในโปรแกรมของตัวเอง และส่วนที่ทำงานบนเว็บไซต์

1.4 สถาปัตยกรรมของระบบหรือองค์ประกอบหลักของโครงการ

องค์ประกอบของโครงการประกอบไปด้วย โปรแกรมที่ใช้เป็นส่วนของการสอนเนื้อหาในวิชาคณิตศาสตร์สำหรับชั้นประถมศึกษา โปรแกรมในการสร้างสมการและ โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งโปรแกรมดังกล่าวถูกเขียนขึ้นด้วยภาษาจาวาซึ่งเป็นการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ ดังนั้นการเขียนโปรแกรมในการสร้างสมการและ โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์จึงจะมีรูปแบบในการเขียน คือ การรวมส่วนที่เหมือนกันเข้าไว้ด้วยกัน โดยสามารถใช้งานร่วมกันได้ และส่วนที่แตกต่างกันก็จะเขียนแยกส่วน รวมถึงคุณสมบัติการนำกลับมาใช้ใหม่ อาทิ ตัวแปร เป็นต้น และเมื่อทำการสร้างโปรแกรมในการสร้างสมการและ โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เสร็จ โปรแกรมก็จะสามารถทำงานได้ใน 2 รูปแบบ คือ

การทำงานในตัวโปรแกรมเอง โดยใช้การเขียนส่วนเชื่อมต่อผู้ใช้งาน โปรแกรมเดียวกับโปรแกรมการสร้างสมการและโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เลย ซึ่งก็คือภาษาจาวา และรูปแบบที่ทำงานผ่านการให้บริการผ่านเว็บไซต์ โดยการสร้างแอปพลิเคชันดังกล่าวจะถูกสร้างขึ้นโดยจาวาเซิร์ฟเวอร์เพจ (Java Server Pages) และเฮชทีเอ็มแอล (HTML)

1.5 ขั้นตอนการดำเนินโครงการงาน

- 1) ทำการศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้และการสอนต่าง ๆ
- 2) ทำการศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้และการสอนวิชาคณิตศาสตร์ต่าง ๆ
- 3) ทำการศึกษาและหาขอบเขตข้อมูลของวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับชั้นประถมศึกษา
- 4) จัดหมวดหมู่หัวข้อการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับชั้นประถมศึกษา
- 5) แบ่งระดับความยากง่ายในแต่ละหมวดหมู่จากง่ายไปยาก
- 6) สร้างความสัมพันธ์ในแต่ละระดับ
- 7) เขียนโปรแกรมโดยเริ่มจากส่วนหลักไปสู่ส่วนย่อย
- 8) ทดสอบและพัฒนาปรับปรุง โปรแกรมที่สร้างขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความสำคัญของการศึกษาและความสำคัญของการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์

การศึกษานับเป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่งต่อการพัฒนาคุณภาพของคนในประเทศ เพราะรากฐานของชาติ คือ คน รากฐานของคน คือ การศึกษา คนที่มีคุณภาพจะช่วยสร้างความเจริญที่ยั่งยืนในอนาคตได้ การเตรียมคนที่มีคุณภาพเพื่อเป็นผู้นำด้านต่าง ๆ จึงเป็นเรื่องที่สำคัญ ที่จะนำพาชาติให้เจริญก้าวหน้า การปรับโครงสร้างทางการศึกษา การปฏิรูปการศึกษาต้องทำอย่างจริงจังและจริงใจ ต้องร่วมมือกัน เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดทางการศึกษา การฝึกฝนคนที่มีสติปัญญาให้ได้เป็นผู้นำในการแก้ปัญหาต่าง ๆ อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นผู้นำในการสร้างสรรค์เทคโนโลยีใหม่ ๆ อันเป็นกำลังสำคัญในการบริหารและพัฒนาประเทศให้เจริญก้าวหน้า ต้องสร้างคนเก่งหัวกะทิขึ้นมาเพื่อเป็นผู้นำทางวิชาการในอนาคต แม้ว่าเราจะใช้เงินทองสักเท่าไรก็ตามถ้าทำได้ก็ย่อมมีความคุ้มค่า [1]

จากคำกล่าวข้างต้นเราจะเห็นได้ว่า การพัฒนาคนที่ยั่งยืนและมั่นคงนั้นคือการพัฒนาคนที่ การศึกษา เราจึงควรให้ความสำคัญแก่การศึกษาแก่เด็กและเยาวชนเป็นสำคัญ เพราะเมื่อเด็กและเยาวชนถูกปลูกฝังให้เป็นคนที่รักการศึกษาก่อนเป็นนิสัยแล้ว ก็จะทำให้เขาเติบโตขึ้นมาเป็นผู้ใหญ่ที่รัก การศึกษาและเป็นผู้ใหญ่ที่มีความรู้และคุณภาพ เป้าหมายของการศึกษาอาจจะมีหลากหลายอย่าง แต่มี จุดประสงค์เดียวกันคือ ความต้องการที่จะพัฒนาคนและคุณภาพของคนให้เป็นผู้ที่มีสติปัญญา รู้จัก แยกแยะ รู้จักคิดตัดสินใจโดยอยู่บนเหตุและผล รู้จักการแก้ปัญหาได้อย่างชาญฉลาด รู้เท่าทันการ เปลี่ยนแปลงต่อสิ่งต่าง ๆ อาทิ ความคิด บ้านเมือง และวิทยาการใหม่ เป็นต้น เป็นผู้มีความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ในสิ่งที่ดี ๆ สิ่งที่มีประโยชน์ รวมทั้งการเป็นรากฐานและแนวทางในการพัฒนาตนเองให้ เป็นบุคลากรที่มีประสิทธิภาพ มีพฤติกรรมที่ดีเป็นที่ยอมรับและเชิดชูของสังคม ดังนั้นการศึกษาและ การจัดการศึกษาในปัจจุบันจึงได้มุ่งเน้นไปที่การจัดการและแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบระเบียบบนเหตุ และผล

ในการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์คือการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา และการหา วิธีทางในการแก้ปัญหา เป็นการฝึกกระบวนการคิด ทำให้ผู้เรียนรู้จักการคิดวิเคราะห์หาเหตุผล ดังคำ กล่าวที่ว่า “ การแก้ปัญหาคควรจะเป็นจุดเน้นที่สำคัญในหลักสูตรคณิตศาสตร์ เป็นเป้าหมายพื้นฐานใน การสอนคณิตศาสตร์ และเป็นอันหนึ่งอันเดียวกับการเรียนคณิตศาสตร์ ” [2]

ดังนั้น วิชาคณิตศาสตร์จึงถือเป็นวิชาที่สำคัญและเป็นพื้นฐานของการศึกษาทางความคิดของมนุษย์ การเรียนวิชาคณิตศาสตร์จึงควรมุ่งเน้นการให้ผู้เรียนสามารถที่จะได้รับประสบการณ์ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งถือเป็นทักษะพื้นฐานที่สำคัญ เพื่อนำไปใช้ในการดำเนินชีวิต ดังที่โพลยา (Polya) นักการศึกษาได้กล่าวไว้ว่า “ การแก้ปัญหาคือเป็นพฤติกรรมพื้นฐานของมนุษย์ส่วนใหญ่ที่สุดของความคิด ขณะที่มนุษย์ยังมีสติจะเกี่ยวข้องกับปัญหา และจะต้องแก้ปัญหายอยู่ตลอดเวลา เพื่อบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ ” ทักษะในการแก้ปัญหาดังกล่าวของมนุษย์ที่ดั้นนั้นย่อมเกิดจากทักษะพื้นฐานที่ดี ถ้าหากเป็นบุคคลที่มีทักษะในการแก้ไขปัญหาคือดีแล้วย่อมสร้างให้เกิดประโยชน์เป็นอย่างยิ่งทั้งต่อตนเองและส่วนรวม

การศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ถือเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการสร้างความคิดที่เป็นเหตุเป็นผลในการแก้ไขปัญหา ซึ่งพื้นฐานดังกล่าวจะเป็นทักษะที่ส่งผลให้เกิดการส่งเสริมความสามารถในการพัฒนาทักษะอื่น ๆ ได้แก่ ความคิดสร้างสรรค์ ความคิดวิจารณ์ญาณ และส่งเสริมกลยุทธ์ต่าง ๆ ได้แก่ การเป็นคนช่างสังเกต ความสามารถในการออกแบบ การตัดสินใจ การใช้สมองในการคิดวิเคราะห์พิจารณา ซึ่งเราจะเห็นได้ว่าทุกสิ่งทุกอย่างที่กล่าวมานั้นล้วนมีพื้นฐานมาจากวิชาคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น

2.2 การศึกษาวิชาคณิตศาสตร์และสื่อการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ของประเทศไทย

จากความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ที่กล่าวมานั้นจึงทำให้นานาประเทศ รวมถึงประเทศไทย ต่างตื่นตัวกับการส่งเสริมการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ให้กับเด็กและเยาวชนในประเทศของตน สำหรับประเทศไทย ในระดับชั้นประถมศึกษาได้จัดวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในกลุ่มทักษะ และจากการประเมินคุณภาพการศึกษาของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2541 โดยสำนักทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินิยม พบว่าวิชาคณิตศาสตร์ 1 มีคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนเท่ากับ 18.6 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน และวิชาคณิตศาสตร์ 2 มีคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนเท่ากับ 19.6 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน ซึ่งถือว่าค่อนข้างต่ำกว่าคุณภาพ จึงสามารถคาดเดาได้ว่า ความสามารถในการคิดและการวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล การคิดอย่างมีระบบ และความสามารถในการแก้ปัญหา ของเด็กไทยยังไม่ดีเท่าที่ควร ทั้งนี้เนื่องจากการขาดการปลูกฝังนิสัยในการคิดบนหลักของเหตุผล และอาจจะเป็นเพราะการขาดแรงจูงใจที่มีต่อเด็ก ดังนั้นสื่อการเรียนการสอนจึงเกิดขึ้นมา ซึ่งถือเป็นช่องทางในการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะเป็นสื่อที่ดึงดูดใจทั้งจากรูปแบบในการนำเสนอที่จูงใจ การประยุกต์การเรียนรู้ให้มีความสนุกสนาน และเทคนิคในการเรียนที่จะทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจได้ง่ายและดีขึ้น

แต่สำหรับสื่อการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในประเทศไทยในปัจจุบัน ส่วนใหญ่ถูกออกแบบมาให้มีลักษณะที่ตายตัว คำถามเกิดจากการเขียนขึ้นมาอย่างตายตัว ดังนั้นผู้เรียนที่ใช้สื่อการเรียนการสอนประเภทนี้ก็จะเกิดปัญหา คือ การตอบคำถามในบางครั้งจะเกิดจากการจดจำอันเนื่องมาจากคำถามที่มีอยู่อย่างจำกัดและถูกใช้ซ้ำไปซ้ำมา ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนไม่สามารถพัฒนาทักษะและความสามารถทางความคิดได้อย่างแท้จริงตามหลักการทางคณิตศาสตร์ และสื่อชนิดนี้ถือได้ว่าเป็นสื่อที่ไม่ตรงตามกระบวนการในการแก้ปัญหา

ดังนั้นสื่อการเรียนการสอนชนิดใหม่ตามโครงการนี้จึงได้ถูกพัฒนาขึ้นมา ซึ่งมีความสามารถในการคิด และสร้างสรรค์สมการและโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ขึ้นมาได้ด้วยความสามารถของตัวโปรแกรมเอง ซึ่งจะทำให้สมการและโจทย์ปัญหาที่ถูกคิดขึ้นมาให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดในการแก้ปัญหาไม่เกิดการซ้ำกัน ย่อมขจัดการตอบคำถามจากการจำได้ออกไป โปรแกรมดังกล่าวยังมีการจัดรูปแบบการเรียนรู้อย่างเป็นระดับขั้นบันไดจากง่ายไปยาก ซึ่งในแต่ละระดับจะมีความสัมพันธ์กันและเป็นพื้นฐานของกันและกัน และโปรแกรมดังกล่าวยังได้ถูกพัฒนาขึ้นบนทฤษฎีการเรียนรู้ของมนุษย์ซึ่งจะได้กล่าวในส่วนต่อไป ดังนั้นการเรียนรู้และการฝึกฝนของผู้เรียนจากโปรแกรมของโครงการนี้จะสามารถนำพาให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการคิด การวิเคราะห์ อย่างมีระบบระเบียบบนพื้นฐานของเหตุและผล ได้อย่างแท้จริง

ในการสร้างสื่อการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่ดึนั้นเราจะต้องศึกษาทฤษฎีและความสำคัญที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

- กลุ่มทฤษฎีทางการเรียนรู้และการพัฒนาของมนุษย์
- กลุ่มความหมาย หลักการ และลักษณะของโจทย์ปัญหาของคณิตศาสตร์ที่ดี
- กลุ่มทฤษฎีของกระบวนการในการคิดและกลยุทธ์ในการแก้ไขปัญหา
- ความสำคัญของเทคโนโลยีที่มีผลต่อการศึกษา

2.3 กลุ่มทฤษฎีการเรียนรู้และการพัฒนาของมนุษย์

ในการสร้างสื่อการเรียนการสอนที่ดึนั้นควรศึกษาถึงปัจจัยที่มีความสำคัญที่สุดก่อน ซึ่งก็คือปัจจัยทางการเรียนรู้ของมนุษย์ ซึ่งจะทำให้เราสามารถที่จะสร้างและพัฒนาโปรแกรมสื่อการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพและมีความสามารถในการพัฒนาผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพให้ได้มากที่สุด

2.3.1 ความหมายของการเรียนรู้ [15]

ความหมายของการเรียนรู้ที่ได้มีผู้ให้ความหมายไว้หลายท่าน อาทิเช่น นักการศึกษา ออซู-เบล ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้ไว้ว่า การเรียนรู้ คือ การที่ผู้เรียนได้รับมาจากการที่ผู้สอนอธิบายสิ่งที่จะต้องเรียนรู้ให้ทราบและผู้เรียนรับฟังด้วยความเข้าใจ โดยผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรียนรู้ กับ โครงสร้างพุทธิปัญญาที่ได้เก็บไว้ในความทรงจำ และจะสามารถนำมาใช้ในอนาคต

การเรียนรู้ตามความหมายทางจิตวิทยา หมายถึง การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของบุคคล อย่างค่อนข้างถาวร อันเป็นผลมาจากการฝึกฝนหรือการมีประสบการณ์ จากความหมายดังกล่าว พฤติกรรมของบุคคลที่เกิดจากการเรียนรู้จะต้องมีลักษณะสำคัญ ดังนี้

1. พฤติกรรมที่เปลี่ยนไปจะต้องเปลี่ยนไปอย่างค่อนข้างถาวร จึงจะถือว่าเป็นการเรียนรู้ขึ้น หากเป็นการเปลี่ยนแปลงชั่วคราวก็ยังไม่ถือว่าเป็นการเรียนรู้ เช่น นักศึกษาพยายามเรียนรู้การออกเสียงภาษาต่างประเทศ บางคำ หากนักศึกษ้ออกเสียงได้ถูกต้องเพียงครั้งหนึ่ง แต่ไม่สามารถออกเสียงซ้ำให้ถูกต้องได้อีก ก็ไม่นับว่านักศึกษาเกิดการเรียนรู้การออกเสียงภาษาต่างประเทศ ดังนั้นจะถือว่านักศึกษาเกิดการเรียนรู้ก็ต่อเมื่อออกเสียงคำดังกล่าวได้ถูกต้องหลายครั้ง ซึ่งก็คือเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่ค่อนข้างถาวรนั่นเอง

อย่างไรก็ดี ยังมีพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมแต่เปลี่ยนแปลงชั่วคราวอันเนื่องมาจากการที่ร่างกายได้รับสารเคมี ยาบางชนิดหรือเกิดจากความเหนื่อยล้าเจ็บป่วยลักษณะดังกล่าวไม่ถือว่าเป็นพฤติกรรมที่เปลี่ยนไปนั้นเกิดจากการเรียนรู้

2. พฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงไปจะต้องเกิดจากการฝึกฝนหรือเคยมีประสบการณ์นั้น ๆ มาก่อน เช่น ความสามารถในการใช้คอมพิวเตอร์ ต้องได้รับการฝึกฝนและถ้าสามารถใช้เป็นแสดงว่าเกิดการเรียนรู้ หรือความสามารถในการขับรถ ซึ่งไม่มีใครขับรถเป็นมาแต่กำเนิดต้องได้รับการฝึกฝน หรือมีประสบการณ์ จึงจะขับรถเป็น ในประเด็นนี้มีพฤติกรรมบางอย่างที่เกิดขึ้นโดยที่เราไม่ต้องฝึกฝนหรือมีประสบการณ์ ได้แก่ พฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเจริญเติบโตหรือการมีวุฒิภาวะ และพฤติกรรมที่เกิดจากแนวโน้มการตอบสนองของเส้นประสาท [3] อย่างเช่น

ในด้านกระบวนการเจริญเติบโตหรือการมีวุฒิภาวะ ได้แก่ การที่เด็ก 2 ขวบสามารถเดินได้เอง ขณะที่ เด็ก 6 เดือนไม่สามารถเดินได้ฉะนั้นการเดินจึงไม่จัดเป็นการเรียนรู้แต่เกิดเพราะมีวุฒิภาวะ

เป็นต้น ส่วนในด้านแนวโน้มการตอบสนองของเผ่าพันธุ์โบเวอร์และฮิลการ์ด ใช้ในความหมายที่หมายถึงปฏิกิริยาสะท้อน (Reflex) เช่น กระพริบตาเมื่อฝุ่นเข้าตา ชักมือหนีเมื่อโดนของร้อน พฤติกรรมเหล่านี้ไม่ได้เกิดจากการเรียนรู้ แต่เป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติของเผ่าพันธุ์มนุษย์

2.3.2 ทฤษฎีการเรียนรู้

ทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยานั้นเราอาจแบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

2.3.2.1 ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพฤติกรรมนิยม (Behavioral Theory)

เป็นทฤษฎีที่มองธรรมชาติของมนุษย์ในลักษณะที่เป็นกลาง กล่าวคือ ไม่ดี - ไม่เลว (Neutral - Passive) การกระทำต่าง ๆ ของมนุษย์เกิดจากอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมภายนอก พฤติกรรมของมนุษย์เกิดจากการตอบสนองต่อสิ่งเร้า (Stimulus - Response) การเรียนรู้เกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนอง กลุ่มพฤติกรรมนิยมให้ความสนใจกับ " พฤติกรรม " มาก เพราะพฤติกรรมเป็นสิ่งที่เห็นได้ชัด สามารถวัดได้และทดสอบได้ ทฤษฎีในกลุ่มนี้ประกอบด้วยแนวคิดสำคัญ ๆ 3 แนวด้วยกันคือ ทฤษฎีการเชื่อมโยงของธอร์นไดค์ ทฤษฎีการวางเงื่อนไขและทฤษฎีการเรียนรู้ของฮัลล์ [4]

2.3.2.2 ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มปัญญานิยม (Cognitive Theory)

เป็นทฤษฎีที่เชื่อว่า "การเรียนรู้ของมนุษย์ไม่ใช่เรื่องของพฤติกรรมที่เกิดจากกระบวนการตอบสนองต่อสิ่งเร้าเพียงเท่านั้น การเรียนรู้ของมนุษย์มีความซับซ้อนมากกว่านั้น การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางความคิดที่เกิดจากการสะสมข้อมูลและการดึงข้อมูลออกมาใช้ในการกระทำและแก้ปัญหาต่างๆ การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสติปัญญาของมนุษย์ในการที่จะสร้างความรู้ความเข้าใจให้แก่ตนเอง

ทฤษฎีในกลุ่มนี้ได้อธิบายถึงการเรียนรู้ไว้ว่า เป็นผลของกระบวนการคิด ความเข้าใจ การรับรู้สิ่งเร้าที่มากกระตุ้น ผสมผสานกับประสบการณ์ในอดีตที่ผ่านมาของบุคคล ทำให้เกิดการเรียนรู้ขึ้น ซึ่งการผสมผสานระหว่างประสบการณ์ที่ได้รับในปัจจุบันกับประสบการณ์ในอดีต จำเป็นต้องอาศัยกระบวนการทางปัญญาเข้ามามีอิทธิพลในการเรียนรู้ด้วย ทฤษฎีกลุ่มนี้จึงเน้นกระบวนการทางปัญญา (Cognitive Process) มากกว่า การวางเงื่อนไขเพื่อให้เกิด

พฤติกรรม ทฤษฎีการเรียนรู้ในกลุ่มนี้ที่สำคัญ ๆ คือ ทฤษฎีเกสตัลท์ ทฤษฎีสถนาม ทฤษฎีเครื่องหมาย ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาและทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย

2.3.2.3 ตัวอย่างทฤษฎีการเรียนรู้

ทฤษฎีการเรียนรู้การวางเงื่อนไขแบบคลาสสิก (Classical Conditioning Theory) หรือ แบบสิ่งเร้า

ผู้ค้นพบการเรียนรู้ลักษณะนี้คือ อีวาน พาฟลอฟ (Ivan Pavlov) นักสรีรวิทยาชาวรัสเซียที่มีชื่อเสียงมาก พาฟลอฟสนใจศึกษาเกี่ยวกับระบบย่อยอาหาร โดยได้ทำการ – ทดลองกับสุนัข โดยระหว่างที่ทำการทดลอง พาฟลอฟสังเกตเห็นปรากฏการณ์บางอย่างคือ ในบางครั้งสุนัขน้ำลายไหลโดยที่ยังไม่ได้รับอาหาร แต่เพียงแต่เห็นเท่านั้นผู้ทดลองที่เคยเป็นผู้ให้อาหารเดินเข้ามาในห้องนั้น สุนัขก็น้ำลายไหลแล้ว จากปรากฏการณ์ดังกล่าวจุดประกาย ให้พาฟลอฟคิดรูปแบบการทดลองเพื่อหาสาเหตุให้ได้ว่าเพราะอะไรสุนัขจึงน้ำลายไหลทั้ง ๆ ที่ยังไม่ได้รับอาหาร

พาฟลอฟเริ่มการทดลองโดยเจาะค่อมน้ำลายของสุนัข และต่อสายรับน้ำลายไหลออกสู่ขวดแก้วสำหรับวัดปริมาณน้ำลาย จากนั้นพาฟลอฟก็เริ่มการทดลองโดยก่อนที่จะให้อาหารแก่สุนัขจะต้องสั่นกระดิ่งก่อน (สั่นกระดิ่งแล้วทิ้งไว้ประมาณ 0.25 – 0.50 วินาที) แล้วตามด้วยอาหาร (ผงเนื้อ) ทำอย่างนี้อยู่ 7 – 8 วัน จากนั้นให้เฉพาะแต่เสียงกระดิ่ง สุนัขก็ตอบสนองคือน้ำลายไหลปรากฏการณ์เช่นนี้เรียกว่าพฤติกรรมสุนัขถูกวางเงื่อนไข หรือเรียกว่าสุนัขเกิดการเรียนรู้การวางเงื่อนไขแบบคลาสสิก

ทฤษฎีปัญญาด้านสังคม (Social Cognitive theory)

แนวคิดพื้นฐาน

- แบบบูรณาการที่เสนอว่าพฤติกรรม (Behavior หรือ B) ของมนุษย์มีปฏิสัมพันธ์กับปัจจัยหลักอีก 2 ปัจจัย คือ
 - ปัจจัยทางปัญญาและปัจจัยส่วนบุคคลอื่น ๆ (Personal Factor หรือ P)
 - อิทธิพลของสภาพแวดล้อม (Environmental Influences หรือ
- แบบบูรณาการได้ให้ความแตกต่างระหว่างการเรียนรู้ (Learning) กับประสิทธิภาพ (Performance) ซึ่งสำคัญมาก เพราะคนเราอาจจะเรียนรู้อะไรหลายอย่างแต่ไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำเป็นต้องแสดงออกทุกอย่าง เช่นเราอาจจะเรียนรู้วิธีการทอจริตในการสอบว่าต้องทำอย่างไรบ้าง แต่ถึงเวลาสอบจริงเราอาจจะไม่ทอจริตก็ได้ หรือเราเรียนรู้ว่าการพูดจาและแสดงกริยาอ่อนหวานกับพ่อแม่เป็นสิ่งดี แต่เราอาจจะไม่เคยทำกริยาดังกล่าวเลยก็ได้

- เบนคูราเชื่อว่า การเรียนรู้ของมนุษย์ส่วนมากเป็นการเรียนรู้โดยการสังเกต (Observational Learning) หรือการเลียนแบบจากตัวแบบ (Modeling) สำหรับตัวแบบไม่จำเป็นต้องเป็นตัวแบบที่มีชีวิตเท่านั้น แต่อาจจะเป็นตัวแบบสัญลักษณ์ เช่นตัวแบบที่เห็นในโทรทัศน์ ภาพยนตร์ เกมคอมพิวเตอร์ หรืออาจจะเป็นรูปภาพการ์ตูน หนังสือ นอกจากนี้คำบอกเล่าด้วยคำพูดหรือข้อมูลที่เขียนเป็นลายลักษณ์อักษรก็เป็นตัวแบบได้

กระบวนการเรียนรู้โดยการสังเกต

การเรียนรู้โดยการสังเกต หรือการเลียนแบบประกอบไปด้วย 4 กระบวนการ คือ กระบวนการใส่ใจ กระบวนการเก็บจำ กระบวนการกระทำ และ กระบวนการจูงใจ

- กระบวนการใส่ใจ (Attentional Processes)
เป็นกระบวนการที่มนุษย์ใส่ใจและสนใจรับรู้พฤติกรรมของตัวแบบ การเรียนรู้โดยการสังเกต จะเกิดขึ้นได้มากที่สุดเมื่อบุคคลใส่ใจต่อพฤติกรรมของตัวแบบ แต่การจะใส่ใจได้มากน้อยเพียงไรนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลัก 2 ปัจจัยคือ ปัจจัยเกี่ยวกับตัวแบบ และปัจจัยเกี่ยวกับผู้สังเกต

ปัจจัยเกี่ยวกับตัวแบบ ได้แก่

- ความเด่นชัด ตัวแบบที่มีความเด่นชัดย่อมดึงดูดให้คนสนใจได้มากกว่าตัวแบบที่ไม่เด่น
- ความซับซ้อนของเหตุการณ์ เหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับตัวแบบถ้ามีความซับซ้อนมากจะทำให้ผู้สังเกตมีความใส่ใจน้อยกว่าเหตุการณ์ที่มีความซับซ้อนน้อย
- จำนวนตัวแบบ พฤติกรรมหนึ่ง ๆ หากมีตัวแบบแสดงหลายคนก็เรียกความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สนใจใส่ใจจากผู้สังเกตได้มาก หรือการมีตัวแบบที่หลากหลายก็เรียกความสนใจจากผู้สังเกตได้มากเช่นกัน

- คุณค่าในการใช้ประโยชน์ ตัวแบบที่แสดงพฤติกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อผู้สังเกตจะได้รับความสนใจมากกว่าตัวแบบที่เป็นไปในทางตรงข้าม เช่น ผู้ที่สนใจการทำอาหารก็จะให้ความสนใจเป็นพิเศษกับรายการโทรทัศน์ที่สอนการทำอาหาร เป็นต้น

- ความรู้สึกชอบ/ไม่ชอบ ถ้าผู้สังเกตมีความรู้สึกชอบตัวแบบอยู่แล้ว ผู้สังเกตก็จะให้การใส่ใจกับพฤติกรรมของตัวแบบมากกว่า กรณีที่ผู้สังเกตไม่ชอบตัวแบบนั้นเลย ฉะนั้น การโฆษณาสินค้าผ่านสื่อโทรทัศน์จึงมักใช้ตัวแบบที่เป็นชื่นชอบของประชาชนมาเป็นตัวแบบเพื่อชวนให้ประชาชนใช้สินค้าที่โฆษณา โดยคาดหวังให้ประชาชนใส่ใจกับการโฆษณาของตน

ปัจจัยเกี่ยวกับผู้สังเกต ได้แก่

- ความสามารถในการรับรู้ รวมถึงความสามารถในการเห็น การได้ยิน การอ่าน การรู้-รส การรู้-กลิ่น และการสัมผัส ผู้สังเกตที่มีความสามารถในการรับรู้สูงก็มีโอกาสใส่ใจกับตัวแบบได้มากกว่าผู้สังเกตที่มีความสามารถในการรับรู้ต่ำ

- ระดับความตื่นตัว การวิจัยทางจิตวิทยาพบว่าบุคคลที่มีความตื่นตัวระดับปานกลางมีโอกาสจะใส่ใจกับพฤติกรรมของตัวแบบได้มากกว่าบุคคลที่มีความตื่นตัวต่ำ เช่น กำลังง่วงนอน หรือมี ความตื่นตัวสูง เช่น กำลังตกใจหรือดีใจอย่างมาก

- ความชอบ/รสนิยมที่มีมาก่อน ผู้สังเกตมักมีความชอบสังเกตตัวแบบบางชนิดมากกว่าตัวแบบบางชนิดอยู่ก่อนแล้ว ดังนั้นตัวแบบที่สอดคล้องกับความชอบของผู้สังเกตก็ทำให้ผู้สังเกตใส่ใจ กับตัวแบบได้มาก เช่น เด็กเล็กชอบดูการ์ตูนมาก ตัวการ์ตูนก็มีโอกาสเป็นตัวแบบให้กับเด็ก ได้มาก ส่วนวัยรุ่นมักชอบตัวแบบที่เป็น นักร้อง นักแสดงยอดนิยม เป็นต้น

กระบวนการเก็บจำ (Retention Processes)

เป็นขั้นที่ผู้สังเกตบันทึกสิ่งที่คนสังเกตจากตัวแบบ ไปเก็บไว้ในความจำระยะยาว ซึ่งอาจจะเก็บจำในรูปของภาพหรือคำพูดก็ได้ แบบดูราพบว่า ผู้สังเกตที่สามารถอธิบายพฤติกรรมของตัวแบบออกมาเป็นคำพูด หรือสามารถมีภาพของสิ่งที่คนสังเกตไว้ในใจ จะเป็นผู้ที่สามารถจดจำสิ่งที่เรียนรู้โดย การสังเกตได้ดีกว่าผู้ที่เพียงแต่ดูเฉย ๆ หรือทำงานอื่นในขณะที่ดูตัวแบบไปด้วย สรุปแล้วผู้สังเกตที่สามารถระลึกถึงสิ่งที่สังเกตเป็นภาพพจน์ในใจ (Visual Imagery) และสามารถเข้ารหัสด้วยคำพูด หรือถ้อยคำ (Verbal Coding) จะเป็นผู้ที่สามารถแสดงพฤติกรรมเลียนแบบจากตัวแบบได้แม้ว่าเวลาจะผ่านไปนาน และนอกจากนี้ถ้าผู้สังเกตมีโอกาสที่จะได้เห็นตัวแบบแสดงสิ่งที่จะต้องเรียนรู้ ก็จะเป็น การช่วยความจำให้ดียิ่งขึ้น

กระบวนการกระทำ (Production Processes)

เป็นกระบวนการที่ผู้สังเกตเอาสิ่งที่เก็บจำมาแปลงเป็นการกระทำ ปัจจัยที่สำคัญของกระบวนการนี้คือ ความพร้อมทางด้านร่างกายและทักษะที่จำเป็นจะต้องใช้ในการเลียนแบบของผู้สังเกต ถ้าผู้สังเกตไม่มีความพร้อมก็ไม่สามารถที่จะแสดงพฤติกรรมเลียนแบบได้แบบดูรา กล่าวว่าการเรียนรู้โดยการสังเกตหรือการเลียนแบบไม่ใช่เป็นพฤติกรรมที่ลอกแบบอย่างตรงไปตรงมา การเรียนรู้โดยการสังเกตมีปัจจัยในเรื่อง กระบวนการทางปัญญา (Cognitive Process) และความพร้อมทางด้านร่างกายของผู้สังเกต ฉะนั้นในขั้นกระบวนการกระทำ หรือขั้นของการแสดงพฤติกรรมเหมือนตัวแบบของแต่ละบุคคลจึงต่างกันไป ผู้สังเกตบางคนอาจจะทำได้ดีกว่าตัวแบบหรือบางคนก็สามารถเลียนแบบ ได้เหมือนมาก ในขณะที่บางคนก็อาจจะทำได้ไม่เหมือนกับตัวแบบเพียงแต่คล้ายคลึงเท่านั้น หรือบางคนอาจจะไม่สามารถแสดงพฤติกรรมเหมือนตัวแบบเลยก็ได้

- กระบวนการจูงใจ (Motivation Process)

ตามที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อแนวคิดพื้นฐานข้อที่ 2 คือ แบบดูรายแยกความแตกต่างระหว่าง การเรียนรู้ (Learning) ออกจาก การกระทำ (Performance) นั่นคือเราไม่จำเป็นต้องแสดงพฤติกรรม ทุกอย่างที่ได้เรียนรู้ออกมา เราจะทำหรือไม่ทำพฤติกรรมนั้น ๆ ก็ขึ้นอยู่กับว่าเรามีแรงจูงใจมากน้อยแค่ไหน เช่น เราอาจจะเรียนรู้วิธีการเดินแอโรบิค จากโทรทัศน์ แต่เราก็ไม่ยอมเดินอาจจะเพราะขี้เกียจ ฯลฯ แต่อยู่มาวันหนึ่ง เราไปเจอเพื่อนเก่าซึ่งทักว่าเราอ้วนมากน่าเกลียด คำประณามของเพื่อนสามารถจูงใจให้เราลุกขึ้นมาเดินแอโรบิค จนลดความอ้วนสำเร็จ เป็นต้น

- การเรียนรู้โดยการหยั่งรู้ (Insight Learning)

นักจิตวิทยาที่สนใจเรื่องการเรียนรู้โดยการหยั่งรู้และทำการทดลองไว้คือ โคทท์เลอร์ ได้ทดลองกับลิงชื่อ " สุลต่าน " โดยขังสุลต่านไว้ในกรง และเมื่อสุลต่านเกิดความหิว เพราะถึงเวลาอาหาร โคทท์เลอร์ได้วางผลไม้ไว้ในกรงในระยะเวลาที่สุลต่านไม่สามารถเอื้อมถึงได้ด้วยมือเปล่าพร้อมกับวางท่อนไม้ซึ่งมีขนาดต่าง ๆ กันสั้นบ้างยาวบ้าง ท่อนสั้นอยู่ใกล้กรงแต่ท่อนยาวอยู่ห่างออกไป สุลต่านคว้าไม้ท่อนสั้นได้แต่ไม่สามารถเขี่ยผลไม้ได้ สุลต่านวางไม้ท่อนสั้นลงและวิ่งไปมาอยู่สักครู่ ทันใดนั้น " สุลต่าน " ก็จับไม้ท่อนสั้นเขี่ยไม้ท่อนยาวมาใกล้ตัว และหยิบไม้ท่อนยาวเขี่ยผลไม้มากินได้ พฤติกรรมของสุลต่านไม่มีการลองผิดลองถูกเลย โคทท์เลอร์จึงได้สรุปว่า สุลต่านมีการหยั่งรู้ (Insight) ในการแก้ปัญหาคือมองเห็นความสัมพันธ์ของไม้ท่อนสั้นและท่อนยาวและผลไม้ได้

จากการทดลองของโคทท์เลอร์ ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยการหยั่งรู้ไว้ดังนี้

1. แนวทางการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาของผู้เรียนมักจะเกิดขึ้นทันทีทันใดจึงเรียกว่า Insight
2. การที่จะมีความสามารถเรียนรู้แก้ปัญหาอย่างทันทีทันใดได้นั้น ผู้เรียนจะต้องมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทำนองเดียวกันมาก่อน เพราะจะช่วยทำให้มองเห็นช่องทางในการแก้ปัญหาแบบใหม่ได้

3. นอกเหนือจากประสบการณ์เดิมแล้ว ผู้เรียนจะต้องมีความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ต่างๆ เพราะการที่มีความสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ นี้เอง จะมีส่วนช่วยให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ความสามารถดังกล่าวนี้จำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้เรียนจะต้องมีระดับสติปัญญาดีพอสมควร จึงสามารถแก้ปัญหาโดยการหยั่งรู้ได้

2.3.3 ทฤษฎีการเรียนรู้ของกาเย่ (Gagne)

2.3.3.1 ทฤษฎีการเรียนรู้ 8 ขั้นของกาเย่

- การจูงใจ (Motivation Phase) การคาดหวังของผู้เรียนเป็นแรงจูงใจในการเรียนรู้
- การรับรู้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ (Apprehending Phase) ผู้เรียนจะรับรู้สิ่งที่สอดคล้องกับความตั้งใจ
- การปรุงแต่งสิ่งที่รับรู้ไว้เป็นความจำ (Acquisition Phase) เพื่อให้เกิดความจำระยะสั้นและระยะยาว
- ความสามารถในการจำ (Retention Phase)
- ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปแล้ว (Recall Phase)
- การนำไปประยุกต์ใช้กับสิ่งที่เรียนรู้ไปแล้ว (Generalization Phase)
- การแสดงออกพฤติกรรมที่เรียนรู้ (Performance Phase)
- การแสดงผลการเรียนรู้กลับไปยังผู้เรียน (Feedback Phase) ผู้เรียนได้รับทราบผลเร็วจะทำให้มีผลดีและประสิทธิภาพสูง

2.3.3.2 องค์ประกอบที่สำคัญที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้จากแนวคิดนักการศึกษา กาเย่

- ผู้เรียน (Learner) มีระบบสัมผัส และระบบประสาทในการรับรู้
- สิ่งเร้า (Stimulus) คือ สถานการณ์ต่างๆ ที่เป็นสิ่งเร้าให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้
- การตอบสนอง (Response) คือ พฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 ทฤษฎีแห่งการสร้างสรรค์ด้วยปัญญา (Constructionism)

ทฤษฎีแห่งการสร้างสรรค์ด้วยปัญญา ของ ศาสตราจารย์ เซอร์มัวร์ พาเพิร์ต (Seymour Papert) จากสถาบันเทคโนโลยีแมสซาชูเซต (Massachusetts Institute of Technology) ประเทศสหรัฐอเมริกา

2.3.4.1 ความหมายและสาระสำคัญของทฤษฎีการสร้างสรรคด้วยปัญญา

ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ในสภาพแวดล้อม การดำรงชีวิตได้ด้วยตนเอง ด้วยการนำเสนอเพื่อสร้างประสบการณ์โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือที่สามารถนำมาใช้ประกอบการเรียนการสอนได้ ทำให้ผู้เรียนเรียนได้เข้าใจมากยิ่งขึ้นและเปลี่ยนกรอบความคิดของครูจากเดิม ซึ่งเน้นการสอนไปเป็นการให้อิสระแก่ผู้เรียน ได้ร่วมเรียนรู้เป็นอิสระในการเรียนโดยพึ่งพาตนเอง

สาระสำคัญของทฤษฎีแห่งการสร้างสรรค์ด้วยปัญญา คือการที่ผู้เรียนเป็นฝ่ายสร้างความรู้ขึ้นด้วยตนเอง มิใช่ได้มาจากครูและในการสร้างความรู้นั้นผู้เรียนจะต้องลงมือสร้างสิ่งใดสิ่งหนึ่งขึ้นมา เช่น การสร้างสิ่งจำลอง การสร้างสิ่งที่จับต้องสัมผัสได้ทำให้ผู้อื่นมองเห็นได้ จะมีผลทำให้ผู้เรียนต้องใช้ความคิด มีความกระตือรือร้น มีความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง เพื่อให้เกิดการสร้างสรรคความคิด

2.3.4.2 หลักสำคัญของทฤษฎีแห่งการสร้างสรรค์ด้วยปัญญา

- การเชื่อมโยงสิ่งที่รู้แล้วกับสิ่งที่กำลังเรียน
- การให้โอกาสผู้เรียนเป็นผู้ริเริ่ม ทำโครงการที่ตนเองสนใจ การสนับสนุนอย่างพอเพียงและเหมาะสมจากครูซึ่งได้รับการฝึกฝน ให้มีความเข้าใจกระบวนการเรียนรู้อย่างลึกซึ้ง
- เปิดโอกาสให้มีการแลกเปลี่ยนความคิด นำเสนอพบการวิเคราะห์กระบวนการเรียนรู้อย่างลึกซึ้ง
- ให้เวลาทำโครงการอย่างต่อเนื่อง

การแสดงความคิดและผลงานของตนเองให้คนอื่น ๆ รับทราบ และร่วมพิจารณาให้ข้อเสนอแนะนั้น เป็นการส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกัน การยอมรับในความแตกต่างทางความคิดและผลงานที่ปรากฏ และควรได้รับการสนับสนุนให้ทำ

อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ผู้เรียนแต่ละคนมีโอกาที่จะพัฒนาความสามารถของตนเองให้
เป็นผลสำเร็จ

2.3.5 ทฤษฎีพัฒนาการทางปัญญา (Theory of Cognitive Development)

ผู้คิดทฤษฎีคือ พ็อลเจต์ (Jean Piaget) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาจะเริ่ม
ตั้งแต่เด็กที่มีอายุ 7 - 11 ปี ซึ่งมีความสามารถที่จะอ้างอิงด้วยเหตุผลไม่ขึ้นกับการรับรู้ด้วย
รูปร่างเท่านั้น สามารถแบ่งกลุ่มด้วยเกณฑ์หลาย ๆ อย่างและคิดย้อนกลับได้ สามารถแก้ปัญหา
ที่มีการดำเนินการที่ยู่ยากได้ แต่ยังเป็นปัญหาที่เป็นรูปธรรมอยู่ ต่อมาถึงระดับการพัฒนาการ
ก็จะเป็นกลุ่มของเด็กที่มีอายุ 12 - 14 ปี จะมีความสามารถในการหาเหตุผลที่ขึ้นและสามารถคิด
แก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้ เด็กวัยนี้เป็นผู้ที่คิดเหนือไปกว่าปัจจุบัน สนใจที่จะสร้างทฤษฎีเกี่ยวกับ
ทุกสิ่งทุกอย่าง และมีความพอใจที่จะคิดพิจารณาเกี่ยวกับสิ่งที่ไม่มีความจริง หรือสิ่งที่เป็น
นามธรรมชนิดที่ซับซ้อนได้

แต่เนื่องจากเด็กผู้เรียนในระดับประถมศึกษาปีที่ 6 นั้นมีอายุอยู่ในช่วงตอนปลายของ
กลุ่มแรก คือ อายุ 7 - 11 ปี หรืออยู่ในช่วงต้นของกลุ่มที่มีอายุ 12 - 14 ปี ซึ่งตามทฤษฎี
พัฒนาการตามสติปัญญาของพ็อลเจต์ จะเห็นว่า ผู้เรียนในระดับนี้เริ่มมีความสามารถในการ
แก้ปัญหาแล้ว ดังนั้นผู้วิจัยจึงเชื่อว่าเด็กในระดับนี้น่าที่จะรับหรือเรียนรู้ในการฝึกเพื่อพัฒนา
ทางด้านความสามารถในการแก้ปัญหาได้ และถ้าพวกเขาที่มีความสามารถหรือมีทักษะในการ
แก้ปัญหาแล้ว จะเป็นประโยชน์ในการศึกษาต่อในระดับมัธยมศึกษาหรือในระดับสูงต่อไป
การที่จะฝึกให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหานั้น กิจกรรมการเรียนการสอนและ
บทบาทของผู้สอนนั้น นับว่าสำคัญต่อการที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา
ผู้สอนสามารถช่วยให้ผู้เรียนเป็นนักแก้ปัญหาได้ โดยการเลือกปัญหาที่เหมาะสมให้ผู้เรียนทำ
ประเมินความเข้าใจและการใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ ของผู้เรียน ผู้สอนควรมีเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่
ช่วยในการสอนการแก้ปัญหา

ซึ่งจากความสำคัญที่กล่าวมาและทฤษฎีต่าง ๆ ต่างให้ความสำคัญเกี่ยวกับทักษะในการ
แก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ และการใช้เหตุผลเป็นอย่างมาก แต่ในปัจจุบันความสามารถใน
การแก้ปัญหของเด็กไทยยังไม่พัฒนาเท่าที่ควร ทั้งที่การแก้ปัญหเป็นกระบวนการที่สำคัญ
กระบวนการหนึ่งในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังไม่มีเครื่องมือที่จะพัฒนาความสามารถ

ในการแก้ปัญหาที่เด่นชัด ดังนั้นจึงถือเป็นเรื่องสำคัญที่เราควรให้ความสำคัญต่อการพัฒนาทักษะดังกล่าว เช่น การพัฒนาของสื่อการเรียนการสอนที่สามารถใช้ในการฝึกฝนทักษะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของผู้เรียนชั้นประถมศึกษา โดยผู้จัดสร้างสื่อการเรียนการสอนนี้ได้ยึดหลักการตามนักการศึกษา ซึ่งกล่าวถึงการสอนการแก้ปัญหาไว้ 3 แนวทาง คือ “ การสอนเกี่ยวกับการแก้ปัญหการสอนการปัญหา การสอนโดยการใช้ปัญหา ” เป็นหลักสำคัญประการหนึ่ง เพื่อการพัฒนาเด็กและเยาวชนอย่างดีที่สุด

2.3.6 ทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์

ได้มีผู้ให้ทฤษฎีการสอนคณิตศาสตร์ที่สำคัญๆ ไว้ 3 ทฤษฎี คือ [5]

2.3.6.1 ทฤษฎีแห่งการฝึกฝน (Drill Theory)

ทฤษฎีนี้เน้นในเรื่องการฝึกฝนให้ทำแบบฝึกหัดมาก ๆ จนกว่านักเรียนจะเกิดความเคยชินต่อวิชากรนั้น ๆ ทฤษฎีนี้เชื่อว่าการฝึกฝนมีความจำเป็นมากในการสอนคณิตศาสตร์ อย่างไรก็ตามทฤษฎีนี้ยังมีข้อบกพร่องอยู่หลายประการคือ

1. เป็นทฤษฎีที่นักเรียนจะต้องท่องจำสูตร กฎ มากมาย ซึ่งเป็นเรื่องยากและน่าเบื่อสำหรับนักเรียน

2. นักเรียนจะขาดความเข้าใจในสิ่งที่เรียน เป็นเหตุให้เกิดความลำบากและสับสนในการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา การนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน และยังทำให้ผู้เรียนลืมสิ่งที่เรียนไปแล้วง่าย

2.3.6.2 ทฤษฎีแห่งการเรียนรู้โดยเหตุบังเอิญ (Incidental Learning Theory)

ทฤษฎีนี้มีความเชื่อว่า นักเรียนจะเรียนคณิตศาสตร์ได้ดี เมื่อนักเรียนเกิดความต้องการหรืออยากรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกิดขึ้น ซึ่งในทางปฏิบัติแล้วเหตุการณ์เช่นนี้จะไม่เกิดขึ้นบ่อยนัก ดังนั้นทฤษฎีนี้จึงมักจะเกิดขึ้นเป็นครั้งคราวเมื่อมีเหตุการณ์ที่เหมาะสมและเป็นที่น่าสนใจของเด็กเท่านั้น

2.3.6.3 ทฤษฎีแห่งความหมาย (Meaningful Theory)

ทฤษฎีนี้เน้นการคิดคำนวณกับความเป็นอยู่ในสังคมของนักเรียนเป็นหลักและมีความเชื่อว่า นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้ในสิ่งที่เรียนได้ดี เมื่อสิ่งที่เรียนนั้นมีความหมายต่อนักเรียนเอง และเป็นเรื่องที่นักเรียนรู้จักคุ้นเคยในชีวิตประจำวัน

2.3.7 หลักการสอนคณิตศาสตร์

กลุสฮานค์และเซฟฟีลด์ (Cruiskhank และ Sheffield) ได้กล่าวถึงหลักการสอนคณิตศาสตร์ไว้ว่า หลักการสอนคณิตศาสตร์ที่สำคัญจะต้องช่วยพัฒนาผู้เรียนใน 3 ด้านต่อไปนี้ [6]

- **การพัฒนาแนวคิดทางคณิตศาสตร์ (Developing Concepts)**

มโนคติทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นอย่างมาก ที่ผู้สอนจะต้องทำให้ผู้เรียนเข้าใจเสียก่อน เพราะหากผู้เรียนไม่เข้าใจมโนคติทางคณิตศาสตร์เรื่องนั้นๆ ก่อนแล้ว ผู้สอนจะไม่สามารถทำให้ผู้เรียนเข้าใจขั้นตอนต่อไปของการสอนได้อย่างแท้จริง

- **การพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ (Developing and Practicing Skills)**

การพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การทำให้ผู้เรียนเข้าใจในวิธีการกระบวนการขั้นตอน ตลอดจนสัญลักษณ์ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งวิธีการ กระบวนการขั้นตอน หรือสัญลักษณ์ ที่กล่าวถึงนี้มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับมโนคติเสมอ ผู้สอนควรพยายามทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจอย่างแท้จริง ไม่ใช่การท่องจำเอาเท่านั้น

- **การพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหา**

การเรียนคณิตศาสตร์ คือ การแก้ปัญหา การแก้ปัญหาก็เป็นกระบวนการ ผู้เรียนจะต้องพัฒนาเทคนิควิธีในการแก้ปัญหาคด้วยตัวเอง บทบาทของครูคือเป็นผู้ช่วยชี้แนะแนวทางให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้ที่สามารถสำรวจ คิดค้น แก้ปัญหาคด้วยตนเอง โดยคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

การสร้างบรรยากาศของความประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาค

เพื่อไม่ให้ผู้เรียนล้มเหลวในการแก้ปัญหาคตั้งแต่ต้นในการเรียน ผู้สอนควรเลือกปัญหาคง่ายๆ ให้นักเรียนแก้ปัญหาคก่อน และเมื่อนักเรียนประสบความสำเร็จในครั้งแรกแล้วจะเกิดมีกำลังใจและตั้งใจมากขึ้น ในการแก้ปัญหาคที่ยากและซับซ้อนต่อไป

สนับสนุนให้ผู้เรียนแก้ปัญหาค

ทักษะการแก้ปัญหาค จะต้องฝึกฝนด้วยตนเองบ่อยๆ และสม่ำเสมอ ผู้สอนจะต้องหาปัญหาคหรือสร้างปัญหาคที่น่าสนใจให้แก่ผู้เรียน เพราะปัญหาคที่น่าสนใจนั้น คือ สิ่งที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจ และเกิดความอยากแก้ปัญหาคนั้นๆ การสร้างปัญหาคที่น่าสนใจนั้น ผู้สอนอาจคิดแปลงมาจากโจทย์ในแบบเรียนโดยเปลี่ยนชื่อในแบบเรียนเป็นชื่อของการ์ตูนที่เด็กๆ ชื่นชอบ หรืออาจใส่ชื่อผู้เรียนในสถานการณ์ปัญหาคก็ได้

ให้นักเรียนมีโอกาสสร้างปัญหาด้วยตนเอง

การให้โอกาสผู้เรียนสร้างปัญหาด้วยตนเอง จะช่วยทำให้นักเรียนเข้าใจปัญหาได้ดีขึ้น และจะสามารถแก้ปัญหาได้ดี ทั้งนี้เพราะการที่ผู้เรียนสามารถสร้างปัญหาได้เอง เขาต้องรู้โครงสร้างของปัญหาเป็นอย่างดีว่าประกอบด้วยส่วนประกอบที่จำเป็นอะไรบ้าง นอกจากนี้ยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิด และสัมพันธ์ความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์กับปัญหาในชีวิตประจำวันของเขา ในการให้ผู้เรียนสร้างปัญหาด้วยตนเอง อาจทำได้โดยผู้สอนกำหนดจำนวนให้แล้วให้ผู้เรียนสร้างสถานการณ์จากจำนวนนั้น ๆ

สุดท้ายได้กล่าวถึงหลักการสอนคณิตศาสตร์ไว้ว่า การสอนคณิตศาสตร์จะประสบผลสำเร็จได้ ผู้สอนต้องช่วยพัฒนาเด็กในด้านต่อไปนี้

- ความรู้ ความเข้าใจในมโนคติทางคณิตศาสตร์ (Conceptual)
- วิธีการ กระบวนการ ขั้นตอน และสัญลักษณ์ (Procedural)
- เชื่อมโยง ความเข้าใจในมโนคติ กับวิธีการ กระบวนการ และสัญลักษณ์

การเชื่อมโยงระหว่างมโนคติกับวิธีการ จะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้ หรือความเข้าใจแบบ Relation Understanding ซึ่งหากผู้สอนสามารถพัฒนาให้เด็กเกิด Relation Understanding จะทำให้นักเรียนจำสิ่งที่เรียนได้ง่าย และมีความคงทนในการเรียนรู้ และนำไปสู่การเรียนรู้หรือความคิดใหม่ด้วยตนเอง ตลอดจนสามารถช่วยในการเรียนมโนคติ และวิธีการใหม่ ๆ ได้ดียิ่งขึ้น การสอนเพื่อพัฒนาให้นักเรียนเกิด Relation Understanding อาจทำได้โดย

ผู้สอนควรใช้สื่อประกอบการเรียนการสอนให้มาก เพราะผู้เรียนในระดับประถมยังอยู่ในขั้นเข้าใจในสิ่งที่ป็นรูปธรรม (Concrete Operational Stage) แต่คณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่ป็นนามธรรม จึงเป็นการยากที่จะเข้าใจได้ และสื่อก็เป็นสิ่งหนึ่งที่จะช่วยทำให้นักเรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ได้ สื่อที่ผู้สอนนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนควรหลากหลาย แปลกใหม่ ไม่ซ้ำซาก

ส่งเสริมให้ผู้เรียนฝึกคิดย้อนกลับป็นมา (Reflection Thought) การที่เด็กสามารถคิดย้อนกลับป็นมาได้ นั้น แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีความเข้าใจอย่างถ่องแท้ ทั้งในด้านมโนคติและวิธีการ ตลอดจนขั้นตอนในการแก้ปัญหา ตัวอย่างในการคิดย้อนกลับ ป็นกลับมา

7 มากกว่า 6 อยู่ 1

1 น้อยกว่า 7 อยู่ 6

6 น้อยกว่า 7 อยู่ 1

นอกจากนี้ยังมีวิธีการอื่น ๆ ที่จะสามารถช่วยพัฒนา Relation Understanding ได้อีก เช่น

- ส่งเสริมบรรยากาศการแก้ปัญหา
- ส่งเสริมให้ผู้เรียนตรวจสอบคำตอบด้วยตนเอง
- ส่งเสริมให้ผู้เรียนอธิบายสิ่งที่เข้าใจด้วยภาษาของผู้เรียนเอง
- ส่งเสริมการใช้สัญลักษณ์ในการเรียนการสอน ซึ่งผู้สอนต้องสอนให้ผู้เรียนเข้าใจมโนคติก่อนจึงใช้สัญลักษณ์ มิเช่นนั้น หากผู้สอนใช้สัญลักษณ์ก่อนที่ผู้เรียนจะเข้าใจมโนคติ จะทำให้ผู้เรียนเกิดการท่องจำแบบนกแก้วนกขุนทอง

2.3.8 คุณสมบัติของการสอนเพื่อประสิทธิภาพและประสิทธิผล

การสอนที่มีประสิทธิผลนั้นจะต้องมีรูปแบบและกลวิธีที่สามารถดึงดูดผู้เรียน เพื่อสามารถที่จะถ่ายทอดความรู้ให้กับผู้เรียนให้ได้มากที่สุด โดยการสอนคณิตศาสตร์ที่ดีนั้นจะต้องประกอบไปด้วยรูปคุณสมบัติดังต่อไปนี้ [4]

- การสอนโดยใช้เกม

การสอนโดยการนำเกมเข้ามาช่วยนั้น เป็นการดึงดูดความสนใจและเป็นกลวิธีที่ทำให้ผู้เรียนสามารถทำการเรียนรู้ได้ระยะเวลาเพิ่มขึ้น

- การสอนแบบค้นพบความรู้

เป็นวิธีการสอนที่ผู้เรียนค้นพบคำตอบหรือความรู้ด้วยตนเอง คำว่าค้นพบความรู้ไม่ได้หมายถึงว่าผู้เรียนเป็นคนค้นพบความรู้หรือคำตอบนั้นเป็นคนแรก สิ่งที่ค้นพบนั้นจะมีผู้ค้นพบมาก่อนแล้วและผู้เรียนก็ค้นพบความรู้หรือคำตอบนั้นด้วยตนเอง ไม่ใช่ทราบจากคำบอกเล่าของคนอื่นหรือจากการอ่านคำตอบที่มีผู้เขียนไว้ ในการใช้วิธีสอนแบบนี้ผู้สอนจะสร้างสถานการณ์ในรูปที่ผู้เรียนจะเผชิญกับปัญหา ในการแก้ปัญหานั้นผู้เรียนจะใช้ข้อมูลและปฏิบัติในลักษณะตรงกับธรรมชาติของวิชาและปัญหานั้น

- การสอนแบบแก้ปัญหา

เป็นวิธีสอนที่ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทั้งการแก้ปัญหามาของ จอห์น ดิวอี้ (John Dewey) อันได้แก่

1. ให้นิยามปัญหา
 2. ตั้งสมมติฐาน
 3. รวบรวม ประเมิน จักระบบ และตีความหมายข้อมูล
 4. สรุปผล
 5. ตรวจสอบผลสรุป
- การสอนโดยใช้โสตทัศนูปกรณ์

การสอนโดยใช้โสตทัศนูปกรณ์ (Audio – Visual Media) หมายถึง การสอนโดยใช้ อุปกรณ์การสอนต่าง ๆ เช่น รูปภาพ สไลด์ ภาพยนตร์ วิทยุทัศน์ หุ่นจำลอง เทปบันทึกเสียง เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ เป็นต้น
 - การสอนโดยใช้คำถาม

เป็นการสอนที่ผู้สอนป้อนคำถามให้ผู้เรียนตอบ อาจตอบเป็นรายบุคคลหรือตอบเป็น กลุ่มย่อย หรือตอบทั้งชั้น การตอบใช้วิธีพูดตอบผู้สอนจะพิจารณาคำตอบแล้วให้ข้อมูล สะท้อนกลับ หรือถามคนอื่นหรือกลุ่มอื่นจนกว่าจะได้คำตอบที่ถูกต้องเหมาะสม

คุณสมบัติการสอนหลากหลายวิธีดังกล่าวมาแล้ว เป็นเพียงแนวทางการสอนที่มีผู้ค้น คิดขึ้น ซึ่งผู้สอนเองจะต้องทำความเข้าใจและเลือกใช้ ประยุกต์ใช้ ปรับปรุงและพัฒนาให้ เหมาะสมกับเนื้อหาสาระของการสอนผู้เรียน วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เวลา เครื่องมือ บรรยากาศ สถานที่ และข้อจำกัดต่าง ๆ รวมถึงความถนัดของผู้สอน แต่ทั้งนี้ในการเลือกใช้ที่ ดีควรจะผสมผสานหลายเทคนิคที่เหมาะสมเข้าด้วยกัน จะก่อให้เกิดประสิทธิภาพและ ประสิทธิภาพสูงสุด

2.4 กลุ่มความหมาย หลักการ และลักษณะของโจทย์ปัญหาของคณิตศาสตร์ที่ดี [14]

2.4.1 ความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์

ปัญหา คือ สถานการณ์ที่เราต้องแก้ไขหรือหาทางออกของปัญหา แต่ในการแก้ไข หรือหาทางออกอาจมีอุปสรรคที่อาจทำให้ไม่สามารถจะหาทางออกได้

ผู้แก้ปัญหาคือ บุคคลที่เผชิญกับปัญหาและรู้เป้าหมายที่ต้องบรรลุ เพื่อแก้ปัญหานั้นๆ แต่อาจยัง ไม่มีเครื่องมือหรือวิธีการใด ๆ อันจะสามารถนำไปสู่เป้าหมายได้

ปรีชา เนาว์เย็นผล กล่าวไว้ว่า “ ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการคำตอบ ซึ่งบุคคลต้องใช้ สาระความรู้ และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์มากำหนดแนวทางหรือวิธีการในการหาคำตอบ บุคคลผู้หาคำตอบไม่คุ้นเคยกับสถานการณ์นั้นมาก่อน และไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันทีทันใด แต่ต้องใช้ทักษะความรู้และประสบการณ์หลายๆ อย่างประมวลเข้าด้วยกันจึงหาคำตอบได้ สถานการณ์หรือคำถามข้อใดจะเป็นปัญหาหรือไม่ขึ้นอยู่กับบุคคลผู้แก้ปัญหา และเวลาบางสถานการณ์อาจเป็นปัญหาสำหรับบางคนแต่อาจไม่เป็นปัญหาสำหรับอีกบุคคลอื่น ๆ ก็ได้ ” ดังนั้นปัญหาทางคณิตศาสตร์จึงหมายถึง คำถามหรือสถานการณ์ที่ต้องการคำตอบ โดยที่ผู้ตอบไม่สามารถหาคำตอบได้ทันทีแต่ต้องใช้ความรู้ ประสบการณ์และทักษะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มาประมวลเข้าด้วยกัน เพื่อกำหนดแนวทางหรือวิธีการในการหาคำตอบนั้น ๆ

2.4.2 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.4.2.1 เมื่อพิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหา (โดยโพเลีย)

- **ปัญหาให้ค้นหา (Problems to Find)**

เป็นปัญหาในการค้นหาสิ่งที่ต้องการ ซึ่งอาจเป็นปัญหาในเชิงทฤษฎี หรือปัญหาในเชิงปฏิบัติ อาจเป็นรูปธรรมหรือนามธรรม ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งเป็น 3 ส่วนคือ สิ่งที่ต้องการหา ข้อมูลที่กำหนดให้ และเงื่อนไข

- **ปัญหาให้พิสูจน์ (Problems to Prove)**

เป็นปัญหาที่ให้แสดงอย่างสมเหตุสมผลว่า ข้อความที่กำหนดเป็นจริงหรือเป็นเท็จ ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ สมมติฐาน หรือสิ่งที่กำหนดให้ และผลสรุปหรือสิ่งที่ต้องพิสูจน์

2.4.2.2 เมื่อพิจารณาจากตัวผู้แก้ปัญหาและความซับซ้อนของปัญหา (โดยบาร์ดี)

- **ปัญหาธรรมดา (Routine Problem) หรือปัญหาอย่างง่าย (Simple Problem)**

เป็นปัญหาขั้นเดียว (Simple (One Step) Translation Problems) เป็นปัญหาที่ใช้ในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์อย่างเดียว และสามารถแก้ปัญหานั้นโดยตรง

- **ปัญหาไม่ธรรมดา (Nonroutine Problem)** แบ่งออกเป็น 7 ลักษณะดังนี้
 - **ปัญหาซับซ้อนหรือปัญหาหลายชั้น (Complex Translation Problem)** เป็นปัญหาที่ต้องประยุกต์ใช้ในการดำเนินทางคณิตศาสตร์ตั้งแต่ 2 การดำเนินการขึ้นไปในการแก้ปัญหา
 - **ปัญหาที่ต้องปรับใช้สิ่งอื่นของปัญหา (Other Modification of Translation Problem)** เป็นการรวบรวมปัญหาหลายชั้นและชั้นเดียวแล้วเปลี่ยนเป็นวิธีการอื่น ๆ เพื่อต้องการความลึกลับเฉพาะ ได้แก่ ปัญหาที่ต้องการหาองค์ประกอบที่ผิดหรือสิ่งที่ผิดของโจทย์ ปัญหาที่ต้องการประยุกต์คำตอบ ปัญหาที่ให้ข้อมูลมาก ๆ หรือข้อมูลน้อย ๆ หรือข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง ปัญหาที่สามารถแก้ปัญหาได้มากกว่า 1 วิธี ปัญหาที่ต้องการคำตอบมากกว่า 1 คำตอบ ปัญหาที่ต้องใช้ความอดทนในการแก้ปัญหา
 - **ปัญหากระบวนการ (Process Problem)** เป็นปัญหาที่ต้องใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา
 - **ปัญหาปริศนา (Puzzle Problem)** เป็นปัญหาที่มีเทคนิคและต้องการความลึกซึ้ง เป็นปัญหาเกี่ยวกับกลอุบาย ปัญหาประเภทนี้จะทำให้เกิดความสนุกสนานและท้าทาย
 - **ปัญหาเฉพาะที่ไม่ระบุเป้าหมาย (Nongol - Specific Problem)** ปัญหาประเภทนี้มีลักษณะเป็นปัญหาปลายเปิด ซึ่งไม่ต้องการหาคำตอบหรือเงื่อนไขคำตอบ
 - **ปัญหาประยุกต์ (Applied Problem)** ขยายจากสถานการณ์ในชีวิตจริง
 - **ปัญหายุทธวิธี (Strategy Problem)** กำหนดจุดมุ่งหมายที่จะต้องแก้ ผู้เรียนบางคนอาจจะมุ่งไปที่คำตอบว่าถูกต้องหรือไม่ แต่ปัญหาประเภทนี้จะช่วยระบุหรือเน้นยุทธวิธีที่จะช่วยทำให้เข้าใจปัญหาและการแก้ปัญหา

2.4.2.3 เมื่อพิจารณาตามลักษณะของปัญหา

บิตเตอร์ แฮคฟิลด์ และเอ็ดเวิร์ด (Bitter Hatfield and Edwards) ได้แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

- **ปัญหาปลายเปิด (Open – Ended)**

เป็นปัญหาที่มีจำนวนคำตอบที่เป็นไปได้หลายคำตอบ ปัญหาเหล่านี้มองว่ากระบวนการแก้ปัญหาเป็นสิ่งสำคัญมากกว่าคำตอบ

- **ปัญหาให้ค้นพบ (Discovery)**

ปัญหาประเภทนี้จะให้คำตอบในขั้นสุดท้ายแต่จะมีวิธีการที่หลากหลายให้ผู้เรียนใช้ในการหาคำตอบ

- **ปัญหาที่กำหนดแนวทางในการค้นพบ (Guided Discovery)**

เป็นปัญหาที่เป็นลักษณะร่วมของปัญหา มีเงื่อนไขปัญหา และบอกทิศทางในการแก้ไขปัญหา ผู้เรียนไม่รู้สึกรอคอยในการหาคำตอบ

จากข้อมูลที่ทั้งหมดที่แสดงข้างต้นนี้ เราจะสามารถสรุปปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้เป็น 2 ประเภท คือ

- **ปัญหาธรรมดา**

เป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหาค้นเจอกับโครงสร้างของปัญหามาก่อน มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน และใช้การดำเนินการทางคณิตศาสตร์เพียงอย่างเดียวในการแก้ปัญหา ได้แก่ ปัญหาในหนังสือเรียน

- **ปัญหาไม่ธรรมดา**

ซึ่งมีโครงสร้างที่ซับซ้อน ผู้แก้ปัญหาค้นเจอกับปัญหาที่จะแก้ ต้องใช้ความคิดวิเคราะห์ รวบรวม ประยุกต์ความรู้ และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์หลายอย่าง พร้อมทั้งการใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหามาช่วยในการแก้ปัญหานั้น

2.4.3 ลักษณะของปัญหาของคณิตศาสตร์ที่ดี

ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดีนั้น ควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

- ทำทายความสามารถของผู้เรียน ต้องเป็นปัญหาที่ไม่ยากหรือง่ายเกินไป ถ้าง่ายเกินไปอาจไม่ดึงดูดความสนใจ ไม่ท้าทาย แต่ถ้ายากเกินไปผู้เรียนอาจท้อถอยก่อนที่จะแก้ปัญหาได้สำเร็จ

- สถานการณ์ของปัญหาเหมาะกับวัยของผู้เรียน สถานการณ์ของปัญหาควรเป็นเรื่องที่ไม่ห่างไกลเกินไปกว่าที่ผู้เรียนจะทำความเข้าใจปัญหา และรับรู้ได้ และนอกจากนี้ ถ้าเป็นสถานการณ์ที่สามารถเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้ก็จะดีไม่น้อย
- แปลกใหม่ ไม่ธรรมดา และผู้เรียนไม่เคยมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหานั้นมาก่อน
- มีวิธีการหาคำตอบได้มากกว่า 1 วิธี เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดหาทางเลือกในการหาคำตอบได้หลายวิธี และได้พิจารณาเปรียบเทียบเลือกใช้วิธีที่เหมาะสมที่สุด
- ใช้ภาษาที่กระชับและรัดกุมถูกต้อง ปัญหาที่ดีไม่ควรทำให้ผู้เรียนต้องมีปัญหากับภาษาที่ใช้ควรเน้นอยู่ที่ความเป็นปัญหาที่ต้องการหาคำตอบของตัวปัญหามากกว่า

ดังคำนิยามของครูลิกและรูดนิค (Kulik and Rudnick) กล่าวไว้ว่า ปัญหาที่ดีต้องมีสิ่งต่อไปนี้

- การหาคำตอบของปัญหาที่คั้นนั้น ต้องนำไปสู่ความเข้าใจในความลึกซึ้งของทางคณิตศาสตร์หรือใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์
- ปัญหาจะต้องมีความครอบคลุม หรือเป็นสถานการณ์กว้าง ๆ ที่หลากหลาย

จากคำนิยามข้างต้นนี้เราอาจจะสรุปได้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดีนั้นควรจะต้องเป็นปัญหาที่ท้าทาย เราควมสนใจต่อผู้เรียน ไม่ยากหรือง่ายเกินไป เหมาะกับระดับของผู้เรียน ภาษาที่ใช้ต้องเข้าใจง่าย มีเงื่อนไขเพียงพอในการหาคำตอบ มีวิธีการที่หลากหลายในการหาคำตอบ นำไปสู่ความเข้าใจและการใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์

2.4.4 กลุ่มทฤษฎีของกระบวนการในการคิดและกลยุทธ์ในการแก้ไขปัญหา

การแก้ปัญหาคือกระบวนการที่มีความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่มีอยู่ในปัญหา กับผู้แก้ปัญหามาประสพการณ์ ความรู้ ความเข้าใจ และความคิดมาประยุกต์หาวิธีการที่จะเอาชนะอุปสรรคหรือปัญหาที่เผชิญอยู่ เพื่อหาคำตอบของปัญหาในสถานการณ์ใหม่ที่ไม่คุ้นเคยมาก่อน

2.4.4.1 กระบวนการแก้ปัญหาตามทฤษฎีของโพลยา

กระบวนการแก้ปัญหา (Problem Solving Process) กระบวนการแก้ปัญหามีบทบาทสำคัญในการที่จะพัฒนาคณิตศาสตร์ คำตอบของปัญหาจะช่วยให้ค้นพบวิธีใหม่ ๆ และยังสามารถประยุกต์วิธีการไปใช้กับปัญหาอื่น ๆ ได้ โดยโพลยา นักการศึกษาได้เสนอขั้นตอนของกระบวนการในการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา (Understanding The Problem) พิจารณาว่า อะไรคือข้อมูล อะไรคือสิ่งที่ไม่รู้ อะไรคือเงื่อนไขของปัญหา ปัญหาต้องการให้หาอะไร คำตอบของปัญหาอยู่ในรูปแบบใด แล้วยังต้องพิจารณาถึงเงื่อนไขที่ให้เพียงพอจะแก้ปัญหาหรือไม่ มากเกินความจำเป็นหรือขัดแย้งกันเองหรือไม่

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา (Devising a Plan) เป็นขั้นตอนที่สำคัญมากเพราะต้องพิจารณาว่าจะแก้ปัญหาคด้วยวิธีใด แก้อย่างไร ต้องพิจารณาความสัมพันธ์ต่าง ๆ ที่มีในปัญหา ค้นหาความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่รู้กับที่ไม่รู้ ถ้าหาความเชื่อมโยงไม่ได้ ก็อาศัยหลักการวางแผนในการแก้ปัญหาดังนี้ เคยเห็นปัญหานี้มาก่อนหรือไม่ หรือมีลักษณะคล้ายกับปัญหาที่เคยแก้มาก่อนหรือไม่ รู้ว่าปัญหาสัมพันธ์กับอะไรหรือไม่ และรู้ทฤษฎีที่จะนำมาใช้แก้ปัญหานั้นหรือไม่ พิจารณาส่งที่ไม่รู้ในปัญหา และพยายามคิดถึงปัญหาที่คุ้นเคย ซึ่งมีสิ่งที่ไม่รู้เหมือนกัน หรือคล้ายกัน โดยพิจารณาว่าจะใช้วิธีการแก้ปัญหาคที่คุ้นเคยมาใช้กับปัญหาที่กำลังจะแก้ได้หรือไม่ ควรอ่านปัญหาอีกครั้ง และวิเคราะห์ดูว่าแตกต่างจากปัญหาที่เคยพบหรือไม่

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน (Carrying Out The Plan) เป็นขั้นลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน ตรวจสอบในแต่ละขั้นตอนที่ปฏิบัติว่าถูกต้องหรือไม่ เพิ่มเติมรายละเอียดที่จำเป็นเพื่อความชัดเจน แล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งพบคำตอบหรือพบวิธีการแก้ปัญหาได้

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล (Looking Back) เป็นการตรวจสอบที่ได้ในแต่ละขั้นตอนที่ผ่านมา เพื่อดูความถูกต้องของคำตอบ และวิธีการในการแก้ปัญหา พิจารณายังมีคำตอบอื่น หรือวิธีการแก้ปัญหาวีธีอื่น ๆ อีกหรือไม่ แล้วตรวจว่าผลลัพธ์ตรงกันหรือไม่ ปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหาคให้กะทัดรัด ชัดเจน และเหมาะสม ตลอดจนขยายแนวคิดในการแก้ปัญหาคให้กว้างขวางขึ้น นอกจากนี้ยังอาจ

ปรับเปลี่ยนบางเงื่อนไขเพื่อหาข้อสรุปและสรุปผลการแก้ปัญหาในรูปแบบทั่วไป

2.4.4.2 กระบวนการแก้ปัญหาตามทฤษฎีของเทรท์แมนและลิชเทนเบิร์ก

เทรท์แมนและลิชเทนเบิร์ก (Troutman and Lichtenberg) ได้เสนอขั้นตอนของการแก้ปัญหาไว้ 6 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ผู้แก้ปัญหาต้องทำความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ที่ปรากฏในปัญหาแล้วยังต้องมีความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ในปัญหานั้น สิ่งสำคัญคือการตั้งคำถามถามตัวเองเพื่อให้เข้าใจปัญหาได้อย่างลึกซึ้ง

ขั้นที่ 2 กำหนดแผนในการปัญหา กำหนดอย่างน้อยที่สุดหนึ่งแผน การกำหนดแผนไว้หลาย ๆ แผนจะเป็นประโยชน์ต่อการเปรียบเทียบและเลือกใช้แผนที่ดีที่สุด อันส่งผลต่อการกำหนดยุทธวิธีที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหอย่างเหมาะสมที่สุด

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน เป็นขั้นลงมือทำตามแผนที่กำหนดไว้

ขั้นที่ 4 ประเมินแผนและคำตอบ ในขั้นนี้จะมีการพิจารณาถึงความเป็นไปได้หรือความสมเหตุสมผลของคำตอบ ความสอดคล้องกับเงื่อนไขในปัญหา เปรียบเทียบผลจากการลองแก้ปัญหาใหม่ด้วยวิธีการอื่น เปรียบเทียบผลของตนเองกับผลของเพื่อน ๆ

ขั้นที่ 5 ขยายปัญหา ผู้แก้ปัญหาต้องค้นหารูปแบบทั่วไปของคำตอบของปัญหา การที่จะขยายปัญหาได้นั้น ผู้แก้ปัญหาต้องเข้าใจโครงสร้างของปัญหาอย่างชัดเจน การขยายปัญหาจะช่วยสร้างทักษะในการแก้ปัญหา การขยายปัญหาทำได้โดยเขียนปัญหาที่คล้ายกับปัญหาเดิม เสนอปัญหาใหม่ เพื่อผู้แก้ปัญหอาจจะค้นหารูปแบบทั่วไปหรือกฎในการหาคำตอบ

ขั้นที่ 6 บันทึกการแก้ปัญหา นักแก้ปัญหาคที่ดีต้องจดบันทึกการแก้ปัญหาของตนไว้ เพื่อที่จะได้รื้อฟื้นหรือทบทวน อันจะเป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาครั้งต่อไป สิ่งที่ควรจดบันทึก ได้แก่ แหล่งของปัญหา ตัวปัญหาที่กำหนดแนวคิดในการแก้ปัญหา หรือแบบแผนการคิดอย่างคร่าว ๆ ยุทธวิธีที่นำมาใช้ หรือสามารถจะนำมาใช้ได้ ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการขยายผลการแก้ปัญหา

2.4.4.3 กระบวนการแก้ปัญหาตามทฤษฎีของเบลล์ (Bell)

เบลล์ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาเป็นขั้น ๆ ไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) นำเสนอปัญหาในรูปทั่วไป
- 2) เสนอปัญหาในรูปที่สามารถดำเนินการได้
- 3) ตั้งสมมติฐานและเลือกวิธีดำเนินการแก้ปัญหา เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา
- 4) ตรวจสอบสมมติฐานและดำเนินการแก้ปัญหา เพื่อหาคำตอบหรือชุดคำตอบที่เป็นไปได้
- 5) วิเคราะห์และประเมินคำตอบ รวมถึงวิธีการซึ่งนำไปสู่การค้นพบยุทธวิธีในการแก้ปัญหา ซึ่งโดยทั่วไปแล้วมักนำเสนอขั้นตอนยุทธวิธีในการแก้ปัญหาเป็นขั้น ๆ

2.4.4.4 กระบวนการทางความคิดและยุทธวิธีในการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์

ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาคือเครื่องมือที่สำคัญในการแก้ปัญหา นักแก้ปัญหาที่ดีจะมียุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่พร้อมจะเลือกออกมาใช้ได้ทันทีทันใดที่เผชิญปัญหา ยุทธวิธีที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหามีหลากหลาย นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอยุทธวิธีในการแก้ปัญหาไว้ดังนี้ [7] [8] [9] [10]

- ยุทธวิธีหารูปแบบ (Look For a Pattern) ยุทธวิธีนี้จะพิจารณารูปแบบของส่วนแรกในลำดับของจำนวนหรือข้อมูลที่ให้มาก่อนแล้วจึงค้นหาต่อไปอีก
- ยุทธวิธีพิจารณาที่ง่ายกว่า (Examine a Simpler Case) ในสถานการณ์ที่ซับซ้อนบางปัญหาอาจเริ่มจากการพิจารณากรณีง่าย ๆ ของปัญหานั้นก่อนแล้วค่อยสร้างไปยังปัญหาเดิม
- ยุทธวิธีวิเคราะห์ให้ได้ปัญหาย่อย (Identify a Subgoal) ในการวางแผนแก้ปัญหาบางปัญหา คำตอบของปัญหาที่ง่ายกว่าหรือคำตอบของปัญหาที่คล้ายกันมาก ๆ หรือที่เคยพบมาแล้วอาจกลายเป็นเป้าหมายย่อย ๆ ของเป้าหมายพื้นฐานในการแก้ปัญหานั้นได้
- ยุทธวิธีพิจารณาปัญหาที่เกี่ยวข้อง (Examine a Related Problem) เป็นการค้นหาปัญหาที่คล้ายกันซึ่งเคยแก้มาก่อนช่วยในการแก้ปัญหาใหม่ที่เจอ

- **ยุทธวิธีทำย้อนกลับ (Work Backward)** ปัญหาบางปัญหาอาจง่ายขึ้นถ้าเริ่มต้นพิจารณาจากคำตอบหรือผลขั้นสุดท้ายแล้วทำย้อนกลับ
- **ยุทธวิธีสร้างแผนภาพ (Draw a Diagram)** การวาดแผนภาพเป็นส่วนหนึ่งในการ แก้ปัญหาในวิชาเรขาคณิต จะสร้างภาพเพื่อการเข้าใจซึ่งจำเป็นในการ แก้ปัญหา นอกจากนี้ปัญหาที่ไม่ใช่ปัญหาทางเรขาคณิต ก็สามารถใช้การวาดรูปในการแก้ปัญหาได้
- **การวาดภาพ กราฟและตาราง (Drawing Pictures, Graphs, and Table)** ยุทธวิธีนี้จะช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นภาพจากปัญหาที่ยุ่งยาก หรือปัญหาที่เป็นนามธรรม การวาดภาพ กราฟและตาราง เป็นการแสดงข้อมูลเชิงจำนวนให้ผู้เรียนเห็น กราฟช่วยให้มองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ไม่ปรากฏโดยทันที
- **ยุทธวิธีเดาและตรวจสอบ (Guess and Check)** ในขั้นแรกจะเดาคำตอบและใช้เหตุผลดูความเป็นไปได้ แล้วตรวจสอบ ถ้าการเดาครั้งนั้นไม่ถูก ขั้นต่อไปคือการเรียนรู้เกี่ยวกับความเป็นไปได้ของคำตอบให้มากขึ้นแล้วเดาคือไป
- **ประมาณและตรวจสอบ (Estimation and Check)** เป็นยุทธวิธีในการหาคำตอบที่ใกล้เคียงเพื่อตัดสินว่าแนวทางแก้ปัญหานั้นจะเป็นวิธีใด ซึ่งคำตอบที่ประมาณขึ้นมาจะต้องตรวจสอบเพื่อให้ได้เป็นคำตอบที่แท้จริง การประมาณคำตอบควรทำเป็นประจำจนทำให้เป็นพื้นฐานสำหรับผู้เรียน
- **ตรวจว่าข้อมูลเพียงพอหรือไม่ (Insufficient Information)** บางครั้งข้อมูลที่ให้มาไม่เพียงพอมีบางส่วนขาดหายไป
- **การตัดข้อมูลที่ไม่มีเกี่ยวข้อง (Elimination of Extraneous Data)** ปัญหาบางปัญหาให้ข้อมูลทั้งที่จำเป็นและไม่จำเป็น ผู้เรียนต้องตัดข้อมูลส่วนที่ไม่จำเป็นออกเพื่อที่จะให้ข้อมูลนี้แลบลง แทนที่จะพยายามใช้ข้อมูลทั้งหมดที่ไม่มี ความหมาย

- **พัฒนาสูตรและเขียนสมการ (Developing Formula and Writing Equations)** สูตรที่สร้างขึ้นจะใช้ประโยชน์โดยการแทนจำนวนลงในสูตรเพื่อหาคำตอบ
- **การสร้างแบบจำลอง (Modeling)** แบบจำลองของปัญหาจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดในการดำเนินการที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหา
- **เขียนแผนภูมิสายงาน (Flowcharting)** การเขียนแผนภูมิสายงานจะช่วยให้เห็นกระบวนการของการแก้ปัญหา ซึ่งแผนภูมิสายงานหรือผังงานเป็นเค้าโครงที่แสดงรายละเอียดของขั้นตอนที่ต้องดำเนินงานตามเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ต้องการก่อนที่จะไปแก้ปัญหา
- **การลงมือแก้ปัญหา (Acting Out The Problem)** เป็นการลงมือแก้ปัญหาแล้วจึงจะทำให้เห็นขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น
- **ใช้ปัญหาที่ง่ายกว่า (Simplifying The Problem)** เป็นการแทนจำนวนน้อย ๆ ที่สามารถคำนวณได้ โดยที่ผู้เรียนสามารถตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบได้ ก่อนที่จะไปแก้ไขปัญหามี ผู้เรียนจะต้องใช้ความรู้สึกในการเลือกการดำเนินการ
- **เอาใจใส่ทุกประเด็นที่เป็นไปได้ (Account For All Possibilities)** ยุทธวิธีนี้ผู้เรียนจะใช้ก่อนที่จะทราบคำตอบ ผู้เรียนอาจจะแจกแจงความเป็นไปได้ทั้งหมดโดยนำมาเขียนเป็นรายการหรือสร้างตาราง เหมาะสมสำหรับจำนวนความเป็นไปได้ไม่มากนัก
- **เปลี่ยนมุมมองของปัญหา (Change Your Point of View)** ปัญหาบางปัญหาต้องการให้เปลี่ยนสิ่งที่มีอยู่ในใจหรือหยุดคิดความคิดนั้น ดังนั้นต้องมองภาพสถานการณ์นั้นด้วยวิธีใหม่

ความรู้ที่สำคัญที่ทำให้เป็นนักแก้ปัญหาที่ดีคือ ความรู้ในเรื่องยุทธวิธีในการแก้ปัญหา โดยสามารถเลือกใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่หลากหลายได้ ดังนั้นผู้เรียนควรที่จะได้เรียนรู้หรือฝึกทักษะการใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ ให้ชำนาญ เพื่อจะได้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคต่อไป

2.4.4.5 ยุทธวิธีแจงกรณีเป็นไปได้

ยุทธวิธีในการแจงกรณีเป็นไปได้ เป็นยุทธวิธีที่ใช้ก่อนที่จะทราบคำตอบ ที่อาจจะเขียนถึงความเป็นไปได้ทั้งหมด อย่างเป็นระบบระเบียบครบถ้วนเป็นหมวดหมู่ ป้องกันการเขียนซ้ำซ้อน โดยสร้างเป็นตารางหรือเขียนแจงรายการอย่างครบถ้วนทุกประเด็น เมื่อกรณีต่าง ๆ ที่นำเสนอมีจำนวนจำกัดหรือไม่มากนักหรืออาจเขียนเพียงบางรายการที่จำเป็นและเพียงพอต่อการหาคำตอบเท่านั้น

2.4.4.6 ยุทธวิธีการสร้างตารางหรือกราฟ

ยุทธวิธีในการสร้างตารางหรือกราฟ เป็นการกระทำกับข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้เป็นระบบระเบียบ โดยนำมาเขียนลงตาราง โดยอยู่ภายใต้เงื่อนไขหรือข้อมูลของปัญหาเพื่อช่วยให้มองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูล ซึ่งจะนำไปสู่การหาคำตอบที่ต้องการในการแก้ปัญหาก็ใช้ยุทธวิธีสร้างตาราง เพื่อ

- แจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด
- แจงกรณีบางกรณีที่จำเป็นและเพียงพอ
- ค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลตั้งแต่ 2 ข้อมูลขึ้นไป
- ค้นหาทุกส่วนของความสัมพันธ์

2.4.4.7 ยุทธวิธีเขียนแผนภาพหรือภาพประกอบ

ยุทธวิธีในการเขียนแผนภาพหรือภาพประกอบ ใช้ภาพหรือแผนภาพและความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ให้มาในปัญหา เพื่อช่วยในการเข้าใจปัญหาและใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหา ซึ่งบางครั้งสามารถหาคำตอบของปัญหาได้โดยตรงจากการเขียนภาพหรือแผนภาพนั้น

2.4.4.8 ยุทธวิธีการทำงานย้อนกลับ

ยุทธวิธีในการทำงานย้อนกลับเป็นยุทธวิธีการคิดวิเคราะห์จากผลไปหาเหตุ การแก้ปัญหาบางปัญหาหากเริ่มต้นจากสิ่งที่ปัญหาที่กำหนดให้แล้วหาความเชื่อมโยง หรือความสัมพันธ์ต่าง ๆ ไปสู่สิ่งที่ปัญหาต้องการ อาจประสบความสำเร็จในการหาคำตอบปัญหาบางปัญหาจึงต้องเริ่มต้นจากสิ่งที่ปัญหาต้องการ แล้วหาความเชื่อมโยง

ย้อนกลับไปสู่สิ่งที่ปัญหากำหนด ทำให้หาคำตอบของปัญหาได้ง่ายกว่า ยุทธวิธีนี้มีคุณค่าและประโยชน์ต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน เป็นวิธีการอันชาญฉลาดในการที่จะพัฒนาทักษะการให้เหตุผล

2.4.4.9 ยุทธวิธีการใช้เหตุผล

ยุทธวิธีในการใช้เหตุผลเป็นการใช้ข้อมูลต่าง ๆ ที่กำหนดในปัญหา ประมวลเข้ากับความรู้และประสบการณ์เดิม จากเหตุไปสู่ผลที่เป็นคำตอบของปัญหา วิธีนี้มักใช้ร่วมกับยุทธวิธีอื่น ๆ

2.4.4.10 ยุทธวิธีพิจารณากรณีที่ยากกว่าหรือแบ่งเป็นปัญหาย่อย

ยุทธวิธีในการพิจารณากรณีที่ยากกว่าหรือแบ่งเป็นปัญหาย่อย เป็นการพิจารณาสถานการณ์ที่ซับซ้อน โดยเริ่มพิจารณาจากกรณีง่าย ๆ ของปัญหานั้นก่อน หรือแบ่งปัญหาออกเป็นส่วน ๆ เพื่อลดระดับความซับซ้อนลง แล้วแก้ปัญหากจากกรณีที่ยาก ๆ นั้นก่อน แล้วนำแนวคิดนั้นมาใช้แก้ปัญหาคำหนดให้ ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาลेเป็นการแก้ปัญหาลेโดยอาจจะทำคร่าว ๆ ก่อนเพื่อให้เห็นภาพรวมและขั้นตอนในการแก้ปัญหานั้นได้ง่ายขึ้น

2.4.4.11 ยุทธวิธีการใช้แบบจำลอง

ยุทธวิธีในการใช้แบบจำลอง การสร้างแบบจำลองแทนปัญหาโดยใช้ของจริง ใช้อุปกรณ์หรือใช้ตัวค้นแบบทางคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยทำความเข้าใจปัญหาได้ง่ายขึ้น และช่วยกำหนดแนวคิดในการแก้ปัญหาค การสร้างแบบจำลองของปัญหาทำให้เข้าใจมโนคติการดำเนินการที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหาค

ในการแก้ปัญหานั้น ขั้นตอนที่ดีกว่ามีความสำคัญมากที่สุด คือ ขั้นตอนการวางแผนแก้ปัญหาค เพราะผู้แก้ปัญหาคต้องใช้ทั้งทักษะ ความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์ที่มีอยู่มาประมวลเข้ากับข้อมูลต่าง ๆ ที่กำหนดในสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดแนวทางหรือยุทธวิธีในการแก้ปัญหาค ซึ่งถ้าผู้เรียนได้รับการฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอจนมีทักษะในการ

แก้ปัญหายิ่งพอ และเมื่อต้องเผชิญกับปัญหาอีกก็จะสามารถนำประสบการณ์ที่สั่งสมออกมาปรับใช้ได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับสถานการณ์ของปัญหานั้น ๆ

ปัญหาทางคณิตศาสตร์ปัญหาหนึ่ง ๆ สามารถแก้ได้โดยยุทธวิธีที่หลากหลาย อาจใช้เพียงยุทธวิธีเดียวหรือหลายยุทธวิธีประกอบกันก็ได้ ผู้เรียนต้องเรียนรู้และเข้าใจยุทธวิธีที่หลากหลาย ดังนั้นในการแก้ปัญหาลักษณะนี้ จึงจะต้องสะสมยุทธวิธีต่าง ๆ ไว้ให้มากเพื่อการเลือกนำมาใช้อย่างเหมาะสมต่อไป

2.5 ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหของผู้เรียน มีดังนี้

โดยข้อมูลจากสมาคมผู้สอนคณิตศาสตร์ในสหรัฐอเมริกา [11]

1) ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา

ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความสามารถด้านนี้ คือ ทักษะการอ่านและการฟัง เนื่องจากผู้เรียนจะรับรู้ปัญหาได้จากการอ่านและการฟัง ผู้เรียนต้องอ่านอย่างรอบคอบ วิเคราะห์และทำความเข้าใจกับปัญหา โดยอาศัยความรู้เกี่ยวกับศัพท์ บทนิยาม มโนคติ และข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เพื่อที่จะได้ตัดสินใจว่าควรจะทำอะไรและอย่างไร เป็นการแสดงออกถึงศักยภาพทางสมองของผู้เรียนในการระลึก การนำมาเชื่อมโยงกับปัญหาที่เผชิญอยู่

2) ทักษะในการแก้ปัญห

เมื่อผู้เรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาย่อย ๆ ย่อมมีโอกาที่จะพบปัญหาต่าง ๆ หลายรูปแบบ ทั้งที่มีโครงสร้างของปัญหาที่คล้ายคลึงหรือแตกต่างกัน การเผชิญกับปัญหาที่แปลกใหม่ การเลือกใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสมจะเป็นการสั่งสมประสบการณ์ในการแก้ปัญห ทำให้สามารถวางแผนเพื่อกำหนดยุทธวิธีในการแก้ปัญหได้อย่างรวดเร็วและเหมาะสม

3) ความสามารถในการคิดคำนวณและความสามารถในการใช้เหตุผล

เมื่อทำความเข้าใจกับปัญหาและวางแผนการปัญหาเรียบร้อยแล้ว ก็ต้องลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ซึ่งบางปัญหาต้องใช้การคิดคำนวณ บางปัญหาต้องใช้กระบวนการใช้เหตุผล

ผู้เรียนต้องมีความเข้าใจในกระบวนการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เท่าที่จำเป็น และเพียงพอในระดับของตน

4) แรงขับ

ในการแก้ปัญหาลักษณะนี้ผู้เรียนจะพบปัญหาที่แปลกใหม่ ปัญหาที่ไม่เคยพบเจอมาก่อน ปัญหาที่ไม่สามารถหาคำตอบในทันทีทันใด ต้องคิดวิเคราะห์อย่างเต็มที่เพื่อจะหาคำตอบให้ได้ จึง

จำเป็นที่ผู้เรียนต้องมีแรงขับที่จะสร้างพลังในการคิด ซึ่งแรงขับนี้มาจากความสนใจ เจตคติ แรงจูงใจ ใฝ่สัมฤทธิ์ ความสำเร็จ ตลอดจนความซาบซึ้งในการแก้ปัญหา ซึ่งแรงขับนี้ผู้เรียนต้องใช้เวลาในการบ่มเพาะมายาวนาน

5) ความยืดหยุ่น

การจะเป็นนักแก้ปัญหาที่ดี ผู้เรียนต้องมีความยืดหยุ่นในการคิด คือ ไม่ยึดติดกับรูปแบบ การแก้ปัญหาแบบใดแบบหนึ่ง หรือยึดติดรูปแบบที่ตนเองคุ้นเคย แต่ต้องยอมรับรูปแบบและวิธีการใหม่ๆ อยู่เสมอ ความยืดหยุ่นเป็นความสามารถในการปรับกระบวนการแก้ปัญหา โดยการบูรณาการความเข้าใจ ทักษะ และความสามารถ ในการแก้ปัญหาให้มีประสิทธิภาพ

6) ความรู้พื้นฐาน

ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความเชื่อมโยงกับความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ผู้เรียนต้องมีความรู้พื้นฐานที่ดีพอ สามารถนำมาใช้ได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับสาระของปัญหาระดับสติปัญญา การแก้ปัญหาจำเป็นต้องใช้การคิดระดับสูง สติปัญญาจึงเป็นสิ่งสำคัญยิ่งประการหนึ่งในการแก้ปัญหา ซึ่งมีส่วนสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหา ผู้ที่มีสติปัญญาคือจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีกว่าผู้ที่มีสติปัญญาที่ด้อยกว่า

7) การอบรมเลี้ยงดู

ผู้เรียนที่มาจากครอบครัวที่มีการเลี้ยงดูแบบประชาธิปไตย ให้โอกาสแสดงความคิดเห็น คิดและตัดสินใจได้ด้วยตนเอง มีแนวโน้มที่จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่าผู้เรียนที่มาจากครอบครัวที่เลี้ยงแบบปล่อยปละละเลยหรือเข้มงวดเกินไป

8) วิธีสอนของผู้สอน

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดอย่างอิสระ มีเหตุผล ให้ความสำคัญกับการคิดของผู้เรียน ย่อมส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาดีกว่าแบบที่บทบาทการเรียนการสอนตกอยู่ที่ผู้สอนแต่เพียงฝ่ายเดียว และนอกจากนี้การจัดสภาพแวดล้อมก็มีผลที่เอื้อต่อการพัฒนาความสามารถของผู้เรียน เช่นกัน รวมทั้งการจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการพัฒนาความสามารถของผู้เรียนด้วย คือ

- เป็นบรรยากาศที่ยอมรับและเห็นคุณค่าของแนวคิด วิธีการคิด และความรู้สึของผู้เรียน
- ให้ความเวลาในการสำรวจแนวคิดทางคณิตศาสตร์

- ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ทำงานทั้งส่วนบุคคลและร่วมมือกัน
- ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ลองใช้ความสามารถในการกำหนดปัญหาและสร้างข้อาคเคเค
- ให้ผู้เรียนได้ให้เหตุผลและสนับสนุนแนวคิดด้วยข้อความทางคณิตศาสตร์

2.6 วิธีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาค

เป้าหมายของการพัฒนา คือ เมื่อกำหนดสถานการณ์ปัญหามาให้ผู้เรียนคิดหาคาคเคเค โดยทำ ความเข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหาค ดำเนินการแก้ปัญหาค และตรวจสอบผล โดยฝึกตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

- 1) การพัฒนาความสามารถในการทำ ความเข้าใจปัญหา ฝึกให้ผู้เรียนอ่าน โจทย์อย่างละเอียด แล้วทำความเข้าใจ จานนคสถานการณ์หรือข้อมูลออกเป็นส่วน ๆ โดยมุ่งให้ผู้เรียน สามารถตอบคาคเคเคต่อไปนี้ โจทย์ให้ข้อมูลอะไร มีเงื่อนไขอย่างไร โจทย์ต้องการหา อะไร โดยอาจเริ่มจากการตั้งคาคเคเคให้ผู้เรียนตอบ คาคเคเคไปจึงให้ผู้เรียนฝึกทำ ความเข้าใจ เองเอง
- 2) การพัฒนาความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหาค ฝึกให้ผู้เรียนเชื่อมโยงหรือมองหา ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่จานนกับสิ่งที่โจทย์ต้องการ ให้ผู้เรียนบอกความหมาย อธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลและแทนข้อมูลโดยใช้วิธีต่าง ๆ เช่น ใช้แผนภาพ ตาราง หรือเทคนิคอื่น ๆ เพื่อสร้างความกระจ่างชัดและเห็นเป็นรูปธรรม แล้วจึงแปลงเป็น ประโยคทางคณิตศาสตร์หรืออาจแปลความใน โจทย์ปัญหา ให้อยู่ในรูปประโยคทาง คณิตศาสตร์เลย หากเข้าใจ โจทย์ปัญหาดีแล้ว

สมเคเค บุญประจักษ์ นักการศึกษา ได้กล่าวไว้ว่า “ การพัฒนาความสามารถในการ ดำเนินการ ตามแผน ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักประมาณคาคเคเคเคโดยการคิดในใจ แล้วดำเนินการหาคาคเคเคเคโดยใช้ความรู้ และทักษะที่มีอยู่ก่อนแล้ว การพัฒนาความสามารถในการตรวจสอบผล ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักการตรวจสอบ คาคเคเคเคของปัญหา คือ ตรวจสอบคาคเคเคเคที่ได้กับคาคเคเคเคที่ประมาณในใจ ตรวจสอบคาคเคเคเคที่ได้จากการ แก้ปัญหาคด้วยวิธีที่แตกต่างกัน ตรวจสอบความถูกต้องในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาค ”

กอนซาเลส (Gonzales) ได้ให้ความเห็นวาค บรรยายวาคที่ส่งเสริมการพัฒนาความสามารถในการ แก้ปัญหาค ต้องเป็นบรรยายวาคที่ทำให้ผู้เรียนรู้สึกสะดวกสบายในการแสดงแนวคิด ไม่เข้มงวด เอาจริง เอาจจจจนเกิดความตึงเครียด เพราะถาคผู้เรียนเกิดความรู้สึกกลัวในสิ่งที่ทำผิดพลาด หรือกลัวถูกหัวเราะ

เยาะจากเพื่อนผู้เรียนจะไม่กล้าซักถาม ไม่กล้าแสดงความคิดเห็น ฉะนั้นผู้สอนจะต้องจัดบรรยากาศของชั้นเรียนที่ทำให้ผู้เรียนมีความรู้สึกเป็นอิสระ เป็นบรรยากาศที่ส่งเสริมให้มีการสำรวจ สืบค้น ให้เหตุผล และสื่อสารกัน

ดังนั้นเราจึงสามารถสรุปได้ว่า แนวทางที่จะพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ได้แก่ ปัญหาที่นำมาใช้ บรรยากาศในชั้นเรียน การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิด เวลาที่ใช้ในการแก้ปัญหา และการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของผู้สอน เป็นต้น

2.7 ความสำคัญของเทคโนโลยีที่มีผลต่อการศึกษา [12]

การศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้กับเทคโนโลยีทางการศึกษาในปัจจุบันนั้น ถือว่ามีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากจะเป็นแรงจูงใจที่สำคัญที่ทำให้เด็กและเยาวชนเกิดความสนใจในการเรียนรู้

อาจารย์เอกวิทย์ แก้วประดิษฐ์ ได้กล่าวถึงหลักการและแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความสัมพันธ์กับหลักการเทคโนโลยีทางการศึกษา และการนำสื่อการเรียนการสอนมาใช้ ดังนี้

- **หลักการจูงใจ** เทคโนโลยีทางการศึกษาและสื่อจะมีพลังจูงใจที่สำคัญในกิจกรรมการเรียนการสอนเพราะเป็นสิ่งที่สามารถผลักดัน ส่งเสริมและเพิ่มพูนกระบวนการจูงใจที่มีอิทธิพลต่อความสนใจ ความปรารถนา ความต้องการ และความคาดหวังของผู้เรียน
- **การพัฒนาโมทัศน์ส่วนบุคคล** วัสดุการเรียนการสอนจะช่วยส่งเสริมความคิดความเข้าใจแก่ผู้เรียนของแต่ละบุคคล ดังนั้นการเลือกผลิตและการใช้วัสดุในการเรียนการสอนควรจะต้องสัมพันธ์กับความสามารถของผู้สอนและผู้เรียน ตลอดจนจุดมุ่งหมายของการเรียนที่กำหนด
- **กระบวนการเลือกและสอนด้วยสื่อและเทคโนโลยี** ความสัมพันธ์ระหว่างการปฏิบัติเกี่ยวกับสื่อจะเป็นลูกโซ่ในกระบวนการเรียนการสอน ดังนั้น การเลือก การใช้ การตอบสนอง และผลผลิตจึงต้องพิจารณาเป็นแผนรวมเพื่อสนองความต้องการ และประสบการณ์เดิมของผู้เรียนอย่างสอดคล้อง
- **การจัดระเบียบประสบการณ์เทคโนโลยีทางการศึกษา** ผู้เรียนจะเรียนรู้ได้ดีจากสื่อและเทคโนโลยีที่จัดระเบียบเป็นระบบและมีความหมายเหมาะสมตามความสามารถของผู้เรียน

- การมีส่วนร่วมและการปฏิบัติ ผู้เรียนต้องการมีส่วนร่วมและการปฏิบัติด้วยตนเองมากที่สุดจากกิจกรรมการเรียนการสอน เพราะเป็นหนทางที่จะทำให้สามารถพัฒนาการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นการจัดสื่อและเทคโนโลยีควรมุ่งถึงหลักการเหล่านี้
- การฝึกซ้ำและการเปลี่ยนแปลงสิ่งเร้าบ่อยๆ สื่อการเรียนการสอนที่สามารถส่งเสริมการฝึกซ้ำและการเปลี่ยนแปลงสิ่งเร้าอยู่เสมอจะช่วยส่งเสริมความเข้าใจ เพิ่มความคงที่ใน การจำ ย้ำความสนใจ และทำให้เกิดรูปแบบการเรียนรู้ที่เป็นประโยชน์อย่างกว้างขวาง
- อัตราการเสนอสื่อในการเรียนการสอนนั้น ควรมีอัตราหรือช่วงเวลาการเสนอข้อมูลความรู้ต่างๆ จะต้องมีความสอดคล้องกับความสามารถ อัตราการเรียนรู้ และประสบการณ์ของผู้เรียน
- ความชัดเจน ความสอดคล้อง ความเป็นผล สื่อมีลักษณะชัดเจนสอดคล้องกับความต้องการและสัมพันธ์กับผลที่พึงประสงค์ของผู้เรียนจะทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี
- การถ่ายโยงที่ดี โดยที่การเรียนรู้แบบเก่าไม่อาจถ่ายโยงไปสู่การเรียนรู้ใหม่ได้อย่างอัตโนมัติ จึงควรจะต้องสอนแบบถ่ายโยงเพราะผู้เรียนต้องการคำแนะนำในการปฏิบัติเพื่อประยุกต์ความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ผู้สอนต้องวางจัดประสบการณ์ที่จะส่งเสริมการถ่ายโยงความรู้ใหม่และเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้ที่เป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้ในสถานการณ์จริง
- การให้รู้ผล การเรียนรู้จะดีขึ้นถ้าหาสื่อและเทคโนโลยีที่ช่วยให้ผู้เรียนรู้ผลการกระทำทันทีหลังจากที่ได้ปฏิบัติกิจกรรมไปแล้ว

การศึกษาข้อมูลทั้งหมดที่กล่าวมานั้น ก่อนการทำการสร้างสื่อการเรียนการสอนถือว่าเป็นสิ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้นับว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อพัฒนาการของเด็กหรือผู้เรียนรู้ให้มีพัฒนาการทางคณิตศาสตร์ที่ดี เพื่อเป็นทักษะพื้นฐานในการคิดและแก้ไขปัญหาอย่างมีเหตุผล และเพื่อที่เราจะสามารถสร้างสื่อการเรียนการสอนที่สามารถพัฒนาผู้เรียนได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

2.8 ภาษาโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object Oriented Language)

ในการพัฒนาระบบในระดับโครงสร้างนั้น นักพัฒนามักจะพยายามแบ่งแยกปัญหาออกเป็น ส่วนย่อยๆ ที่เรียกฟังก์ชัน (Function) หรือโพรซีเจอร์ (Procedure) แล้วจึงทำการวิเคราะห์และแก้ปัญหา ในแต่ละส่วน ๆ ไป โดยในการแก้ปัญหาจะมีอัลกอริทึม (Algorithm) และโครงสร้างข้อมูล (Data - Structure) เฉพาะเพื่อช่วยให้การพัฒนาโปรแกรมเป็นไปได้อย่างง่าย โดยเฉพาะโปรแกรมที่มีขนาดเล็ก

ในการพัฒนาโปรแกรมที่มีคุณสมบัติเชิงวัตถุก็เช่นเดียวกัน โดยการแบ่งแยกปัญหาออก พิจารณาเป็นส่วนย่อย ๆ ซึ่งเรียกว่า “วัตถุ” (Object) เป็นการจัดโครงสร้างของโปรแกรมให้มีความเป็น ระเบียบมากยิ่งขึ้น เพื่อลดความซับซ้อนและเพื่อความสะดวกในการแก้ไขและพัฒนา เมื่อเราสามารถ พัฒนาส่วนต่าง ๆ เสร็จเรียบร้อยแล้ว เราก็สามารถนำส่วนต่าง ๆ นั้นมาประกอบกันเป็นส่วนที่ ใหญ่ขึ้นได้หรือเป็นโปรแกรมที่สมบูรณ์ และด้วยหลักการพื้นฐานของภาษาโปรแกรมเชิงวัตถุ นั้น สามารถช่วยให้การพัฒนาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและง่ายขึ้น

2.8.1 กฎของภาษาโปรแกรมเชิงวัตถุ [13]

อาแลน เคย์ (Alan Kay) ผู้บุกเบิกแนวความคิดในการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุผู้หนึ่ง และเป็นผู้ที่มีส่วนในการพัฒนา ได้เสนอกฎของการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุไว้ 5 ข้อ ดังนี้

- ทุกสิ่งเป็นวัตถุ
- โปรแกรม คือ กลุ่มของวัตถุที่ส่งข่าวสารบอกกันและกันให้ทำงาน
- แต่ละวัตถุต้องมีหน่วยความจำ และประกอบด้วยวัตถุอื่น
- วัตถุต้องจัดอยู่ในประเภทใดประเภทหนึ่ง
- วัตถุประเภทเดียวกันย่อมได้รับข่าวสารเหมือนกัน

2.8.2 หลักการพื้นฐานของภาษาโปรแกรมเชิงวัตถุ [16]

- การห่อหุ้ม (Encapsulation)

การห่อหุ้มนั้นเป็นกระบวนการในการซ่อนรายละเอียดการทำงาน และข้อมูล ไว้ภายใน เพื่อไม่ให้ภายนอกสามารถมองเห็นได้ จึงทำให้ภายนอกไม่สามารถทำ การเปลี่ยนแปลง แก้ไข หรือสร้างความเสียหายให้กับสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ภายในได้ ซึ่ง จะเปรียบได้กับ การที่เราซ่อนกระบวนการทำงานและข้อมูลไว้หลังกำแพงหรือในที่ มิดชิด ซึ่งสิ่งที่อยู่ภายนอกจะไม่สามารถแก้ไข เปลี่ยนแปลงกระบวนการทำงาน

หรือเข้าถึงข้อมูลที่อยู่ภายในได้ ดังนั้นข้อดีก็คือ การที่เราสามารถสร้างการป้องกัน และความปลอดภัยให้กับข้อมูลได้ เนื่องจากข้อมูลจะถูกเข้าถึงได้นั้น จะเกิดจากผู้ที่มีสิทธิ์เท่านั้น

- การสืบทอดคุณสมบัติ (Inheritance)

คุณสมบัติการสืบทอดคุณสมบัติ คือ การนำสิ่งที่มีอยู่แล้วมาเป็นตัวต้นแบบให้กับสิ่งใหม่ที่เราจะสร้างขึ้น ซึ่งเกิดจากการถ่ายทอดคุณสมบัติของสิ่งที่มีอยู่ไปยังสิ่งที่เราจะสร้างใหม่ เพื่อที่เราจะได้ไม่ต้องสร้างสิ่งใหม่ทั้งหมด แต่จะสร้างเฉพาะบางสิ่งที่แตกต่างกันเท่านั้น ดังนั้นข้อดีของการมีคุณสมบัติการสืบทอดคุณสมบัติก็คือ การที่เราสามารถนำสิ่งที่เราเคยสร้างขึ้นมาแล้วกลับมาใช้ใหม่ (Re-Use) ได้ ทำให้เราสามารถที่จะประหยัดเวลาการทำงานลงได้ เนื่องจากไม่ต้องพัฒนาใหม่ทั้งหมด

- คุณสมบัติการพ้องรูป (Polymorphism)

คุณสมบัติการพ้องรูป คือ ความสามารถในการทำงานที่ครอบคลุม ตัวอย่างเช่น การที่กระบวนการทำงานของเรานั้นมีกระบวนการในการทำงานสำหรับเลขจำนวนเต็มเท่านั้น แต่ทั้งที่ขั้นตอนที่อยู่ภายในสามารถทำงานได้แม้จะเป็นจำนวนทศนิยม ดังนั้นเราสามารถที่จะทำให้โปรแกรมของเราสามารถทำงานได้อย่างครอบคลุม โดยการใช้คุณสมบัติการพ้องรูปของกระบวนการสำหรับจำนวนเต็มกับกระบวนการของจำนวนทศนิยม ซึ่งข้อดีคือ ทำให้โปรแกรมที่เราสร้างขึ้นนั้นมีความยืดหยุ่นมากขึ้น

2.8.3 คุณสมบัติของภาษาจาวาที่มีความโดดเด่น [17]

1) ภาษาจาวานั้นสามารถเรียนรู้ได้ง่าย (Simple)

ภาษาจาวานั้นสามารถเรียนรู้ได้ง่ายกว่าภาษาอื่น ๆ หลายภาษา เช่น ภาษาซี ทั้งที่มีโครงสร้างที่คล้ายกัน แต่ภาษาจาวาได้ปรับเปลี่ยนในบางส่วนให้ง่ายต่อการใช้งานมากขึ้น ตัวอย่างเช่น การยกเลิกการใช้ตัวชี้ตำแหน่งที่เก็บข้อมูล (Pointers) และการจองหน่วยความจำ (Memory Allocation) เพื่อลดความยุ่งยากในการตรวจสอบโปรแกรม และยังเป็นการลดความผิดพลาดของโปรแกรมได้อย่างมาก

2) ภาษาจาวาเป็นการเขียนภาษาโปรแกรมเชิงวัตถุ

เมื่อเปรียบเทียบกับภาษาอื่น ๆ ภาษาจาวามีความสมบูรณ์มากกว่าในการเขียนโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพในการจัดการและพัฒนาโปรแกรม ข้อดีก็คือ สามารถนำโปรแกรมที่เขียนไว้แล้วกลับมาใช้ใหม่ได้โดยโปรแกรมอื่น ๆ และในภาษาจาวานั้นก็ยังมีไลบรารี (Library) ของคลาส (Class) สำเร็จรูปเตรียมไว้ให้สำหรับผู้ใช้จะสามารถนำไปใช้ได้โดยไม่ต้องเขียนเอง

3) ภาษาจาวาสามารถใช้ได้กับทุกระบบปฏิบัติการ (Platform independence)

เมื่อเราพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษาจาวา เราสามารถนำโปรแกรมที่เขียนไปใช้งานบนระบบปฏิบัติการของคอมพิวเตอร์แบบใดก็ได้ โดยไม่ต้องผ่านการแปลภาษา เช่น การพัฒนาโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (Window) และนำไปใช้บนอุปกรณ์การสื่อสารเคลื่อนที่ (Mobile Phone)

4) ภาษาจาวาสามารถสร้างโปรแกรมบนอินเทอร์เน็ตได้ (Distributed)

ผู้เขียนสามารถใช้ภาษาจาวาในการสร้างการติดต่อสื่อสาร โดยใช้ระบบอินเทอร์เน็ตผ่านโปรโตคอลทีซีพีและไอพี (Transmission Control Protocol / Internet Protocol หรือ TCP/IP) อย่างเช่น อีเมลล์ (E-Mail) เป็นต้นได้อย่างง่ายและมีประสิทธิภาพ และระบบอินเทอร์เน็ตนั้นเป็นเครือข่ายที่ไม่สามารถระบุเจาะจงได้ว่าผู้ใช้งานนั้นใช้งานอยู่บนระบบปฏิบัติการใด เราจึงควรใช้งานภาษาที่สามารถทำงานได้ทุกระบบปฏิบัติการ

5) ภาษาจาวามีความปลอดภัยสูง (Secure)

ภาษาจาวานั้นถูกออกแบบมาเพื่อรองรับการพัฒนาโปรแกรมกับระบบอินเทอร์เน็ต โดยให้ความสำคัญกับเรื่องความปลอดภัยเป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งภาษาจาวาได้มีกลไกในการป้องกันสิ่งที่จะอาจทำให้ระบบเกิดความเสียหายจากภายนอก อย่างเช่น การนำไวรัสคอมพิวเตอร์หรือโปรแกรมที่ไม่เหมาะสมมาสู่ระบบคอมพิวเตอร์ หรือการเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์โดยไม่ได้รับอนุญาต (Hacking) เป็นต้น

6) ภาษาจาวามีความยืดหยุ่นสูง (Dynamic)

ภาษาจาวามีไลบรารีโปรแกรม (Library Program) ที่เก็บรวบรวมไว้เป็นชุดคำสั่ง (Package) จำนวนมาก ซึ่งสามารถนำมาพัฒนาเพิ่มได้โดยที่ไม่มีผลกระทบ

กับไลบรารีโปรแกรมเดิม ทำให้เกิดความคล่องตัวอย่างมากในการพัฒนาโปรแกรมต่อ ๆ ไป

7) ภาษาจาวาสามารถทำงานพร้อมกันหลาย ๆ งานได้ (Multithreaded)

เป็นการทำงานหลาย ๆ งาน (Threading) ในเวลาเดียวกันได้พร้อมกัน ซึ่งจะเหมือนกับภาษาซีแต่จะทำงานได้ง่ายกว่า

8) ภาษาจาวาสามารถกำหนดชนิดของตัวแปรให้มีขนาดเท่ากัน (Portable)

ในการเขียนโปรแกรมจะมีการกำหนดชนิดของตัวแปรต่าง ๆ ในการใช้งาน ซึ่งแต่ละระบบปฏิบัติการ ชนิดของตัวแปรชนิดเดียวกันอาจจะมีขนาดที่ไม่เท่ากัน แต่ในภาษาจาวาได้กำหนดให้ชนิดของตัวแปรเดียวกันในระบบปฏิบัติการต่าง ๆ มีขนาดที่เท่ากัน ซึ่งทำให้ผู้ใช้งานสามารถใน โปรแกรมที่เราสร้างขึ้น ไปใช้งานหรือพัฒนาได้ในระบบปฏิบัติการอื่น ๆ โดยไม่ต้องแก้ไขชนิดของตัวแปร

9) ภาษาจาวามีความทนทานต่อการเขียนโปรแกรม (Robust)

โปรแกรมที่พัฒนาด้วยภาษาจาวาจะมีความทนทานต่อความผิดพลาด ที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการเขียนโปรแกรมหรือในขณะที่ทำงาน โดยภาษาจาวาได้ออกแบบส่วนของการตรวจสอบความผิดพลาด โดยใช้การดักจับความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น (Try and Catch) และมีการตรวจสอบโปรแกรมที่ถูกเขียนขึ้นอย่างระเอียด ซึ่งวิธีการนี้ทำให้ผู้เขียน โปรแกรมสามารถป้องกันการเกิดความผิดพลาดของโปรแกรมได้ดีกว่า

10) ภาษาจาวาอาศัยตัวแปลภาษาที่ติดตั้งไว้แล้วในการทำงานเท่านั้น (Interpreted)

โปรแกรมที่พัฒนามาจากภาษาจาวานั้น จะไม่สามารถทำงานได้ด้วยตัวมันเอง เหมือนกับโปรแกรมอื่น ๆ โดยจะต้องอาศัยตัวแปลคำสั่งซึ่งต้องมีการติดตั้งไว้ก่อนแล้วเท่านั้น

จากข้อดีของภาษาโปรแกรมเชิงวัตถุ และข้อดีของการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาจาวาที่กล่าวมา จึงทำให้เราเลือกภาษาจาวามาเป็น โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างและพัฒนาสื่อการเรียนการสอนนี้ เพื่อการสร้างและพัฒนาที่สามารถทำได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ และยังสามารถนำสื่อการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นนี้ไปพัฒนาต่อได้อย่างง่ายดายได้อีกในอนาคต

2.9 ภาษาจาวาเซิร์ฟเวอร์เพจ (JavaServer Pages , JSP) [18]

จาวาเซิร์ฟเล็ต (Java Servlet) คือ โปรแกรมที่เขียนขึ้นมาเป็นคลาสของภาษาจาวา เพื่อทำงานทางฝั่งเซิร์ฟเวอร์ ทำนองเดียวกับเอเอสพี (ASP) หรือพีเอชพี (PHP) ซึ่งจะทำงานทางฝั่งเซิร์ฟเวอร์เช่นกัน การนำจาวาเซิร์ฟเล็ตมาใช้ประโยชน์จึงไม่แตกต่างกัน คือ ใช้สำหรับเขียนโปรแกรมในลักษณะเดียวกับซีจีไอ (CGI) เพื่อทำหน้าที่อ่านข้อมูลที่ได้รับมาจากผู้ชมเว็บไซต์ แล้วเอาข้อมูลนั้นมาประมวลผล จากนั้นจึงส่งผลลัพธ์กลับไปให้ผู้ชมเว็บไซต์

เนื่องจากจาวาเซิร์ฟเล็ตมีจุดเด่นที่สำคัญมากมาย เช่น มีประสิทธิภาพและความเร็วสูงในการทำงาน สามารถปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาได้ง่าย เพราะใช้ภาษาจาวาซึ่งเป็นภาษาเชิงวัตถุ ในการพัฒนา เป็นต้น จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมบนเว็บแอปพลิเคชันต่างๆ

จาวาเซิร์ฟเวอร์เพจ (JavaServer Pages , JSP) นั้นมีลักษณะที่เหมือนกับจาวาเซิร์ฟเล็ต แต่ต่างกันที่เป็นเทคโนโลยีที่ใช้ “ สคริปต์ ” ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อทำงานในฝั่งของเซิร์ฟเวอร์ (Server – Side Script) และส่งผลลัพธ์กลับมายังเว็บเบราว์เซอร์เป็นภาษาเอชทีเอ็มแอล (HTML) เหมือนกับเทคโนโลยีอื่นๆ แต่ถึงอย่างไรก็ตามก่อนการคอมไพล์เราก็ยังต้องทำการแปลงจาวาเซิร์ฟเวอร์เพจมาเป็นจาวาเซิร์ฟเล็ตก่อนอยู่ดี

ในการเขียนสคริปต์จะใช้ภาษาจาวาเป็นหลัก ซึ่งเป็นภาษาที่ได้รับความนิยมมากภาษาหนึ่ง เพราะมีคุณสมบัติของภาษาเชิงวัตถุ ที่มีเทคนิคช่วยให้ผู้เขียนโปรแกรมสามารถเขียนโปรแกรมได้ง่ายขึ้น มีความสามารถในการนำเอาส่วนประกอบหรือคอมโพเนนต์ต่างๆ (Component) กลับมาใช้งานได้อีก ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการพัฒนาโปรแกรมใหญ่ การที่จาวาเซิร์ฟเวอร์เพจนั้นใช้เทคโนโลยีสคริปต์ทำให้การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน เราสามารถเขียนแต่คำสั่งของจาวาเซิร์ฟเวอร์เพจแทรกลงไปบริเวณที่ต้องการ ภายในไฟล์เอกสารเอชทีเอ็มแอลได้ทันที

2.9.1 ข้อได้เปรียบของจาวาเซิร์ฟเวอร์เพจ

- สามารถทำงานได้โดยไม่ยึดติดกับแพลตฟอร์มใด ๆ

จาวาเซิร์ฟเวอร์เพจได้สืบทอดคุณสมบัติเด่นของจาวามาเป็นจำนวนมาก คือ การทำงานโดยไม่ขึ้นกับแพลตฟอร์มหรือระบบปฏิบัติการใด ๆ ดังนั้นเมื่อเราพัฒนาเว็บด้วยจาวาเซิร์ฟเวอร์เพจในแพลตฟอร์มหนึ่ง ก็สามารถย้ายไปใช้งานหรือพัฒนาในอีกแพลตฟอร์มหนึ่งได้ไม่ยาก

- ใช้งานจาวา เอพีไอ (Java API) ได้หลากหลาย

จาวาเซิร์ฟเวอร์เพจเรียกใช้งานจาวา เอพีไอ ได้หลากหลาย ซึ่งจาวา เอพีไอ คือ กลุ่มของคลาสที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการใช้งานต่าง ๆ เช่น การจัดการเกี่ยวกับเน็ตเวิร์ด การติดต่อฐานข้อมูล การจัดการทางด้านกราฟฟิก การจัดการเกี่ยวกับอ็อบเจกต์ต่าง ๆ และการรับส่งอีเมลล์ เป็นต้น

- นำคอมโพเนนต์กลับมาใช้ได้อีก

เราสามารถนำจาวาบีน (Java Bean) มาใช้งานร่วมกับสคริปต์ของจาวาเซิร์ฟเวอร์เพจ เพราะจาวาบีนเป็นคอมโพเนนต์ที่เขียนขึ้นมาเพื่อใช้สำหรับทำงาน หรือทำหน้าที่อย่างใดอย่างหนึ่ง และสามารถนำกลับมาใช้งานได้เสมอ ดังนั้นจึงทำให้เราไม่ต้องเสียเวลาเขียนสคริปต์ขึ้นมาใหม่ทุกครั้งที่เราใช้งาน จึงเป็นการประหยัดเวลาในการพัฒนา

- มีความยืดหยุ่นในการใช้งาน

ในการเขียนสคริปต์เราสามารถกำหนดแก้ไขใหม่ขึ้นมาใช้งานให้เหมาะสมกับความต้องการได้ นอกจากนี้ภาษาที่ใช้เขียนสคริปต์ของจาวาเซิร์ฟเวอร์เพจไม่ได้จำกัดเฉพาะภาษาจาวานเท่านั้น ตามหลักการแล้วเราสามารถใชภาษาอื่น ๆ ในการเขียนสคริปต์ได้ รวมทั้งยังสามารถนำไปใช้งานร่วมกับเอ็คเอ็มแอลได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย

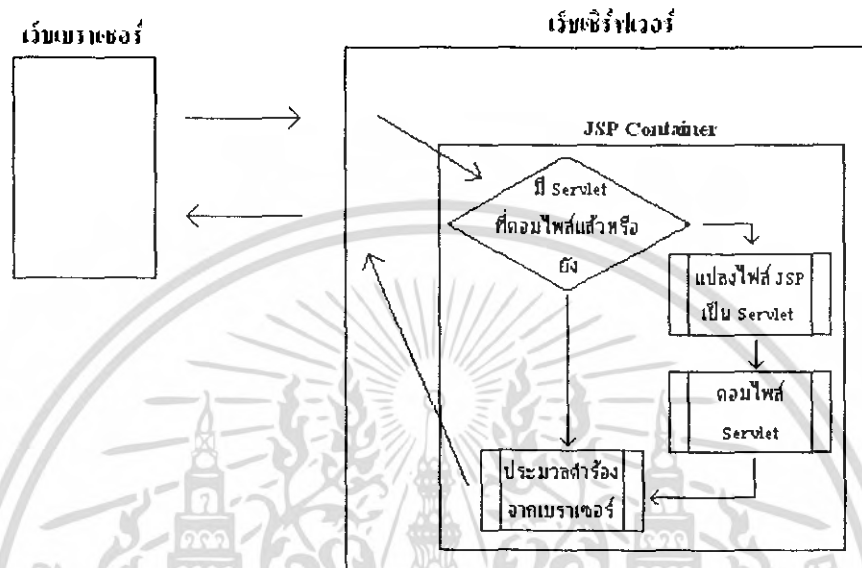
- มีความปลอดภัยสูง

จาวาเซิร์ฟเวอร์เพจมีระบบจัดการข้อผิดพลาดต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในระหว่างการเขียนสคริปต์ หรือข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นเมื่อนำสคริปต์ไปใช้งานได้จริง นอกจากนี้ยังมีระบบตรวจสอบความปลอดภัย ที่สามารถป้องกันการเขียนสคริปต์ที่ไม่ถูกต้อง ซึ่งอาจจะส่งผลกระทบต่อการใช้ทรัพยากรต่าง ๆ ภายในเซิร์ฟเวอร์ รวมทั้งป้องกันการทำงานของสคริปต์ในระหว่างที่ผู้ชมเรียกดู และใช้บริการเว็บไซต์ที่พัฒนาด้วยจาวาเซิร์ฟเวอร์เพจ

2.9.2 โครงสร้างและขั้นตอนการทำงานของจาวาเซิร์ฟเวอร์เพจ

สิ่งสำคัญอย่างหนึ่งของการทำงานของจาวาเซิร์ฟเวอร์เพจ ได้แก่ จาวาเซิร์ฟเวอร์เพจ-คอนเทนเนอร์ (Java Server Pages Container) หรือที่เราเรียกว่า จาวาเซิร์ฟเวอร์เพจ เอ็นจิน (Java Server Pages Engine) ซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญที่อยู่ในเว็บเซิร์ฟเวอร์ เพราะทำหน้าที่ควบคุมและประมวลผลไฟล์ที่มีการร้องขอ (Request) เข้ามา และตอบสนอง (Response) คำร้องนั้นกลับไปยังผู้ใช้งานหรือไคลเอนต์ (Client)

2.9.3 ขั้นตอนการประมวลผลของไฟล์จาวาเซิร์ฟเวอร์เพจ แบ่งเป็น 8 ขั้นตอน ดังนี้



รูปที่ 2.1 รูปแสดงขั้นตอนการประมวลผลของไฟล์จาวาเซิร์ฟเวอร์เพจ

1. ผู้ใช้คลิกเ็นต์ส่งคำร้องของเอกสารจาวาเซิร์ฟเวอร์เพจไปที่เว็บเซิร์ฟเวอร์
2. เว็บเซิร์ฟเวอร์ตรวจสอบคำร้องขอ ถ้าพบว่าเป็นไฟล์จาวาเซิร์ฟเวอร์เพจจึงส่งต่อไปให้แก่จาวาเซิร์ฟเวอร์เพจ คอนเทนเนอร์
3. จาวาเซิร์ฟเวอร์เพจคอนเทนเนอร์จะตรวจสอบว่าไฟล์จาวาเซิร์ฟเวอร์เพจที่ร้องขอมา เคยแปลงเป็นเซิร์ฟเล็ต และคอมไพล์เป็นไฟล์คลาส (.class) แล้วหรือยัง โดยดูว่ามีไฟล์คลาสหรือไม่ ถ้ายังไม่มีจะทำการกระโดดข้ามไปทำงานตามขั้นตอนในข้อ 4 ต่อแต่ถ้ามีอยู่แล้วก็ตรวจสอบอีกว่า หลังจากที่แปลงไฟล์จาวาเซิร์ฟเวอร์เพจเป็นเซิร์ฟเล็ต และคอมไพล์เป็นไฟล์คลาสครั้งสุดท้ายแล้ว ไฟล์จาวาเซิร์ฟเวอร์เพจนั้นมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขหรือเปล่า ถ้ามีการแก้ไขก็จะกระโดดไปทำงานตามขั้นตอนข้อ 4 ต่อเช่นกัน แต่ถ้าไม่มีการแก้ไขแสดงว่าไฟล์จาวาเซิร์ฟเวอร์เพจนั้นยังคงไม่เปลี่ยนแปลง จึงไม่มีความจำเป็นที่จะต้องแปลงเป็นเซิร์ฟเล็ตและคอมไพล์ใหม่ จะทำการข้ามไปยังขั้นตอนที่ 6 ทันที
4. จาวาเซิร์ฟเวอร์เพจคอนเทนเนอร์แปลงไฟล์จาวาเซิร์ฟเวอร์เพจเป็นจาวาเซิร์ฟเล็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. จาวาเซิร์ฟเวอร์เพจคอนเทนเนอร์ คอมไพล์ไฟล์จาวาเซิร์ฟเล็ตเป็นไฟล์คลาส
6. จาวาเซิร์ฟเวอร์เพจคอนเทนเนอร์ ประมวลผลตามคำขอนั้น
7. จาวาเซิร์ฟเวอร์เพจคอนเทนเนอร์ ส่งผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลให้แก่เว็บเซิร์ฟเวอร์
8. เว็บเซิร์ฟเวอร์ส่งผลลัพธ์นั้นไปยังไคลเอนต์หรือเว็บเบราว์เซอร์อีกทอดหนึ่ง

จากขั้นตอนการประมวลผลไฟล์จาวาเซิร์ฟเวอร์เพจที่แจกแจงมา สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ช่วงหลัก ๆ คือ ช่วงทรานสเลชัน (Translation) และช่วงเอ็กคิวชัน (Execution) โดยช่วงทรานสเลชันได้แก่ขั้นตอนที่ 4 และขั้นตอนที่ 5 ซึ่งเป็นการแปลงเอกสารจาวาเซิร์ฟเวอร์เพจให้เป็นเซิร์ฟเล็ต จากนั้นก็คอมไพล์ไฟล์ให้ไปเป็นไฟล์คลาส ส่วนช่วงเอ็กคิวชันได้แก่ขั้นตอนที่ 6 ซึ่งเป็นการนำเอาไฟล์คลาสที่ได้จากการคอมไพล์ มาประมวลผลหรือทำงานตามคำร้องขอจากไคลเอนต์นั่นเอง

ปกติแล้วกระบวนการทำงานในช่วงทรานสเลชันจะกินเวลาพอสมควร แต่การทำงานในช่วงทรานสเลชันจะไม่เกิดทุกครั้งที่มีการร้องขอไฟล์ เพราะตราบดีที่ไฟล์จาวาเซิร์ฟเวอร์เพจต้นฉบับไม่มีการเปลี่ยนแปลงอะไร เมื่อมีการร้องขอไฟล์เข้ามาใหม่ ก็ย่อมไม่มีความจำเป็นที่จะแปลงไฟล์เป็นเซิร์ฟเล็ตและคอมไพล์เป็นไฟล์คลาสอีก ระบบจะเข้าสู่ช่วงเอ็กคิวชันทันทีโดยใช้ไฟล์คลาสที่มีอยู่แล้วการทำงานจึงรวดเร็วขึ้น แต่ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขไฟล์จาวาเซิร์ฟเวอร์เพจใหม่ ก็จะต้องเข้าสู่กระบวนการทรานสเลชันใหม่ทุกครั้ง

สรุปว่ากระบวนการทรานสเลชันมีโอกาสเกิดได้ 2 กรณี กรณีแรกคือ ไฟล์จาวาเซิร์ฟเวอร์เพจที่ร้องขอมา เป็นไฟล์ใหม่ที่ยังไม่เคยแปลงและคอมไพล์มาก่อนกับอีกกรณี คือ ไฟล์จาวาเซิร์ฟเวอร์เพจที่ร้องขอมา เคยผ่านการแปลงและคอมไพล์มาแล้ว แต่ภายหลังมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขไฟล์จาวาเซิร์ฟเวอร์เพจนั้นไปจากเดิม

บทที่ 3

การออกแบบโครงการงาน

3.1 การออกแบบด้านคุณสมบัติของโปรแกรมสื่อการเรียนการสอน

สื่อการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ จะต้องถูกสร้างขึ้นบนพื้นฐานของทฤษฎีของการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพอย่างแท้จริง ดังนั้นเราจึงออกแบบโปรแกรมสื่อการเรียนการสอน ให้มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. สื่อการเรียนการสอนต้องมีความดึงดูดใจผู้เรียนให้เกิดความสนใจและไม่น่าเบื่อ
2. สื่อการเรียนการสอนจะมีวิธีการเรียนรู้เป็นขั้นเป็นตอน
3. ในแต่ละระดับของความยากของโจทย์จะต้องมีการเชื่อมโยงกัน
4. โปรแกรมต้องสร้างสมการและ โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดี
 - 1) สื่อการเรียนการสอนต้องมีความดึงดูดใจผู้เรียนให้เกิดความสนใจและไม่น่าเบื่อ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะทำการศึกษา ดังนั้นสื่อการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นนี้จะมีกระบวนการในการนำเสนอที่น่าสนใจ โดยการนำเอาเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้เป็นสื่อกลางและสมการหรือ โจทย์ปัญหาจะต้องมีความหลากหลาย แปลกใหม่และท้าทายความสามารถผู้เรียน
 - 2) สื่อการเรียนการสอนจะมีวิธีการเรียนรู้เป็นขั้นเป็นตอน จากระดับพื้นฐานและพัฒนาไปสู่ระดับที่ยากขึ้น ดังนั้นผู้จัดทำโครงการจึงสร้างสื่อการเรียนการสอนที่มีการจัดระดับการเรียนรู้จากระดับพื้นฐานแล้วพัฒนาความยากขึ้นไปเรื่อย ๆ เพื่อพัฒนาการของผู้เรียนรู้ โดยระดับการเรียนรู้จะเริ่มจากการอ่านเลขซึ่งนับเป็นพื้นฐานในการเข้าใจค่าของจำนวนต่าง ๆ และเพิ่มระดับความยากไปเรื่อย ๆ จนสุดท้ายคือการหาค่าร้อยละและการหาเปอร์เซ็นต์ และในการแบ่งระดับการเรียนรู้ที่ผู้จัดทำมิได้แบ่งตามหนังสือเรียนของแต่ละระดับชั้น เนื่องจากการเรียนรู้ของแต่ละระดับชั้นจะมีการทับซ้อนกันและมีการพัฒนาทักษะที่กระโดดไปมา แต่ผู้จัดทำจะทำการแบ่งระดับการเรียนรู้ให้เป็นหมวดใหญ่ ๆ ก่อน แล้วจึงทำการแบ่งเป็นหมวดย่อย เช่น หมวดการบวกและจะแบ่งเป็นหมวดย่อยลงไปได้อีก คือ การบวกแบบไม่มีการทดและการบวกแบบมีการทด แล้วค่อยแบ่งย่อยลงไปอีกเรื่อย ๆ ตามความเหมาะสม เป็นต้น ดังแสดงในตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 ตารางระดับของสมการและ โจทย์ปัญหา

ระดับ	เนื้อหา
Level 001	ตัวเลขและการอ่าน
Level 002	การบวกเลขสองจำนวนที่มีหนึ่งหลัก โดยไม่เกิดการทด
Level 003	การบวกเลขสองจำนวนที่มีสองหลักกับหนึ่งหลัก โดยไม่เกิดการทด
Level 004	การบวกเลขสองจำนวนที่มีสองหลักกับสองหลัก โดยไม่เกิดการทด
Level 005	การบวกเลขสองจำนวนที่มีสามหลักกับสองหลัก โดยไม่เกิดการทด
Level 006	การบวกเลขสองจำนวนที่มีสามหลักกับสามหลัก โดยไม่เกิดการทด
Level 007	การบวกเลขสองจำนวนที่มีหนึ่งหลัก โดยเกิดการทด
Level 008	การบวกเลขสองจำนวนที่มีสองหลักกับหนึ่งหลัก โดยเกิดการทด
Level 009	การบวกเลขสองจำนวนที่มีสองหลักกับสองหลัก โดยเกิดการทด แต่ไม่ทดทอด
Level 010	การบวกเลขสองจำนวนที่มีสามหลักกับสองหลัก โดยเกิดการทด แต่ไม่ทดทอด
Level 011	การบวกเลขสองจำนวนที่มีสามหลักกับสามหลัก โดยเกิดการทด แต่ไม่ทดทอด
Level 012	การบวกเลขสองจำนวนที่มีสองหลักกับสองหลัก โดยเกิดการทดและทดทอด
Level 013	การบวกเลขสองจำนวนที่มีสามหลักกับสองหลัก โดยเกิดการทดและทดทอด
Level 014	การบวกเลขสองจำนวนที่มีสามหลักกับสามหลัก โดยเกิดการทดและทดทอด
Level 015	โจทย์ปัญหาการบวก ระดับที่ 1
Level 016	โจทย์ปัญหาการบวก ระดับที่ 2
Level 017	การลบเลขสองจำนวนที่มีหนึ่งหลักกับหนึ่งหลัก โดยไม่เกิดการติดลบ
Level 018	การลบเลขสองจำนวนที่มีสองหรือสามหลักกับสองหรือสามหลัก โดยไม่มีการยืม
Level 019	การลบเลขสองจำนวนที่มีสองหลักกับหนึ่งหลัก โดยมีการยืม
Level 020	การลบเลขสองจำนวนที่มีสามหลักกับสองหลัก โดยมีการยืม
Level 021	การลบเลขสองจำนวนที่มีสามหลักกับสองหลัก โดยมีการยืมสองทอด
Level 022	การลบเลขสองจำนวนที่มีหนึ่งหลักกับหนึ่งหลัก โดยเกิดการติดลบ
Level 023	การลบเลขสองจำนวนที่มีสองหรือสามหลักกับสองหรือสามหลักและติดลบ
Level 024	โจทย์ปัญหาการลบ ระดับที่ 1
Level 025	โจทย์ปัญหาการลบ ระดับที่ 2
Level 026	การบวกและลบ เลขสามจำนวน
Level 027	โจทย์ปัญหาการบวกและลบ
Level 028	การคูณเลขสองจำนวนที่มีหนึ่งหลักกับหนึ่งหลัก
Level 029	การคูณเลขในสูตรคูณแม่ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 ตารางระดับของสมการและโจทย์ปัญหาในแต่ละระดับ (ต่อ)

ระดับ	เนื้อหา
Level 030	การคูณเลขสองจำนวนที่มีสองหลักกับหนึ่งหลัก
Level 031	การคูณเลขสองจำนวนที่มีสองหลักกับสองหลัก
Level 032	การคูณเลขสองจำนวนที่มีสามหลักกับสองหลัก
Level 033	การคูณเลขสามจำนวนที่มีหนึ่งหลัก
Level 034	การคูณเลขสามจำนวนที่มีสองหลัก
Level 035	โจทย์ปัญหาการคูณ
Level 036	สมการระคน การบวก การลบ และการคูณ
Level 037	โจทย์ปัญหาระคน การบวก การลบ และการคูณ
Level 038	การหารเลขหนึ่งหลักด้วยเลขหนึ่งหลัก แบบลงตัว
Level 039	การหารเลขสองหลักด้วยเลขหนึ่งหลัก แบบลงตัว
Level 040	การหารเลขสองหลักด้วยเลขสองหลัก แบบลงตัว
Level 041	การหารเลขสามหลักด้วยเลขสองหลัก แบบลงตัว
Level 042	การปิดเศษศนิยม
Level 043	การหารเลขหนึ่งหลักด้วยเลขหนึ่งหลัก แบบไม่ลงตัว
Level 044	การหารเลขสองหลักด้วยเลขหนึ่งหลัก แบบไม่ลงตัว
Level 045	การหารเลขสองหลักด้วยเลขสองหลัก แบบไม่ลงตัว
Level 046	การหารเลขสามหลักด้วยเลขสองหลัก แบบไม่ลงตัว
Level 047	โจทย์ปัญหาการหาร
Level 048	การแปลงเป็นเศษส่วนอย่างต่ำ เมื่อเศษและส่วนมีหนึ่งหลัก
Level 049	การแปลงเป็นเศษส่วนอย่างต่ำ เมื่อเศษและส่วนมีสองหลัก ระดับที่ 1
Level 050	การแปลงเป็นเศษส่วนอย่างต่ำ เมื่อเศษและส่วนมีสองหลัก ระดับที่ 2
Level 051	สมการระคน การบวก การลบ และการหาร
Level 052	สมการระคน การคูณ การหาร และการบวกหรือการลบ
Level 053	โจทย์ปัญหาระคน การคูณ การหาร และการบวกหรือการลบ
Level 054	การบวกและการลบเศษส่วนที่มีส่วนเท่ากัน เมื่อเศษและส่วนมีหนึ่งหลัก
Level 055	การบวกและการลบเศษส่วนที่มีส่วนไม่เท่ากัน เมื่อเศษและส่วนมีหนึ่งหลัก
Level 056	การบวกและการลบเศษส่วนที่มีส่วนไม่เท่ากัน เมื่อเศษและส่วนมีสองหลัก ระดับที่ 1
Level 057	การบวกและการลบเศษส่วนที่มีส่วนไม่เท่ากัน เมื่อเศษและส่วนมีสองหลัก ระดับที่ 2
Level 058	การบวกและการลบเศษส่วนกับเลขจำนวนเต็มหนึ่งหลัก
Level 059	การบวกและการลบเศษส่วนกับเลขจำนวนเต็มสองหลัก ระดับที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 ตารางระดับของสมการและโจทย์ปัญหาในแต่ละระดับ (ต่อ)

ระดับ	เนื้อหา
Level 060	การบวกและการลบเศษส่วนกับเลขจำนวนเต็มสองหลัก ระดับที่ 2
Level 061	การคูณเศษส่วนที่มีเศษและส่วนหนึ่งหลัก ด้วยจำนวนเต็มหนึ่งหลัก
Level 062	การคูณเศษส่วนที่มีเศษและส่วนสองหลัก ด้วยจำนวนเต็มหนึ่งหลัก ระดับที่ 1
Level 063	การคูณเศษส่วนที่มีเศษและส่วนสองหลัก ด้วยจำนวนเต็มหนึ่งหลัก ระดับที่ 2
Level 064	การคูณเศษส่วนที่มีเศษและส่วนหนึ่งหลัก ด้วยเศษและส่วนหนึ่งหลัก
Level 065	การคูณเศษส่วนที่มีเศษและส่วนสองหลัก ด้วยเศษและส่วนสองหลัก ระดับที่ 1
Level 066	การคูณเศษส่วนที่มีเศษและส่วนสองหลัก ด้วยเศษและส่วนสองหลัก ระดับที่ 2
Level 067	การหารเศษส่วนที่มีเศษและส่วนหนึ่งหลัก ด้วยจำนวนเต็มหนึ่งหลัก
Level 068	การหารเศษส่วนที่มีเศษและส่วนสองหลัก ด้วยจำนวนเต็มหนึ่งหลัก
Level 069	การหารเศษส่วนที่มีเศษและส่วนสองหลัก ด้วยจำนวนเต็มสองหลัก
Level 070	การหารเศษส่วนที่มีเศษและส่วนหนึ่งหลัก ด้วยเศษส่วนที่มีเศษและส่วนหนึ่งหลัก
Level 071	การหารเศษส่วนที่มีเศษและส่วนสองหลัก ด้วยเศษส่วนที่มีเศษและส่วนหนึ่งหลัก
Level 072	การหารเศษส่วนที่มีเศษและส่วนสองหลัก ด้วยเศษส่วนที่มีเศษและส่วนสองหลัก
Level 073	การแปลงเศษส่วนเป็นจำนวนคละ และจำนวนคละเป็นเศษส่วน ระดับที่ 1
Level 074	การแปลงเศษส่วนเป็นจำนวนคละ และจำนวนคละเป็นเศษส่วน ระดับที่ 2
Level 075	การแปลงเศษส่วนเป็นจำนวนคละ และจำนวนคละเป็นเศษส่วน ระดับที่ 3
Level 076	การบวกและการลบจำนวนคละที่มีส่วนเท่ากัน ระดับที่ 1
Level 077	การบวกและการลบจำนวนคละที่มีส่วนเท่ากัน ระดับที่ 2
Level 078	การบวกและการลบจำนวนคละที่มีส่วนเท่ากัน ระดับที่ 3
Level 079	การบวกและการลบจำนวนคละที่มีส่วนไม่เท่ากัน ระดับที่ 1
Level 080	การบวกและการลบจำนวนคละที่มีส่วนไม่เท่ากัน ระดับที่ 2
Level 081	การบวกและการลบจำนวนคละที่มีส่วนไม่เท่ากัน ระดับที่ 3
Level 082	การคูณและการหารจำนวนคละ ระดับที่ 1
Level 083	การคูณและการหารจำนวนคละ ระดับที่ 2
Level 084	การคูณและการหารจำนวนคละ ระดับที่ 3
Level 085	การบวกและการลบทศนิยม ที่มีทศนิยมสองตำแหน่งเท่ากัน
Level 086	การบวกและการลบทศนิยม ที่มีทศนิยมไม่เท่ากัน
Level 087	การคูณทศนิยมด้วยจำนวนเต็ม ระดับที่ 1
Level 088	การคูณทศนิยมด้วยจำนวนเต็ม ระดับที่ 2
Level 089	การคูณทศนิยมด้วยทศนิยม ที่มีทศนิยมสองตำแหน่งเท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 ตารางระดับของสมการและโจทย์ปัญหาในแต่ละระดับ (ต่อ)

ระดับ	เนื้อหา
Level 090	การคูณทศนิยมด้วยทศนิยม ที่มีทศนิยมไม่เท่ากัน
Level 091	การหารทศนิยมด้วยจำนวนเต็ม ระดับที่ 1
Level 092	การหารทศนิยมด้วยจำนวนเต็ม ระดับที่ 2
Level 093	การหารทศนิยมด้วยทศนิยม ที่มีทศนิยมสองตำแหน่งเท่ากัน
Level 094	การหารทศนิยมด้วยทศนิยม ที่มีทศนิยมไม่เท่ากัน
Level 095	การแปลงเศษส่วนเป็นร้อยละและเปอร์เซ็นต์ เมื่อมีส่วนเป็น 100
Level 096	การแปลงเศษส่วนเป็นร้อยละและเปอร์เซ็นต์ เมื่อส่วนไม่ใช่ 100
Level 097	การหารร้อยละจากเลขจำนวนเต็ม
Level 098	โจทย์ปัญหาร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์
Level 099	การหาความยาวรอบรูป ของรูปเหลี่ยม
Level 100	การหาความยาวรอบรูป ของรูปวงกลม
Level 101	โจทย์ปัญหาประยุกต์ของการหาความยาวรอบรูป ระดับที่ 1
Level 102	โจทย์ปัญหาประยุกต์ของการหาความยาวรอบรูป ระดับที่ 2
Level 103	การหาพื้นที่ โดยการนับ แบบตารางหน่วยที่รูปภาพเต็มพอดี
Level 104	การหาพื้นที่สี่เหลี่ยมด้านขนานและขนมเปียงกปูน โดยการคำนวณ
Level 105	การหาพื้นที่สี่เหลี่ยมคางหมู โดยการคำนวณ
Level 106	การหาพื้นที่สามเหลี่ยม โดยการคำนวณ
Level 107	การหาพื้นที่วงกลม โดยการคำนวณ ระดับที่ 1
Level 108	การหาพื้นที่วงกลม โดยการคำนวณ ระดับที่ 2
Level 109	โจทย์ปัญหาประยุกต์เกี่ยวกับพื้นที่ ระดับที่ 1
Level 110	โจทย์ปัญหาประยุกต์เกี่ยวกับพื้นที่ ระดับที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3) ในแต่ละระดับของความยากของโจทย์จะต้องมีการเชื่อมโยงกัน ดังเช่นจากตาราง เราจะเห็นได้ว่า โจทย์ในระดับที่ 2 การบวกเลขสองจำนวนที่มีหนึ่งหลักโดยไม่เกิดการทด ย่อมจะมีพื้นฐานมาจากโจทย์ระดับที่ 1 คือการอ่านค่าตัวเลข เพราะในการบวกเลขนั้นผู้เรียนย่อมต้องมีพื้นฐานในการอ่านและรู้ค่าของตัวเลขก่อน และโจทย์ระดับที่ 3 การบวกเลขสองจำนวนที่มีสองหลักโดยไม่เกิดการทด ก็ย่อมมีพื้นฐานมาจากโจทย์ระดับที่ 2 เช่นกัน ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนรู้เกิดการเรียนรู้ซ้ำ ๆ ตามทฤษฎีการเรียนรู้ที่กล่าวในบทที่ 2 เช่น เมื่อผู้เรียนทำการฝึกฝนในระดับที่ 3 ก็จะต้องมีการนำทักษะของระดับที่ 1 และ 2 มาใช้ และจะเป็นอย่างไรไปเรื่อย ๆ เพื่อให้เกิดความเข้าใจและเกิดการแตกแขนงของกระบวนการทางความคิดของผู้เรียน
- 4) โปรแกรมต้องสร้างสมการและโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดี กล่าวคือ
- สมการหรือโจทย์ปัญหาที่สร้างขึ้นต้องเป็นสิ่งที่สามารถหาคำตอบได้
โดยการเขียนโปรแกรมเพื่อสร้างสมการและ โจทย์ปัญหาของผู้เขียนโปรแกรมนั้น จะมีการทำการตรวจสอบตัวโปรแกรมทุกครั้ง ว่าเป็นโปรแกรมที่สร้างโจทย์แล้วสามารถหาคำตอบได้ และในบางครั้งสมการหรือโจทย์ปัญหาที่สร้างขึ้นจะถูกสร้างขึ้นมาจากคำตอบ
 - สมการหรือโจทย์ปัญหาที่สร้างขึ้นต้องท้าทายความสามารถของผู้เรียน
โดยการสร้างสมการและ โจทย์ปัญหาของโปรแกรมนี จะสร้างสมการและ โจทย์ปัญหาที่มีระดับความยากง่ายหลายระดับ และเมื่อยิ่งในระดับที่สูงขึ้นความยากก็จะเพิ่มมากขึ้นด้วย และในบางระดับสมการหรือ โจทย์ปัญหาที่โปรแกรมทำการสร้างขึ้นมาก็อาจจะมี ความยากที่ค่อนข้างสูงมากกว่าปกติ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความ ต้องการที่จะทราบคำตอบหรือความต้องการที่จะเอาชนะโจทย์นั้นไปให้ได้ ซึ่งจะเป็นการฝึกฝนและพัฒนาผู้เรียนไปในตัว
 - สมการหรือโจทย์ปัญหาที่สร้างขึ้นต้องมีความยากง่ายที่เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน
โดยการออกแบบโปรแกรมสื่อการเรียนการสอนนี้ จะทำการแบ่งระดับของ โจทย์ที่ค่อนข้างละเอียดเนื่องจากโปรแกรมมีความต้องการที่จะพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะที่แม่นยำ และผู้เรียนสามารถเลือกที่จะเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมกับความสามารถของตนเอง เพราะในบางครั้งบางโปรแกรมจะมีระดับที่ไม่ละเอียดมาก เช่น การหารก็รวมทั้งการหารแบบลงตัวและไม่ลงตัวเข้าด้วยกัน ซึ่งเมื่อผู้เรียนที่มีทักษะในการหารแบบลงตัวอยู่แล้วมาใช้งานก็ต้องทำการเรียนสิ่งเดิมอีก จึงอาจก่อให้เกิดความรู้สึกเบื่อหน่ายได้ หรือหากผู้เรียนเจอโจทย์ที่ยากเกินไปก็อาจจะทำให้เกิดความรู้สึกท้อแท้ได้

- สมการหรือโจทย์ปัญหาที่สร้างขึ้นต้องสามารถสร้างทักษะทางคณิตศาสตร์ที่ดี

โดยการออกแบบโปรแกรมสื่อการเรียนการสอนนี้ ทางคณะผู้จัดทำได้กำหนดขอบเขตของโปรแกรมในการสร้างสมการและโจทย์ปัญหา ให้มีระดับความยากง่ายที่เหมาะสม ไม่ยากจนเกินไปกับความสามารถของมนุษย์ เพราะนอกจากจะไม่เป็นการพัฒนาผู้เรียนแล้วยังอาจจะทำให้ผู้เรียนเกิดความท้อแท้อีกด้วย รวมทั้งสมการและโจทย์ปัญหาที่ง่ายเกินไปจนไม่ก่อให้เกิดการพัฒนา

- สมการหรือโจทย์ปัญหาที่สร้างขึ้นต้องสามารถสร้างทักษะทางการแก้ปัญหา

โดยในการสร้างสมการและโจทย์ปัญหา จะถูกออกแบบให้มีความสามารถในการสร้างโจทย์ที่มีการแฝงการใช้เซตและปัญหาในการแก้ปัญหาคือ เช่น $3 + 4 = 4 + ?$ จากสมการดังกล่าวจะเห็นได้ว่าผู้เรียนไม่จำเป็นต้องทำการบวกเลขเลย หากแต่จะใช้การพิจารณาการสลับที่ของสมการเท่านั้น เป็นต้น ซึ่งถือเป็นการฝึกทักษะการสังเกตให้กับผู้เรียนไปด้วย

3.2 การออกแบบด้านการเขียนโปรแกรมสื่อการเรียนการสอน

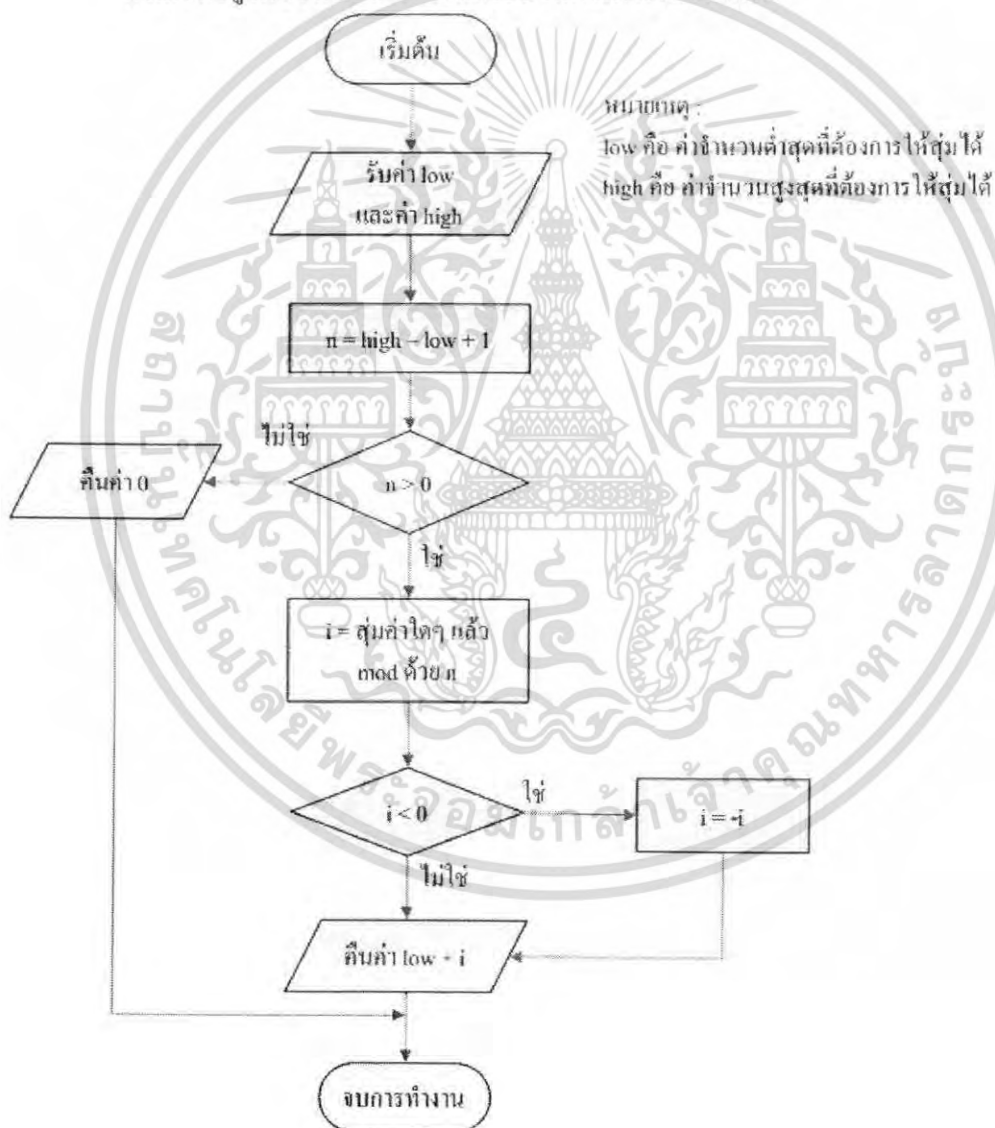
ในการสร้างสื่อการเรียนการสอนนี้ ทางผู้จัดทำได้นำภาษาจาวาเข้ามาใช้ในการสร้างและพัฒนา ซึ่งเป็นภาษาเชิงวัตถุ ดังนั้นผู้จัดทำจึงแบ่งโปรแกรมออกเป็นส่วนตัวต่าง ๆ 4 ส่วน ซึ่งเปรียบเสมือนเป็นวัตถุ 4 ชิ้นที่สามารถนำมาประกอบกันเป็นวัตถุชิ้นใหญ่ หรือเป็นโปรแกรมสื่อการเรียนการสอนนั่นเอง ส่วนต่าง ๆ ดังกล่าวนั้นมีดังต่อไปนี้

- ส่วนของการสร้างตัวเลข เป็นส่วนที่จะถูกเรียกใช้งานจากส่วนของการสร้างโจทย์ โดยจะทำหน้าที่ในการหาตัวเลขตามความต้องการของส่วนที่เรียกใช้งานตัวมัน
- ส่วนของการคำนวณร่วมกัน เป็นส่วนที่จะรวมการคำนวณต่าง ๆ ที่เหมือนกันของส่วนที่กล่าวมา เพื่อลดจำนวนการเขียนโปรแกรมซ้ำเดิมบ่อย ๆ ดังนั้นโปรแกรมส่วนไหนที่เหมือนกันก็จะถูกนำมารวมอยู่ในส่วนนี้ และเมื่อส่วนไหนต้องการใช้งานก็จะมาใช้งานที่นี้
- ส่วนของการสร้างโจทย์ ซึ่งเป็นส่วนที่ใช้ในการคิดและสร้างสมการและโจทย์ปัญหาที่มีความยากง่ายในระดับต่าง ๆ
- ส่วนของการเชื่อมต่อกับผู้ใช้ ซึ่งเป็นส่วนที่ใช้ในการแสดงข้อมูลระดับต่าง ๆ และเป็นส่วนที่ใช้แสดงตัวโปรแกรมในการถามตอบต่าง ๆ

3.2.1 แผนภาพกระบวนการต่าง ๆ ของส่วนการสร้างตัวเลข

3.2.1.1 แผนภาพกระบวนการสุ่มตัวเลข

ในโปรแกรมสื่อการเรียนรู้การสอนนี้จะมีกระบวนการหนึ่งที่สำคัญ คือ การสุ่มตัวเลข โดยการสุ่มตัวเลขนั้นจะต้องทำตามเงื่อนไขในแต่ละระดับกำหนด โดยการกำหนดนั้นจะกำหนดช่วงของการสุ่ม แล้วโปรแกรมสุ่มตัวเลขก็จะทำการสุ่มตัวเลขที่อยู่ในช่วงดังกล่าว ซึ่งมีกระบวนการการทำงานดังนี้

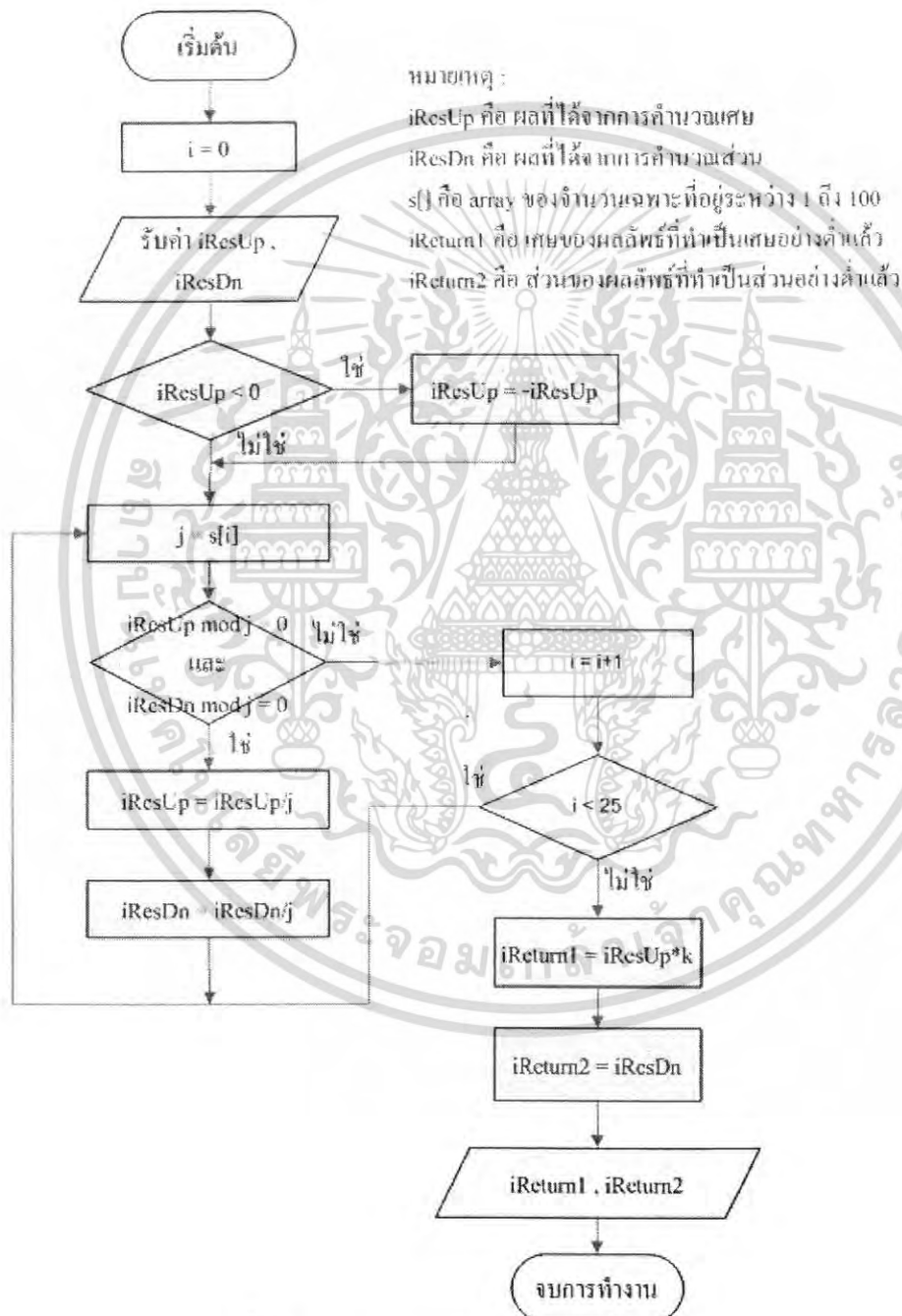


รูปที่ 3.1 แผนภาพการสุ่มตัวเลขตามช่วงที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 แผนภาพกระบวนการต่าง ๆ ของส่วนการคำนวณร่วมกัน

3.2.2.1 แผนภาพกระบวนการคำนวณเศษส่วนอย่างต่ำ



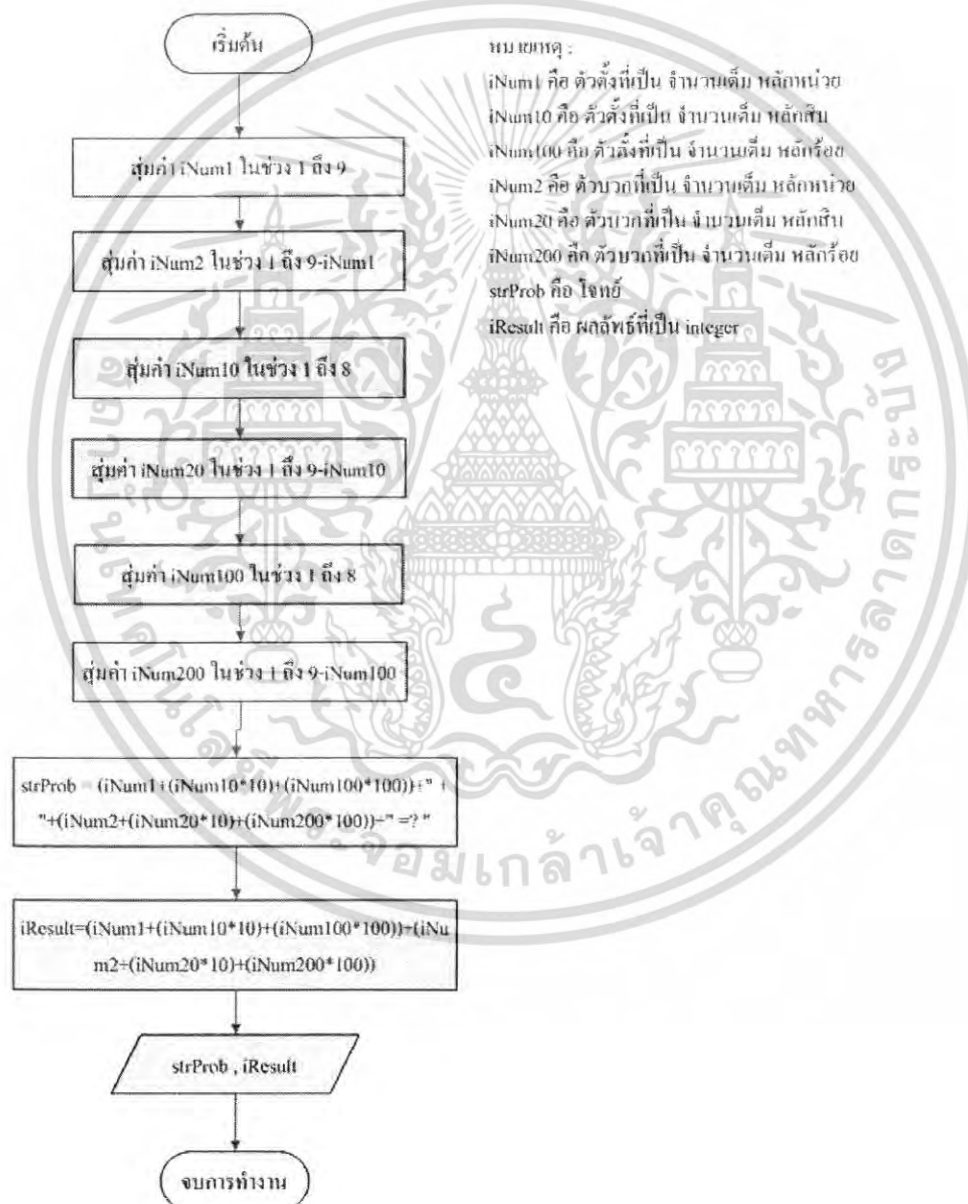
รูปที่ 3.2 แผนภาพการคำนวณเศษส่วนอย่างต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 แผนภาพกระบวนการต่าง ๆ ของส่วนการสร้างโจทย์

(เนื่องจากหากพิจารณาอย่างละเอียดจะมีแผนภาพเป็นจำนวนมาก ดังนั้นจึงขอแสดงเฉพาะส่วนหลัก ๆ ที่เหมือนกัน และส่วนที่ทำงานซ้ำซ้อนเท่านั้น)

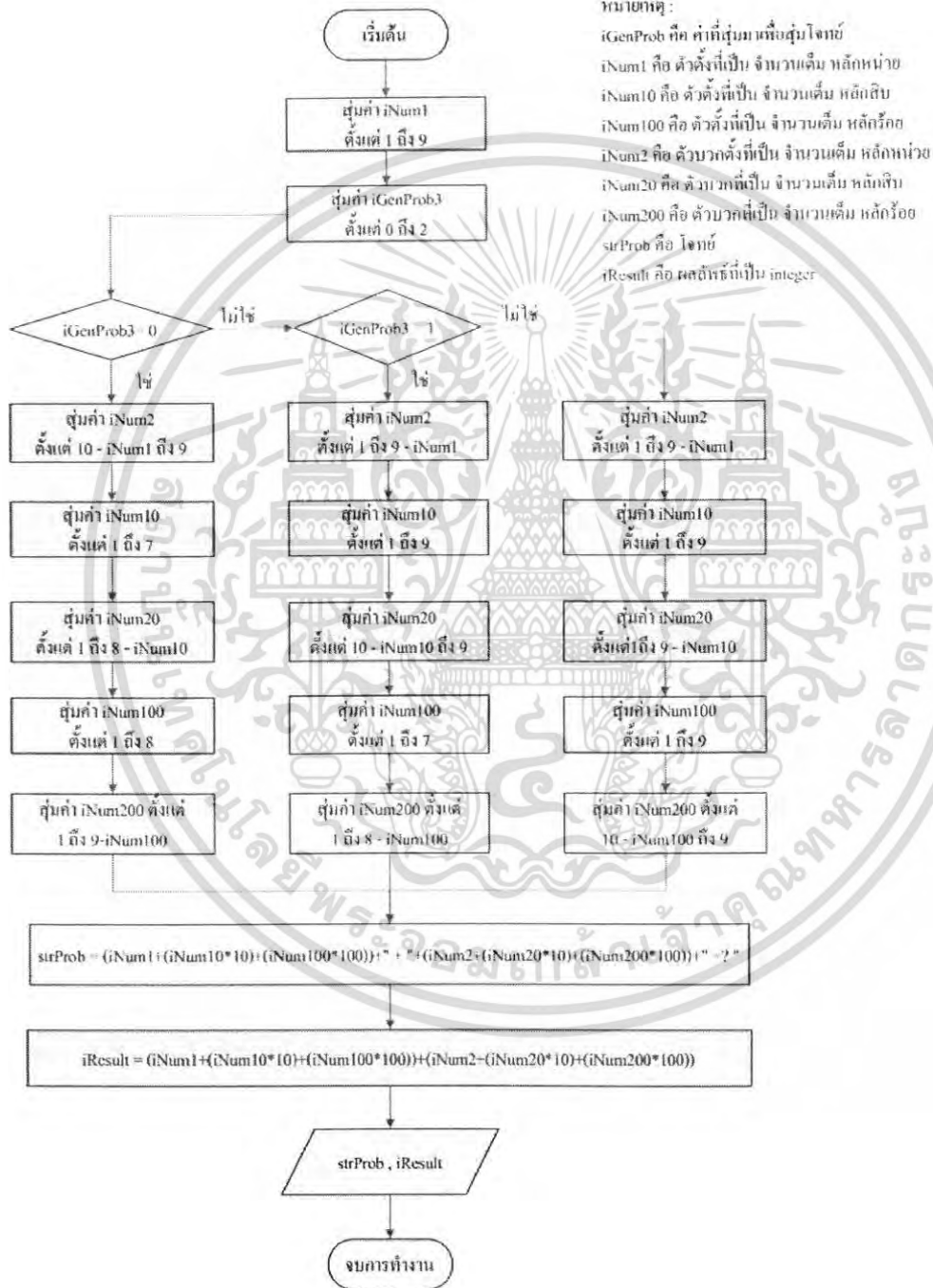
3.2.3.1 แผนภาพกระบวนการสร้างสมการการบวกที่ไม่ทำให้เกิดการทศ



รูปที่ 3.3 แผนภาพการสร้างสมการการบวกที่ไม่ทำให้เกิดการทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

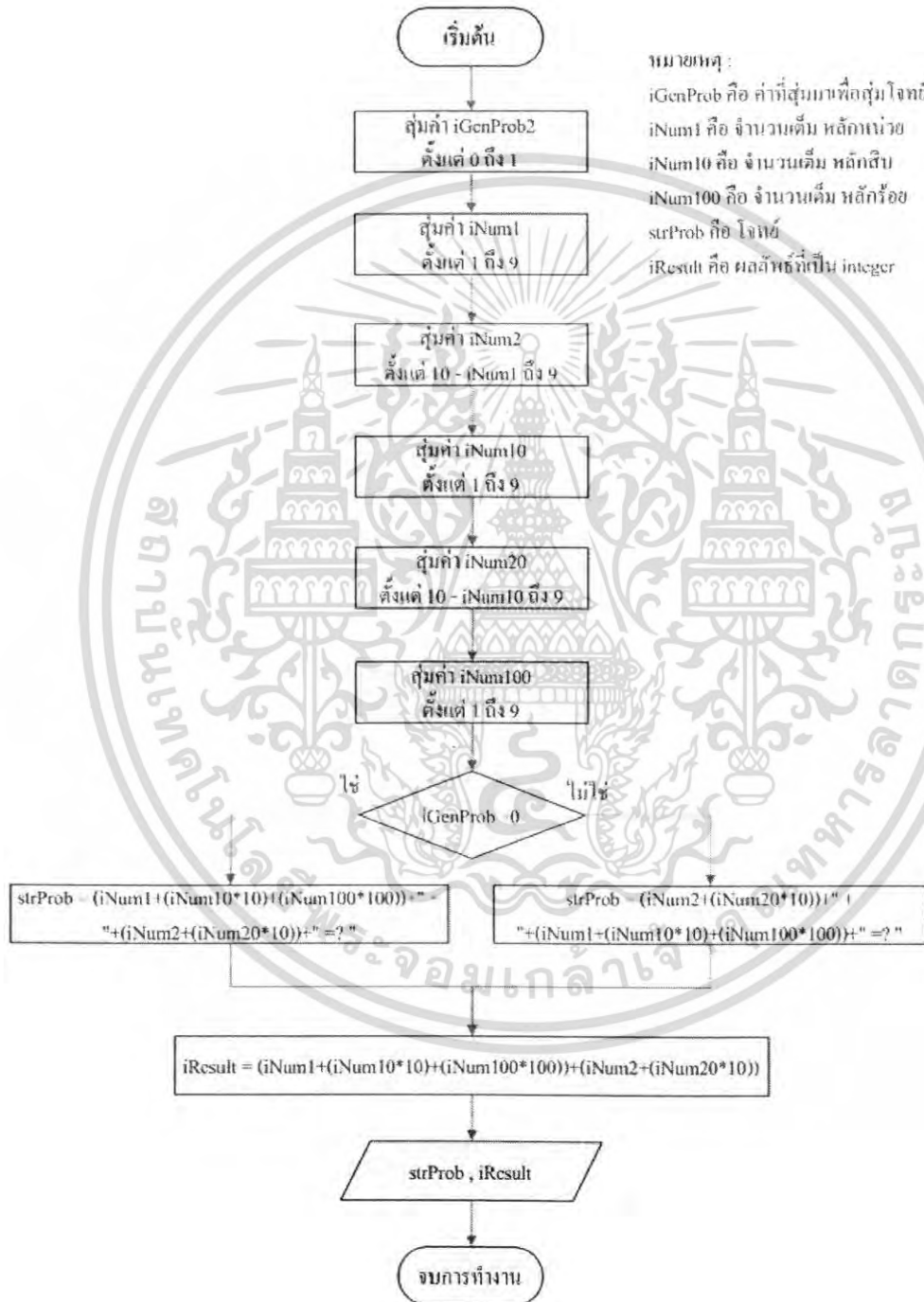
3.2.3.2 แผนภาพกระบวนการสร้างสมการการบวกที่ทำให้เกิดการทด



รูปที่ 3.4 แผนภาพการสร้างสมการการบวกที่ทำให้เกิดการทด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

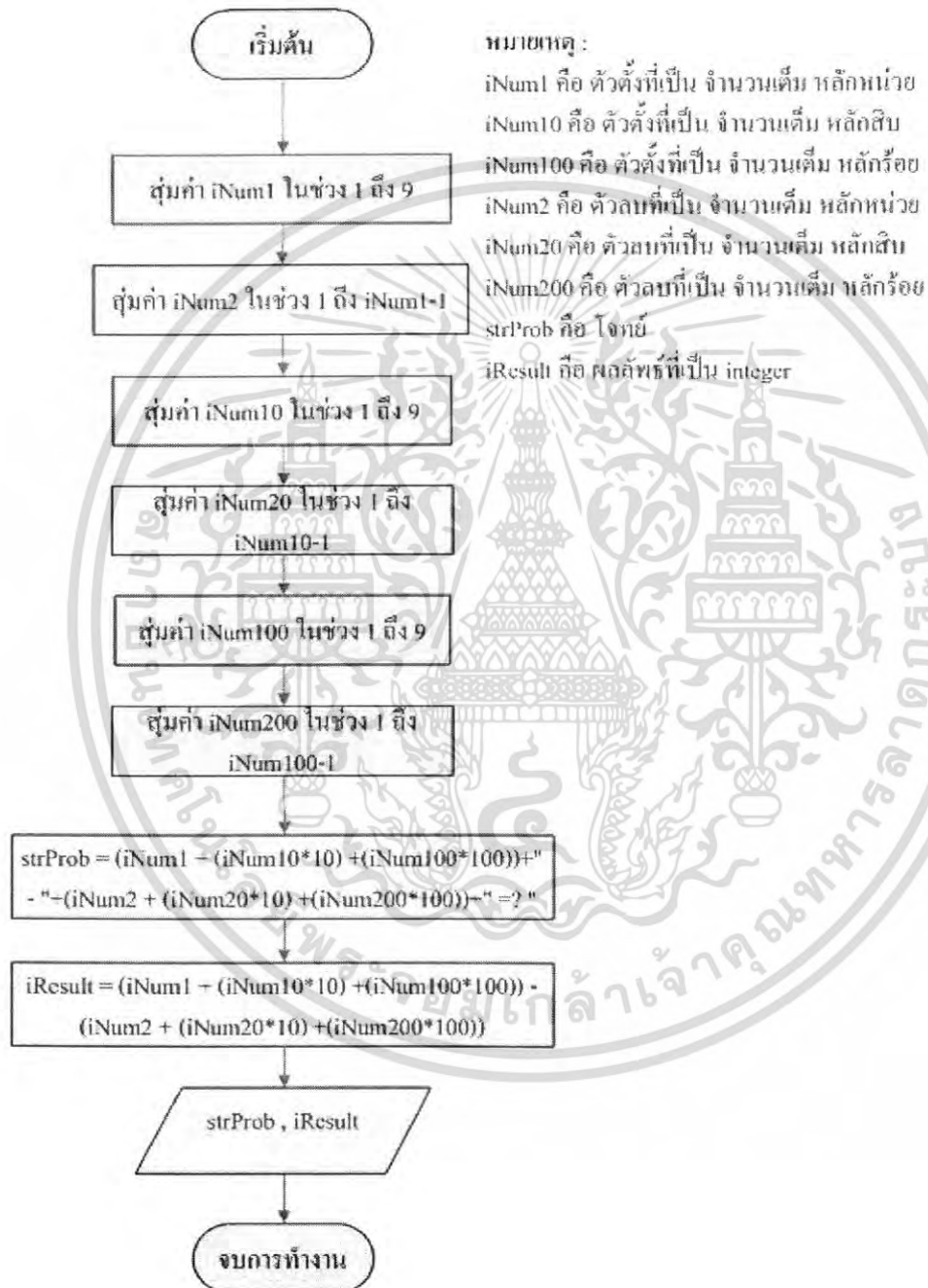
3.2.3.3 แผนภาพกระบวนการสร้างสมการการบวกที่ทำให้เกิดการทศทอด



รูปที่ 3.5 แผนภาพการสร้างสมการการบวกที่ทำให้เกิดการทศทอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

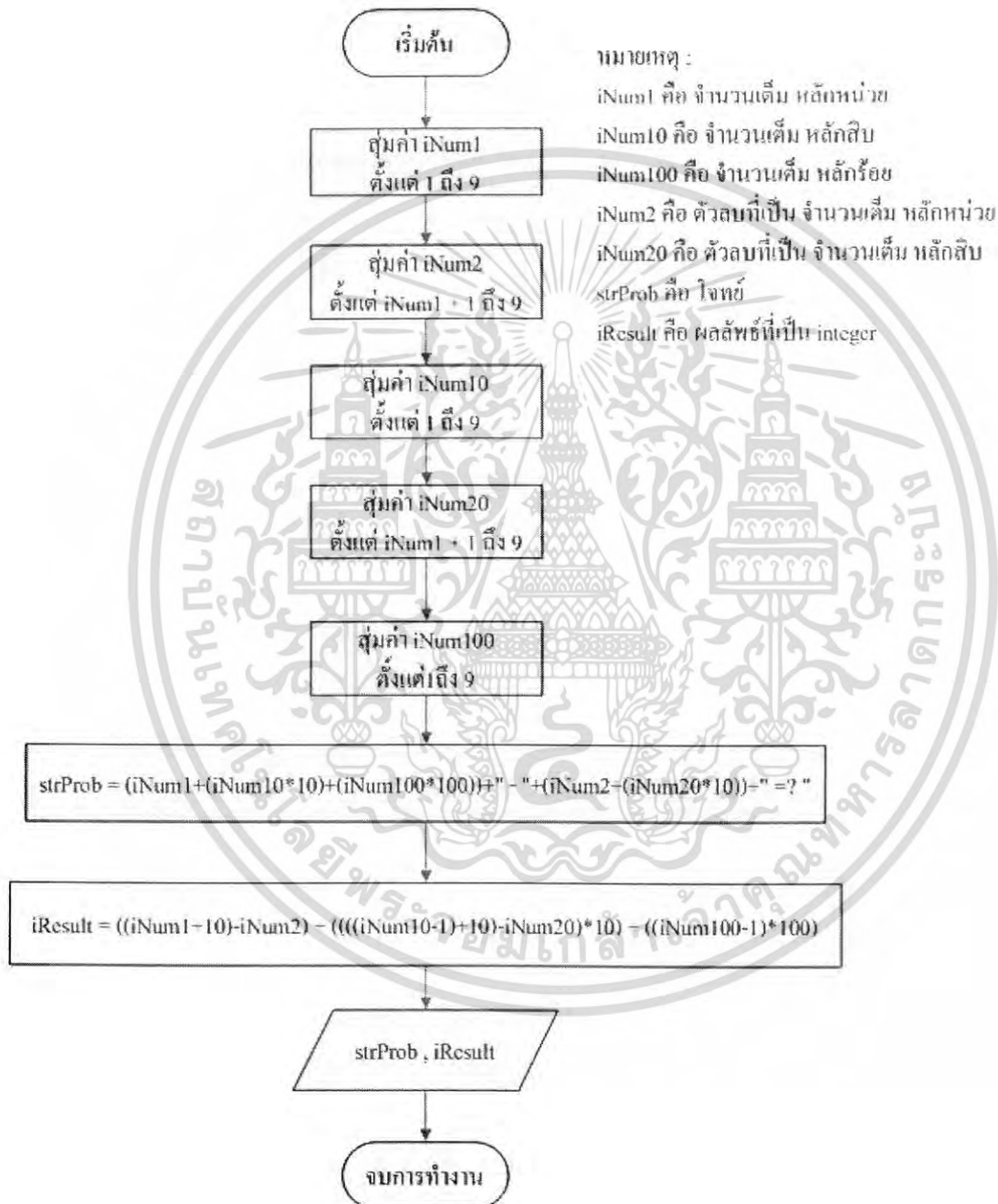
3.2.3.4 แผนภาพกระบวนการสร้างสมการการลบที่ไม่มีการยืม



รูปที่ 3.6 แผนภาพการสร้างสมการการลบที่ไม่ทำให้เกิดการยืม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

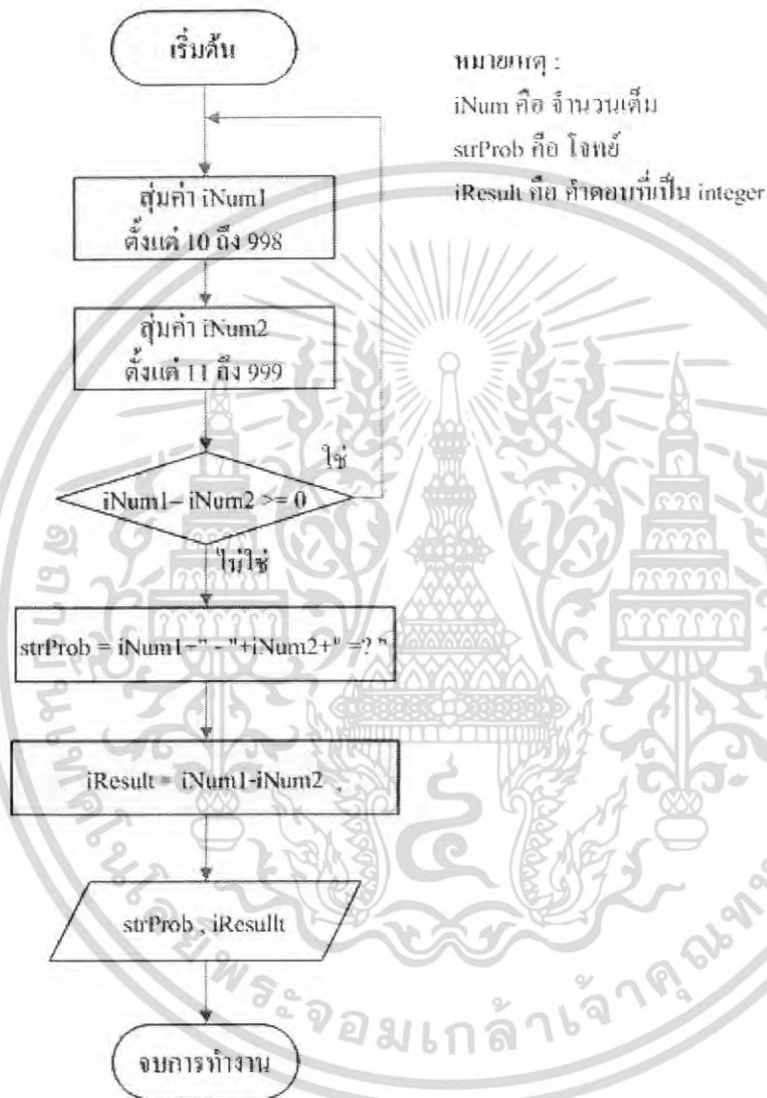
3.2.3.5 แผนภาพกระบวนการสร้างสมการการลบที่มีการยืม แต่ไม่ทำให้ติดลบ



รูปที่ 3.7 แผนภาพการสร้างสมการการลบที่ทำให้เกิดการยืม แต่ไม่ติดลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

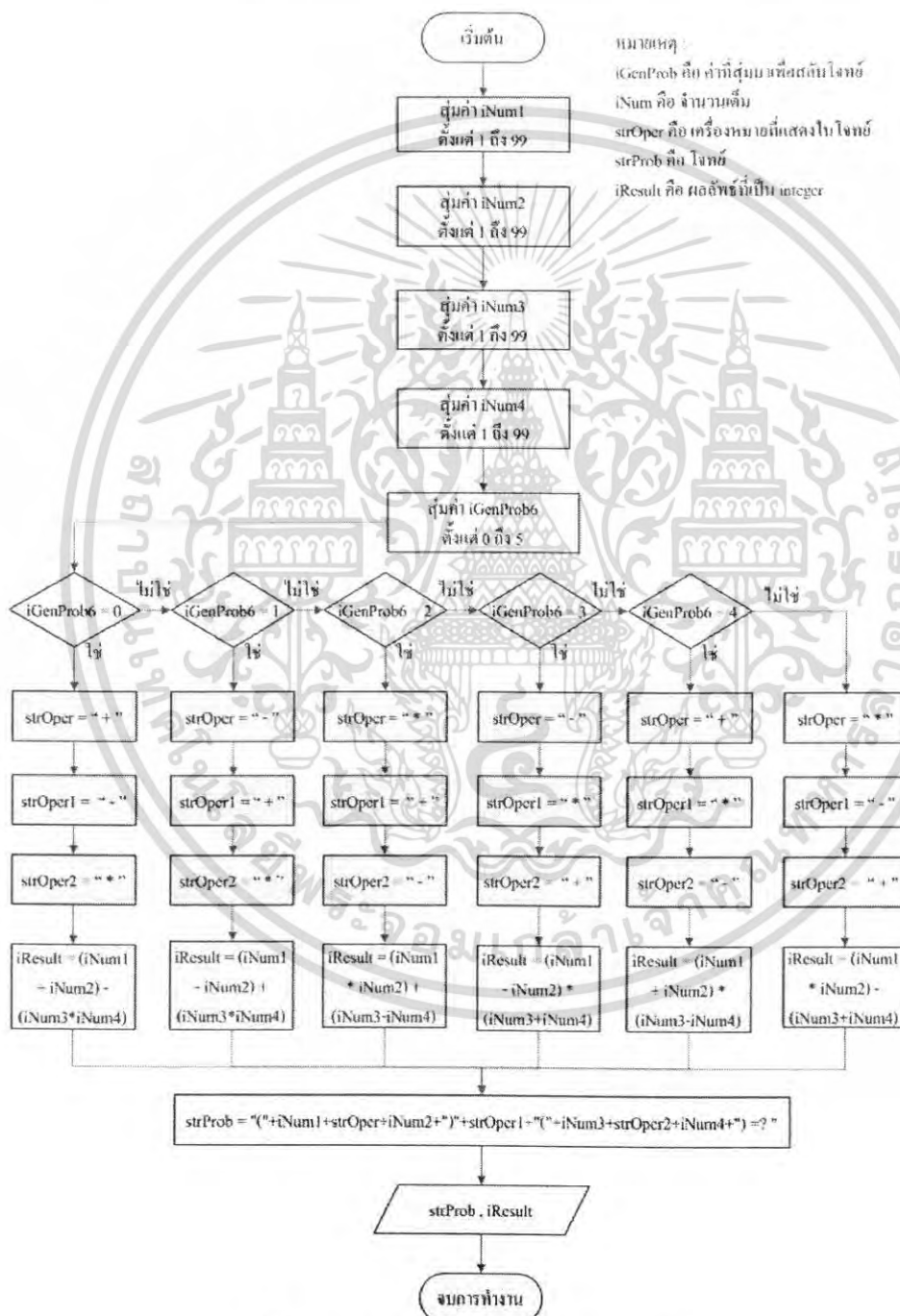
3.2.3.6 แผนภาพกระบวนการสร้างสมการการลบที่ทำให้เกิดการติดลบ



รูปที่ 3.8 แผนภาพการสร้างสมการการลบที่ทำให้เกิดการติดลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

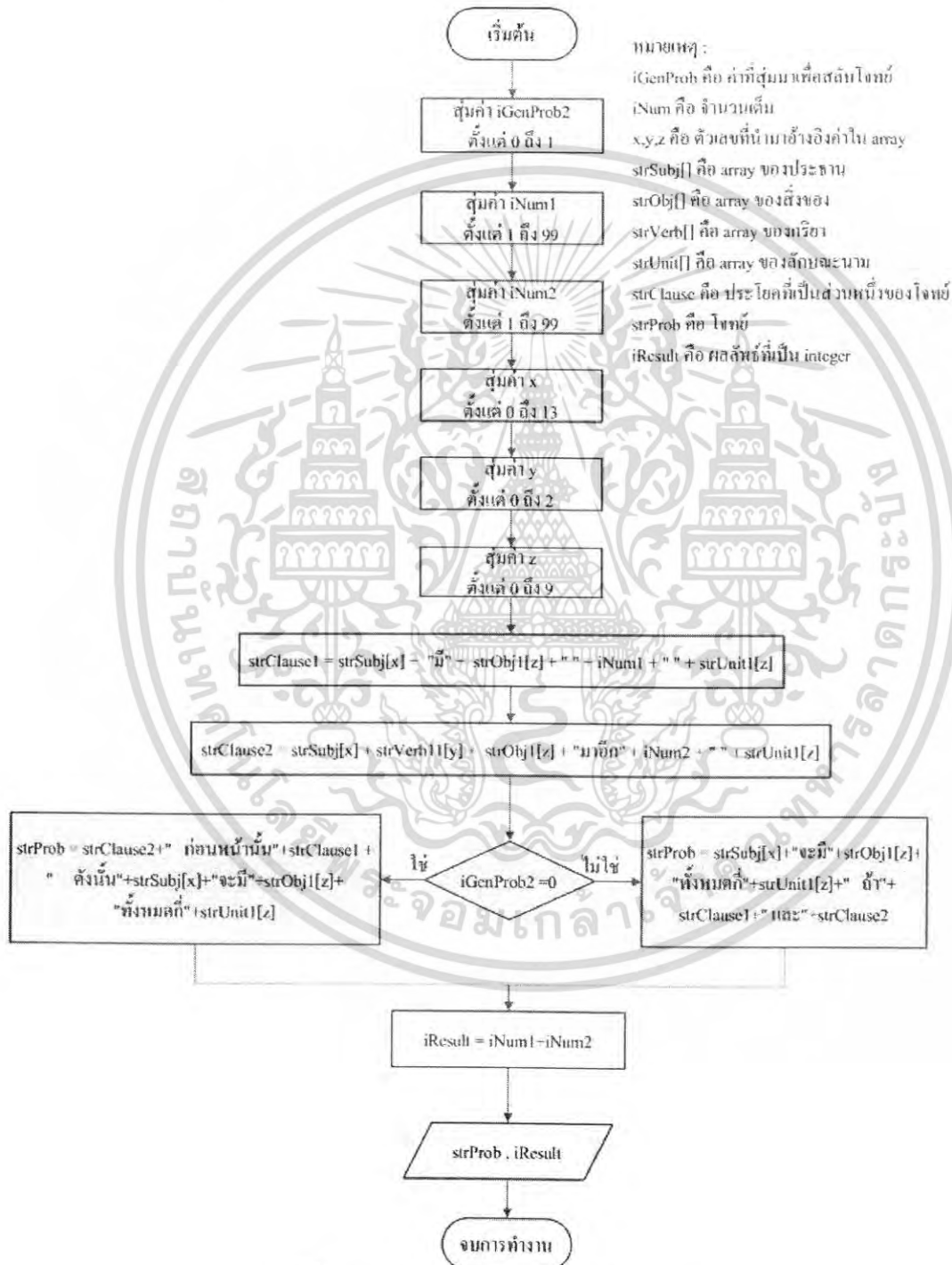
3.2.3.7 แผนภาพกระบวนการสร้างสมการระคน (เฉพาะการบวก ลบ และคูณ)



รูปที่ 3.9 แผนภาพการสร้างสมการระคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

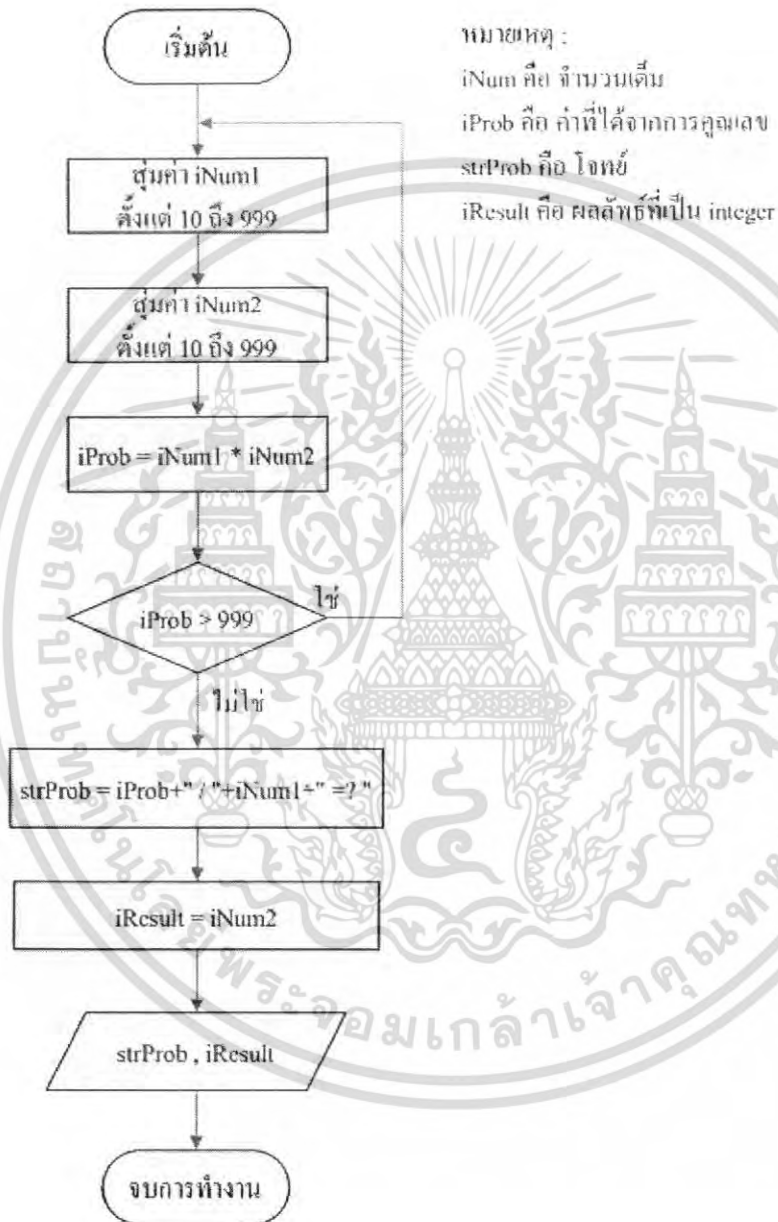
3.2.3.8 แผนภาพกระบวนการสร้างโจทย์ปัญหา



รูปที่ 3.10 แผนภาพการสร้างโจทย์ปัญหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

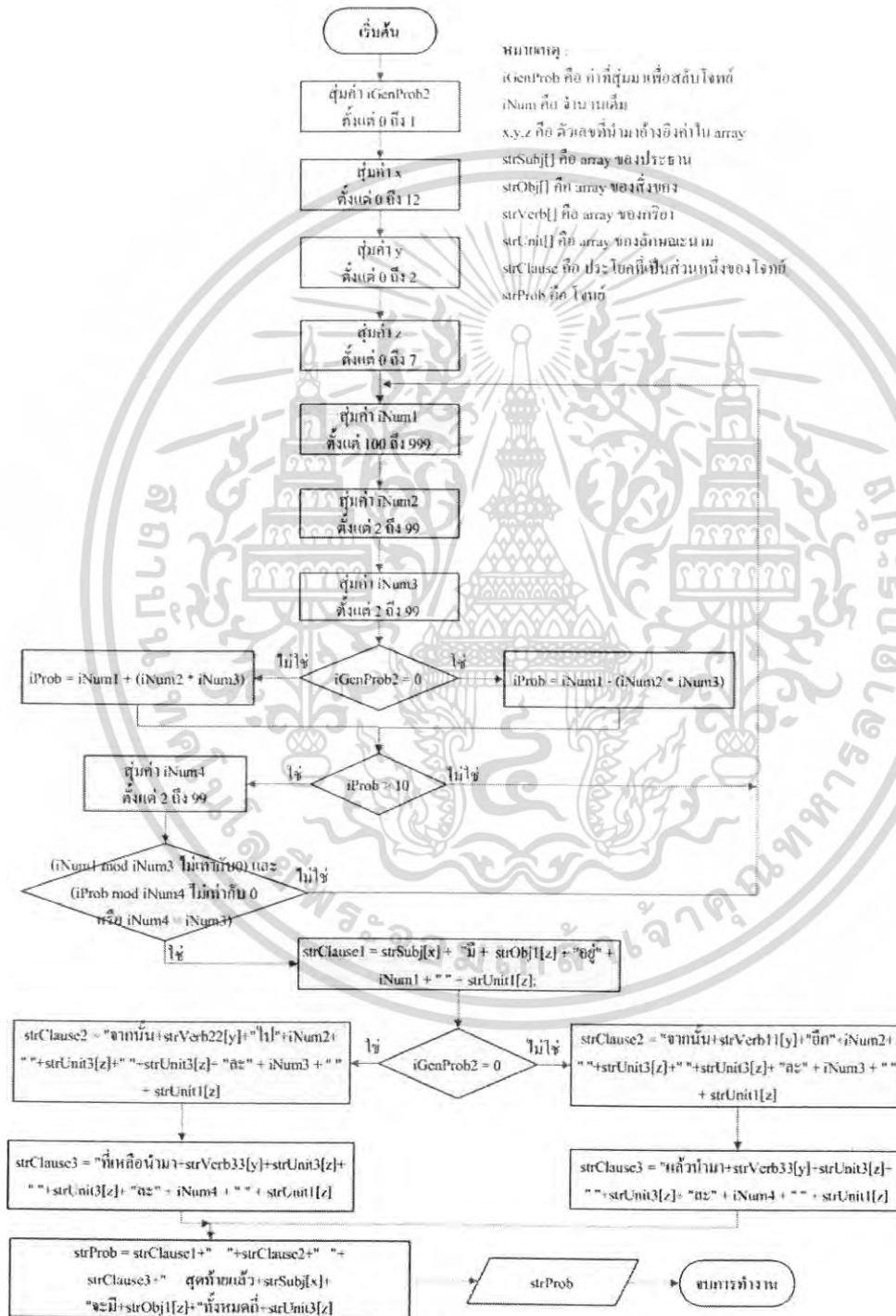
3.2.3.9 แผนภาพกระบวนการสร้างสมการการหาร แบบหารลงตัว



รูปที่ 3.11 แผนภาพการสร้างสมการการหาร แบบหารลงตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

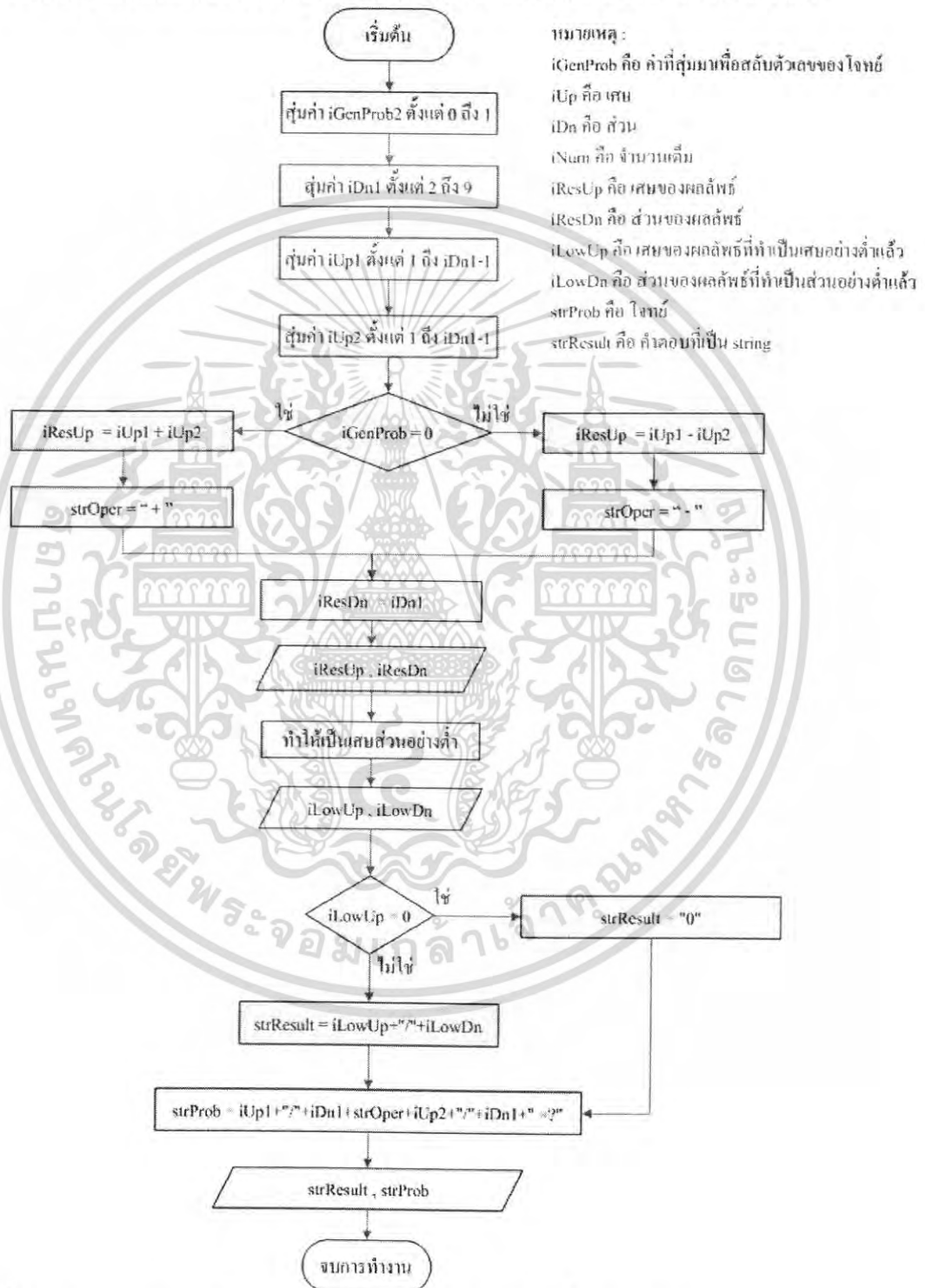
3.2.3.10 แผนภาพกระบวนการสร้างโจทย์ปัญหาคนประยุกต์



รูปที่ 3.12 แผนภาพการสร้างโจทย์ปัญหาคนประยุกต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

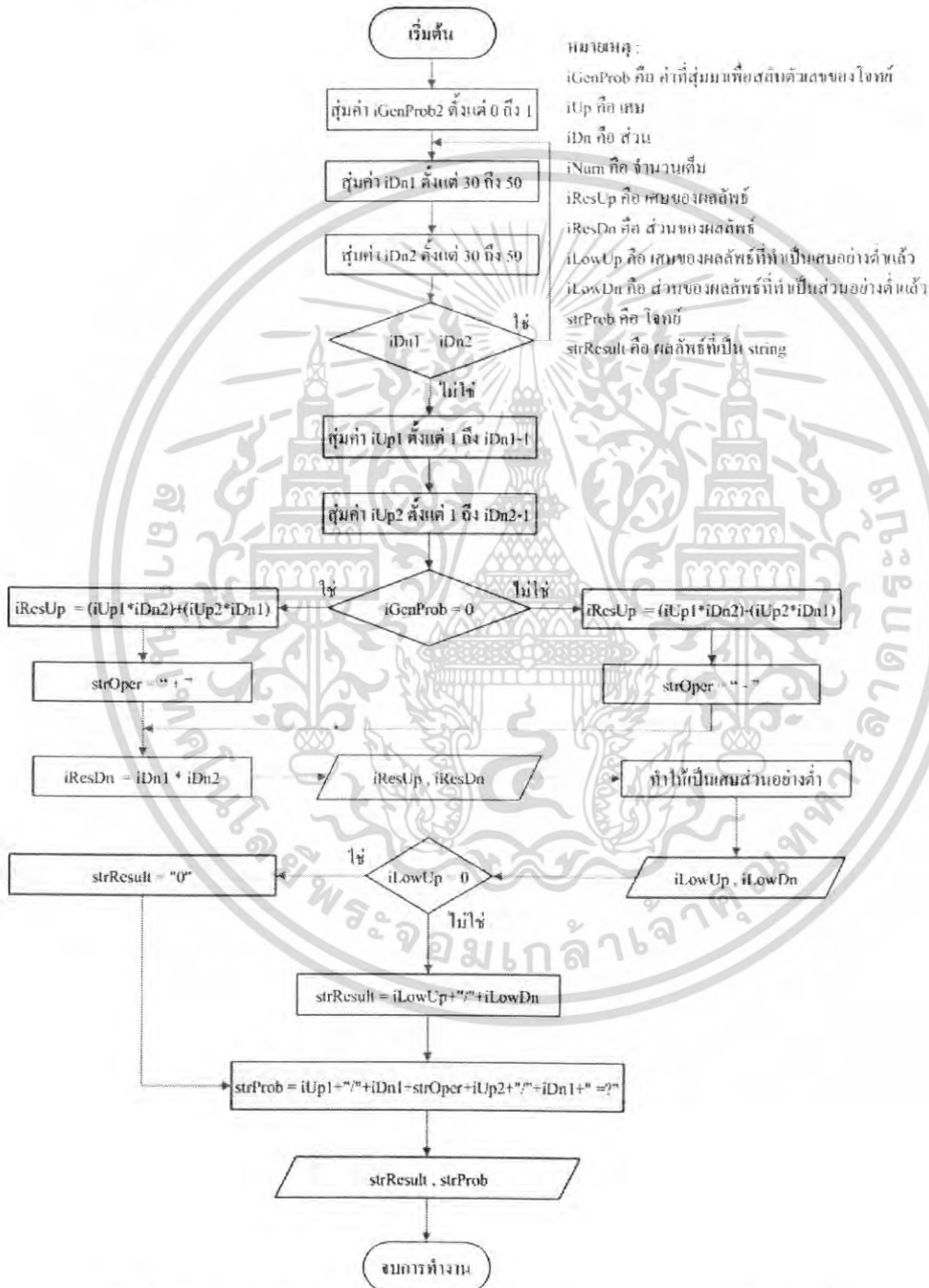
3.2.3.11 แผนภาพกระบวนการสร้างสมการการบวกและลบเศษส่วน ที่มีส่วนเท่ากัน



รูปที่ 3.13 แผนภาพการสร้างสมการการบวกและลบเศษส่วน ที่มีส่วนเท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3.12 แผนภาพกระบวนการสร้างสมการการบวกและลบเศษส่วน ที่มีส่วนไม่เท่ากัน



รูปที่ 3.14 แผนภาพการสร้างสมการการบวกและลบเศษส่วน ที่มีส่วนไม่เท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

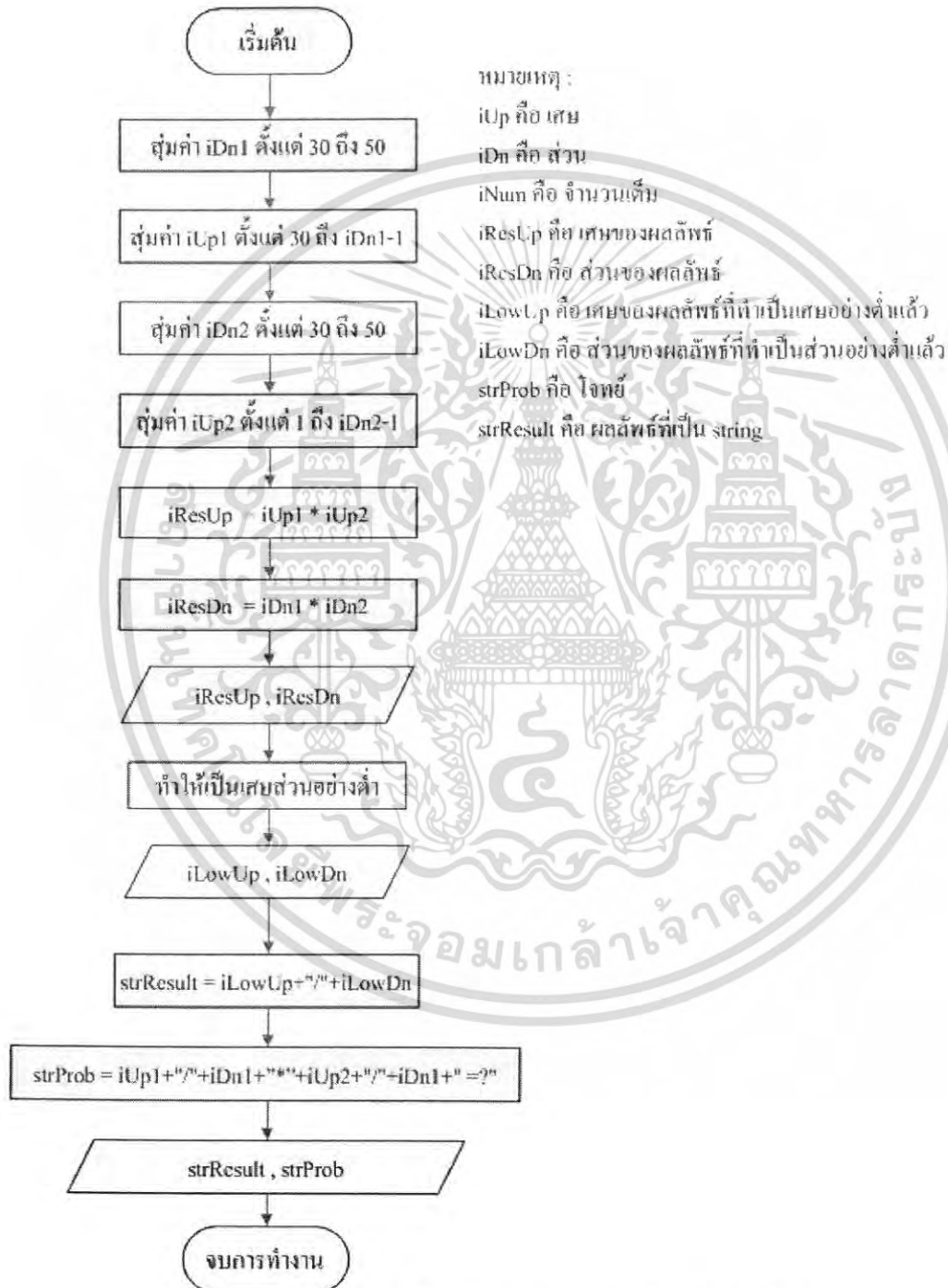
3.2.3.13 แผนภาพกระบวนการสร้างสมการการคูณเศษส่วนกับจำนวนเต็ม



รูปที่ 3.15 แผนภาพการสร้างสมการการคูณเศษส่วนกับจำนวนเต็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

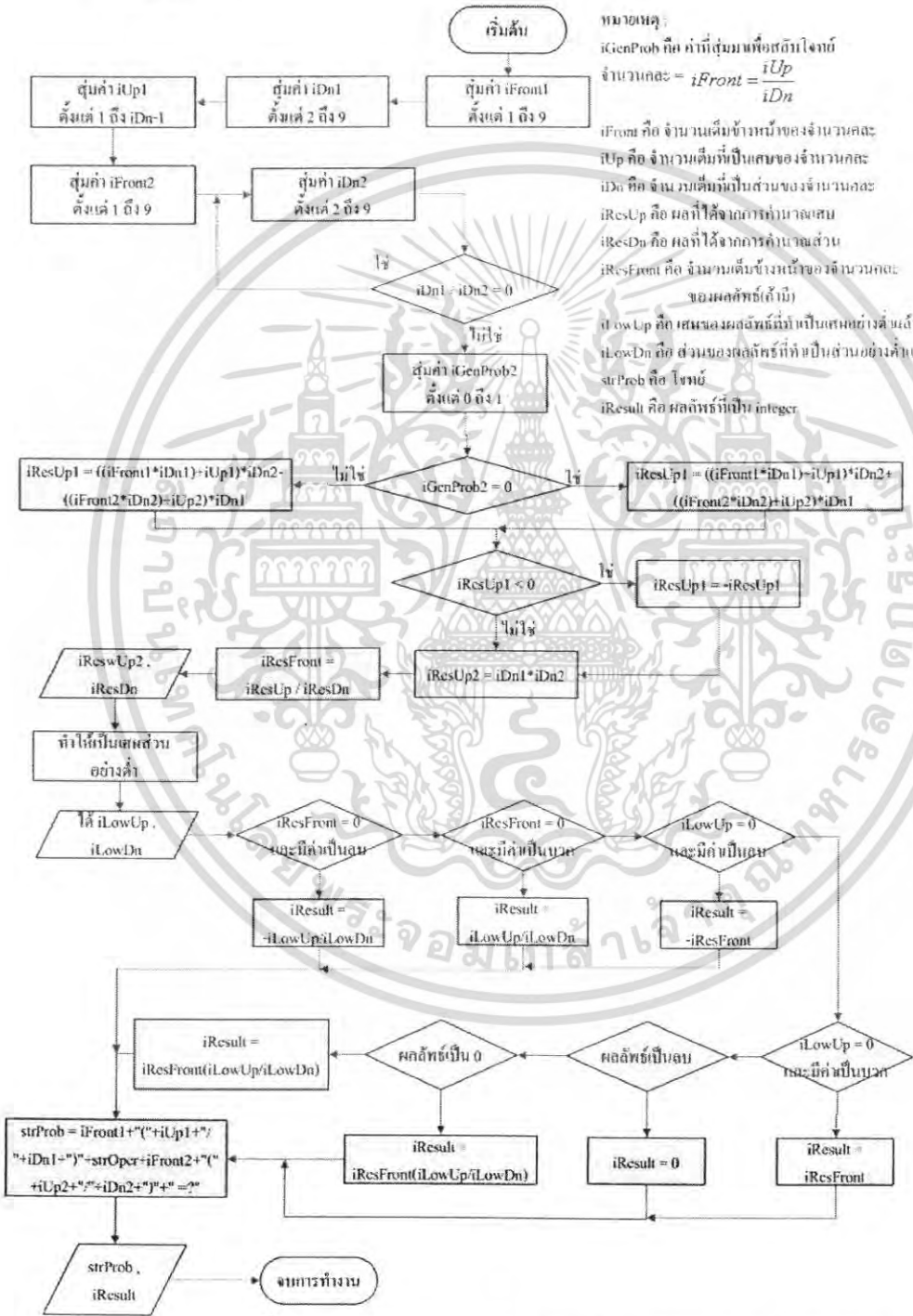
3.2.3.14 แผนภาพกระบวนการสร้างสมการการคูณเศษส่วนกับเศษส่วน



รูปที่ 3.16 แผนภาพการสร้างสมการการคูณเศษส่วนกับเศษส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

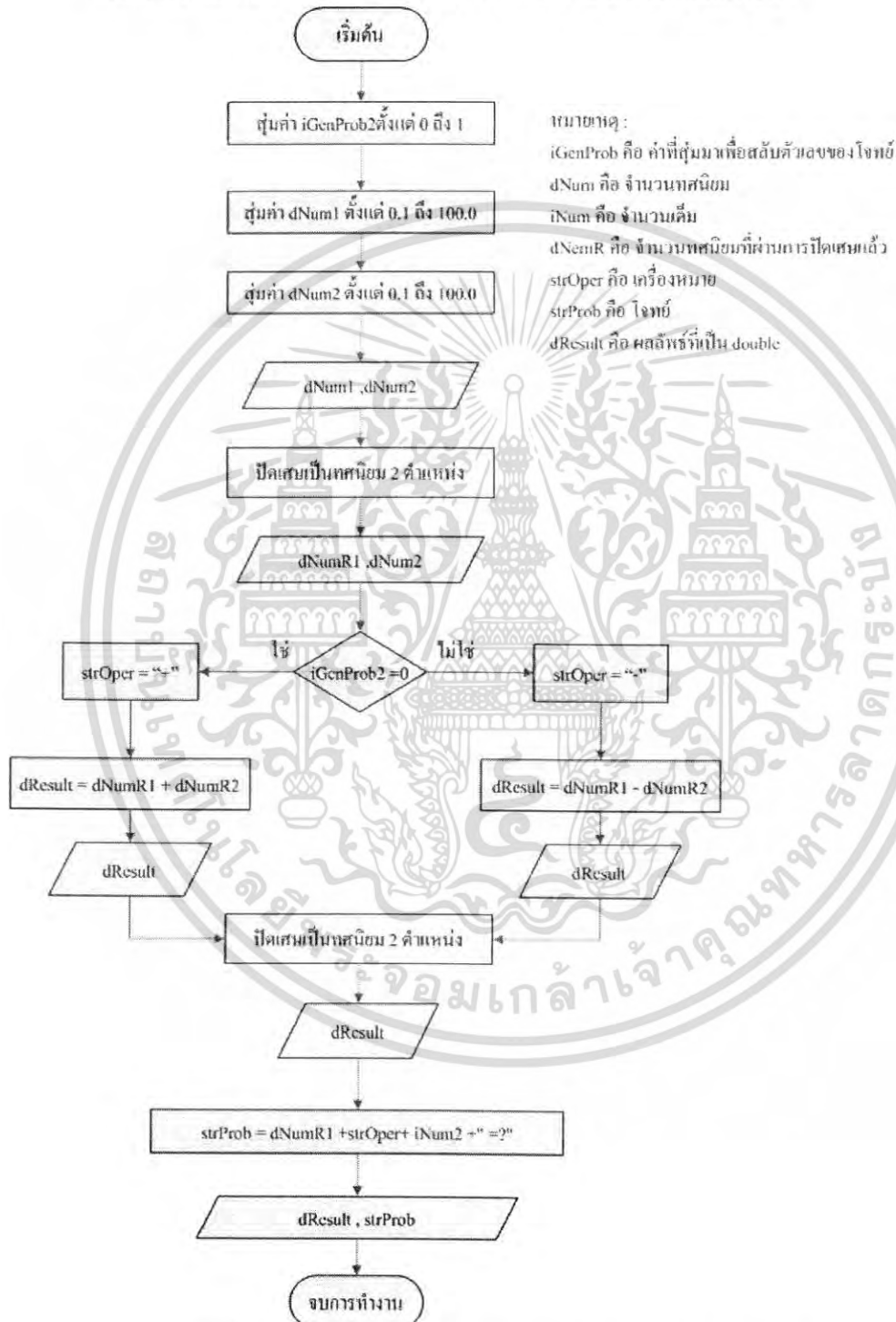
3.2.3.15 แผนภาพกระบวนการสร้างสมการการบวกและลบจำนวนคละ ที่มีส่วนไม่เท่ากัน



รูปที่ 3.17 แผนภาพการสร้างสมการการบวกและลบจำนวนคละ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3.16 แผนภาพกระบวนการสร้างสมการการบวกและลบทศนิยม



รูปที่ 3.18 แผนภาพการสร้างสมการการบวกและลบทศนิยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

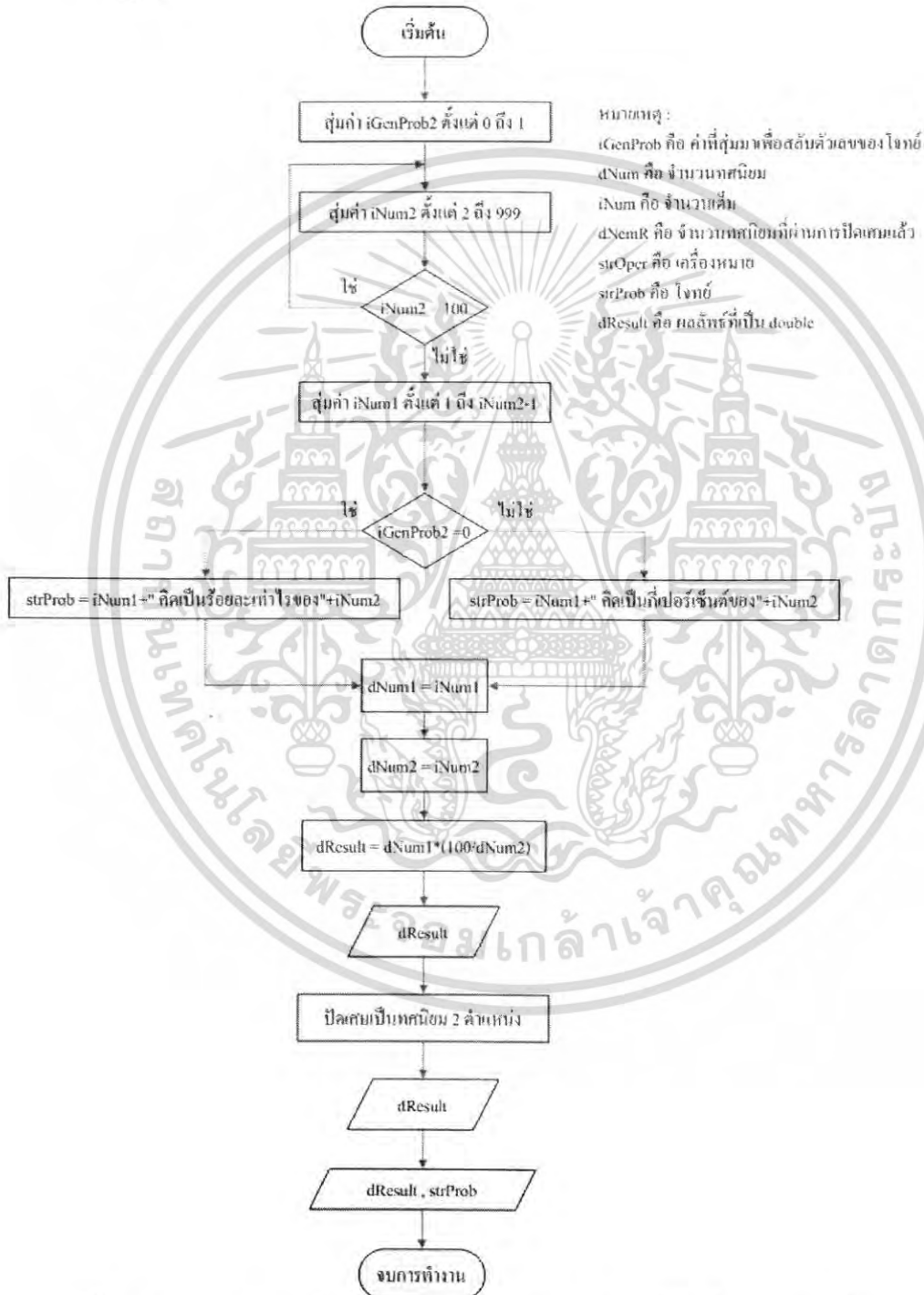
3.2.3.17 แผนภาพกระบวนการสร้างสมการการหารทศนิยม



รูปที่ 3.19 แผนภาพการสร้างสมการการหารทศนิยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

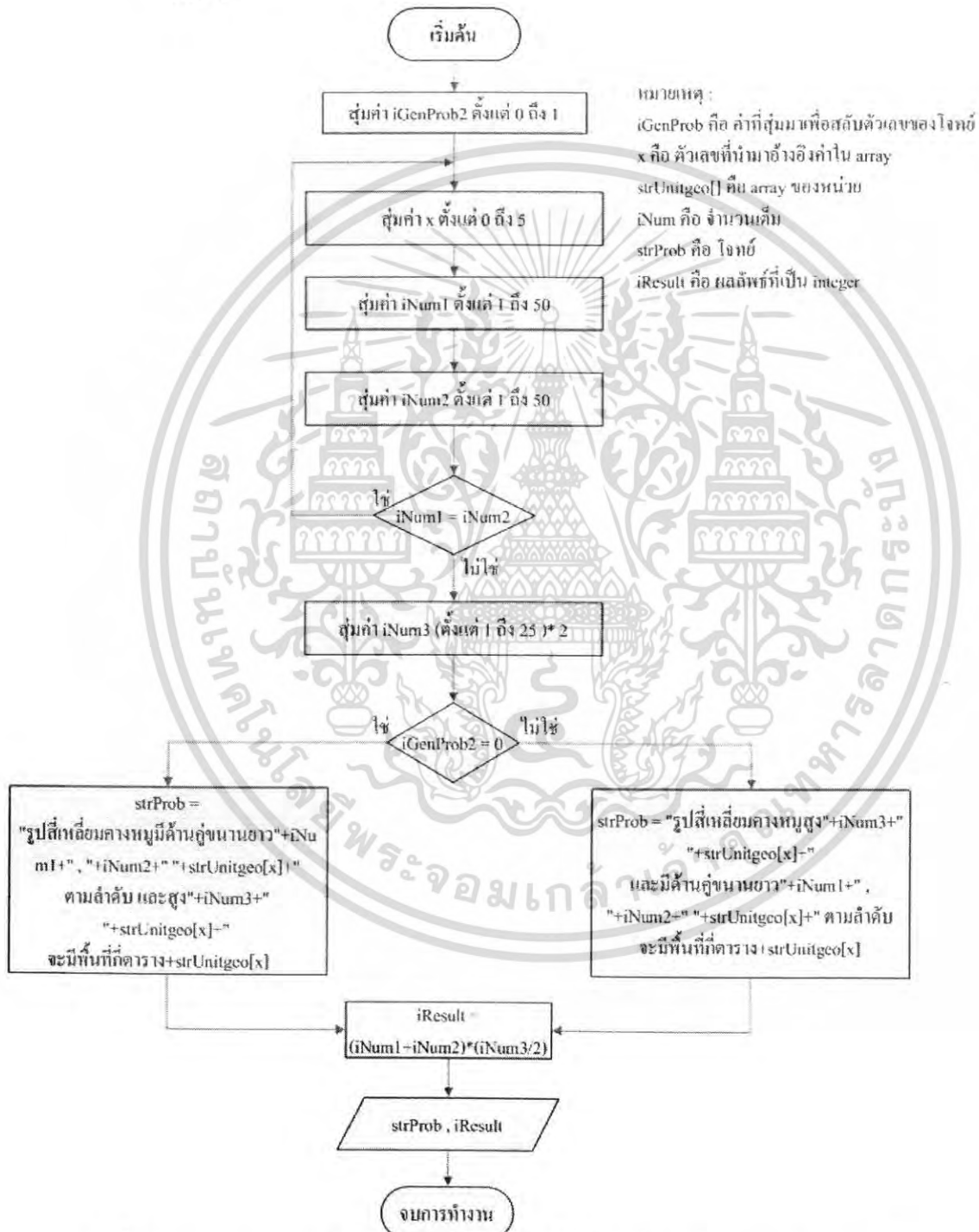
3.2.3.18 แผนภาพกระบวนการสร้างสมการหาร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์จากจำนวนเต็ม



รูปที่ 3.20 แผนภาพการสร้างสมการหาร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์จากจำนวนเต็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

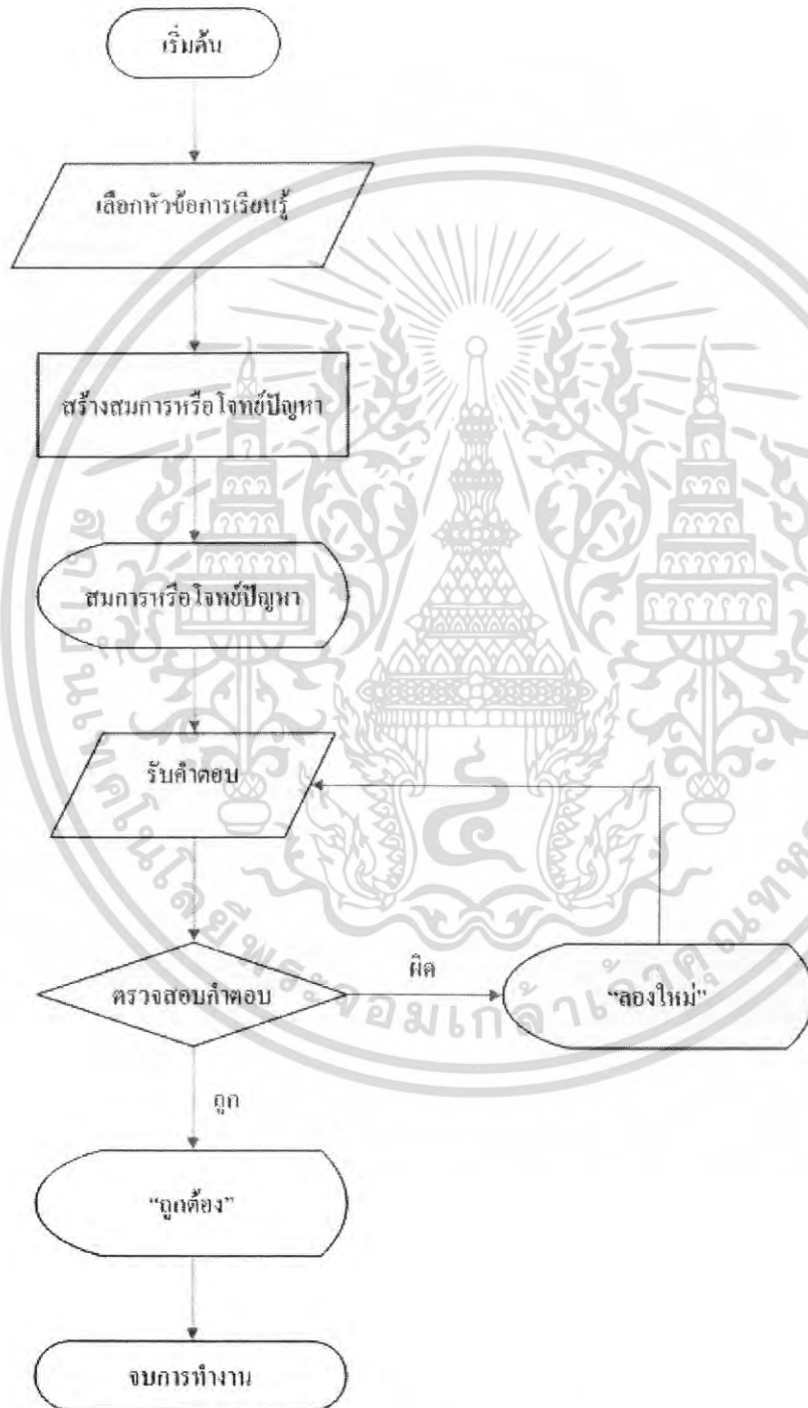
3.2.3.20 แผนภาพกระบวนการสร้างโจทย์ปัญหาการหาพื้นที่สี่เหลี่ยมคางหมูจากการคำนวณ



รูปที่ 3.21 แผนภาพการสร้างโจทย์ปัญหาการหาพื้นที่สี่เหลี่ยมคางหมูจากการคำนวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 แผนภาพการทำงานของโปรแกรม



รูปที่ 3.22 แผนภาพการทำงานของโปรแกรม

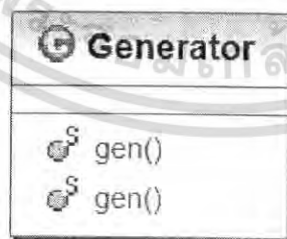
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเราเปิดโปรแกรมสื่อการเรียนการสอนนี้ขึ้นมา โปรแกรมจะแสดงรายการของโจทย์ในระดับต่าง ๆ ให้ผู้เรียนสามารถเลือกหัวข้อที่ต้องการ เมื่อผู้เรียนทำการเลือกหัวข้อแล้ว โปรแกรมจะทำการเรียกโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างสมการและโจทย์ปัญหาในระดับดังกล่าวนั้นขึ้นมาทำงาน ต่อมาสมการและโจทย์ปัญหาที่สร้างขึ้นจะปรากฏขึ้นมาแสดงให้ผู้เรียนตอบคำถาม เมื่อผู้เรียนตอบคำถาม โปรแกรมก็จะทำการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ ถ้าผู้เรียนตอบคำถามถูกต้องจะมีคำว่า “ถูกต้อง” ปรากฏขึ้นมาและจบการทำงาน แต่ถ้าผู้เรียนตอบคำถามผิดจะมีคำว่า “ลองใหม่” ปรากฏขึ้นมาแล้วให้ผู้เรียนตอบคำถามใหม่ จนเมื่อผู้เรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องแล้วก็มีคำว่า “ถูกต้อง” ปรากฏขึ้นมาและจบการทำงาน

3.4 คลาสไดอะแกรม (Class Diagram)

โปรแกรมสื่อการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นมานั้น ได้ถูกสร้างให้มีลักษณะเป็นโปรแกรมย่อย ๆ ซึ่งแต่ละโปรแกรมเรียกว่าคลาสและมีทั้งหมด 4 โปรแกรมหรือคลาส ซึ่งเปรียบได้กับวัตถุ 4 อัน และนำมาประกอบกันเป็นโปรแกรมที่สมบูรณ์ โดยโปรแกรมหรือคลาสนั้นประกอบไปด้วย โปรแกรมสำหรับการสร้างและสุ่มตัวเลข โปรแกรมสำหรับการสร้างสมการและโจทย์ปัญหา โปรแกรมสำหรับส่วนเชื่อมต่อผู้ใช้ และโปรแกรมสำหรับการคำนวณรวมหรือการคำนวณทั่วไป โปรแกรมหรือคลาสดังกล่าวมีรายละเอียดที่สามารถเขียนเป็นคลาสไดอะแกรมได้ดังนี้

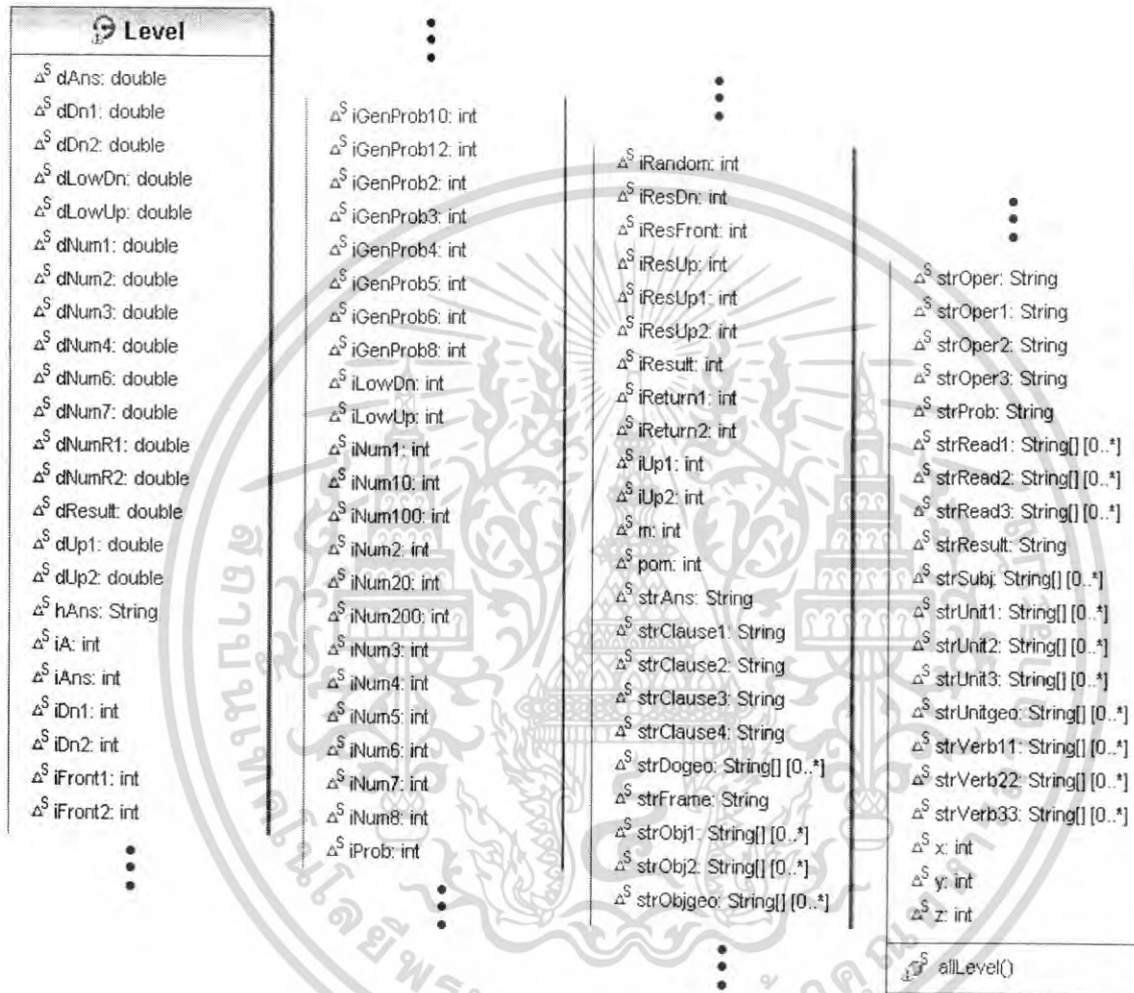
- คลาสไดอะแกรมสำหรับการสร้างและสุ่มตัวเลข



รูปที่ 3.23 ภาพโครงสร้างของโปรแกรมการสร้างและสุ่มตัวเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กลาส์ไดอะแกรมสำหรับการสร้างสมการและโจทย์ปัญหา



รูปที่ 3.24 ภาพโครงสร้างของโปรแกรมการสร้างสมการและโจทย์ปัญหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

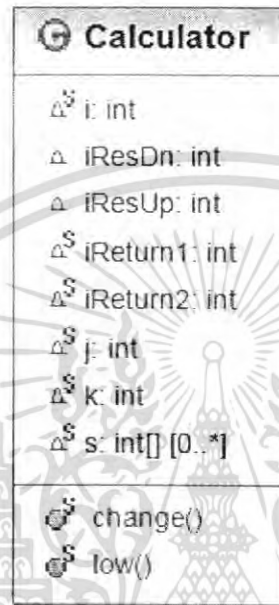
- คลาสไดอะแกรมสำหรับส่วนเชื่อมต่อผู้ใช้



รูปที่ 3.25 ภาพโครงสร้างของโปรแกรมส่วนเชื่อมต่อผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- คลาสไดอะแกรมสำหรับการคำนวณร่วมหรือการคำนวณทั่วไป



รูปที่ 3.26 ภาพโครงสร้างของโปรแกรมการคำนวณร่วมหรือการคำนวณทั่วไป

3.5 การออกแบบส่วนการสอน

การออกแบบส่วนของเนื้อหาการสอนนั้น เริ่มจากการเก็บข้อมูลเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์สำหรับชั้นประถมศึกษา แล้วทำการจำแนกหัวข้อเป็นหัวข้อหลัก ๆ ซึ่งเป็นการทำให้จำนวนเนื้อหานั้นมีความเป็นหมวดหมู่มากขึ้น มีความกระชับมากขึ้น และสามารถทำการเรียนรู้ได้อย่างเป็นระบบมากขึ้น เพื่อประสิทธิภาพในการศึกษาของผู้เรียนรู้

ในการสร้างคำบรรยายของเนื้อหาต่าง ๆ นั้น ทางผู้จัดทำได้ทำการสร้างคำอธิบายที่ใช้ในการสอนที่ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจได้ง่าย และออกแบบเนื้อหาการสอนที่เน้นการวิเคราะห์มากกว่าจดจำ ซึ่งเป็นการทำให้ผู้เรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ได้อย่างแท้จริงตามทฤษฎีการเรียนรู้ เพราะในการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์นั้นการจดจำเป็นเพียงองค์ส่วนย่อยเท่านั้น องค์ประกอบที่สำคัญของการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์นั้น คือการที่ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 ตารางระดับของบทเรียน

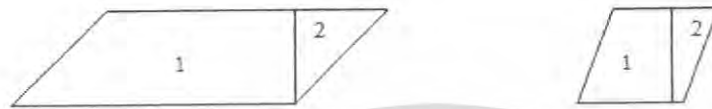
ระดับ	เนื้อหา
1	จำนวนนับ
2	การบวก
3	การลบ
4	การบวกและการลบระคน
5	การคูณ
6	การหาร
7	การปัดเศษทศนิยม
8	การบวก ลบ คูณ และหาร ระคน
9	โจทย์ปัญหาหระคน
10	เศษส่วน
11	การบวกและการลบจำนวนเต็มกับเศษส่วน
12	การคูณและการหารจำนวนเต็มกับเศษส่วน
13	การคูณและการหารเศษส่วนเต็มกับเศษส่วน
14	จำนวนคละ
15	การบวกและการลบจำนวนคละ
16	การคูณและการหารจำนวนคละ
17	ทศนิยม
18	การคูณจำนวนเต็มด้วยทศนิยม
19	การคูณทศนิยมด้วยทศนิยม
20	การหารทศนิยมด้วยจำนวนเต็ม
21	การหารทศนิยมด้วยทศนิยม
22	จำนวนเฉพาะ
23	การหารร่วมมาก (ห.ร.ม.)
24	การคูณร่วมน้อย (ค.ร.น.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 ตารางระดับของบทเรียน (ต่อ)

25	การหาพื้นที่
26	การหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมด้านขนานและสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน
27	การหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมคางหมู
28	การหาพื้นที่รูปสามเหลี่ยม
29	การหาพื้นที่รูปวงกลม
30	การหาความยาวรอบรูปเหลี่ยม
31	การหาความยาวรอบรูปวงกลม
32	การหาพื้นที่โดยการคำนวณ
33	การคูณเลขในสูตรคูณแม่เก้า
34	ร้อยละและเปอร์เซ็นต์

ซึ่งในการสอนนั้นทางผู้จัดทำได้ทำการออกแบบและสร้างรูปแบบการสอน ที่มีรูปแบบการเรียนรู้เป็นแบบการวิเคราะห์สิ่งที่กำลังเรียนรู้ด้วยความรู้จากบทเรียนก่อนหน้า หรือความรู้ที่มีอยู่ เช่น การเรียนรู้ในบทเรียนเรื่องการคำนวณหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมต่าง ทางผู้จัดทำได้จัดลำดับการเรียนรู้ คือให้ผู้เรียนเริ่มทำการเรียนรู้การหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสและสี่เหลี่ยมผืนผ้าก่อน โดยทั้งสองรูปนี้ทางผู้จัดทำก็ทำการสอนรวมเข้าด้วยกันเลยไม่จำเป็นต้องแยกออกจากกัน คือการนำความยาวด้านที่เป็นด้านกว้างมาคูณกับด้านที่เป็นด้านยาว การรวมเนื้อหาเข้าด้วยกันเป็นการทำให้ผู้เรียนสามารถประหยัดเวลาในการเรียนรู้ และไม่จำเป็นต้องจดจำเนื้อหาจนมากเกินไปจนเกิดความจำเกินความจำเป็น ต่อมาเมื่อผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้ทางด้านการคำนวณหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าและสี่เหลี่ยมจตุรัสแล้ว ในเนื้อหาการเรียนรู้อีกส่วนต่อมาก็คือ การหาพื้นที่สี่เหลี่ยมด้านขนานและสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ซึ่งเมื่อเราทำการพิจารณารูปสี่เหลี่ยมด้านขนานและสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนแล้ว เราจะเห็นได้ว่ารูปสี่เหลี่ยมด้านขนานและรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนก็คือรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานและรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสตามลำดับนั่นเอง



รูปที่ 3.27 ภาพการวิเคราะห์รูปสี่เหลี่ยมด้านขนานและสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

ดังนั้นเราก็สามารถคำนวณหาพื้นที่ด้วยสูตรการคำนวณหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน และสี่เหลี่ยมจัตุรัสได้เลย โดยความยาวของด้านยาวก็คือความยาวฐาน และความยาวของด้านกว้างก็คือความสูงนั่นเอง

จากที่กล่าวมานั้น เป็นตัวอย่างในรูปแบบการเรียนของการเรียนรู้ที่ผู้จัดออกแบบและสร้างขึ้น มา เป็นการทำให้ผู้เรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ไปควบคู่กับการฝึกฝนการคิดวิเคราะห์ และสามารถทำความเข้าใจได้ง่ายและรวดเร็ว เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุด

3.6 การออกแบบส่วนการเชื่อมต่อที่ทำงานระบบออนไลน์

ในส่วนของการสร้างส่วนเชื่อมต่อผู้ใช้ที่เป็นการให้บริการแบบออนไลน์นั้น มีรูปแบบการออกแบบและการสร้างเหมือนกับส่วนเชื่อมต่อผู้ใช้ที่ทำงานบนตัวมันเอง ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น โดยผู้จัดทำได้นำเอาภาษาจาวาเซิร์ฟเวอร์เพจ (JavaServer Pages, JSP) มาใช้ในการสร้าง ส่วนการเชื่อมต่อจะแบ่งเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ส่วนของการเรียนรู้และส่วนของการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.1 การออกแบบส่วนของการเรียนรู้

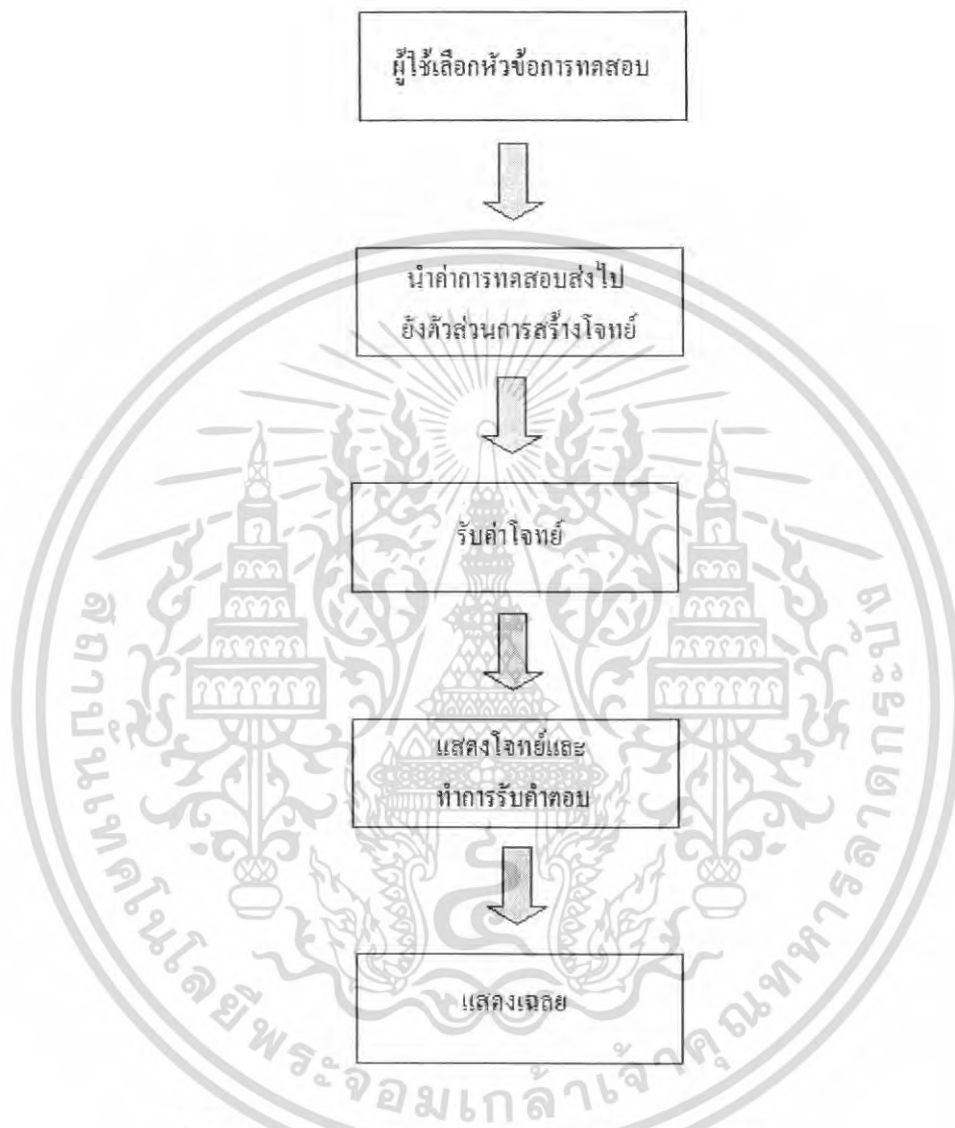
การออกแบบส่วนของการเรียนรู้ นั้น จะเป็นส่วนที่คอยรับคำสั่งจากผู้ใช้งาน และไปทำการเปิดเนื้อหาของการเรียนในหัวข้อนั้นขึ้นมา โดยมีกระบวนการทำงานดังต่อไปนี้



3.6.2 การออกแบบส่วนการทดสอบ

ในส่วนของการออกแบบส่วนของการทดสอบนั้นก็จะคล้ายกับส่วนของการสอน โดยมีกระบวนการทำงานดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.29 ภาพกระบวนการทำงานของส่วนการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

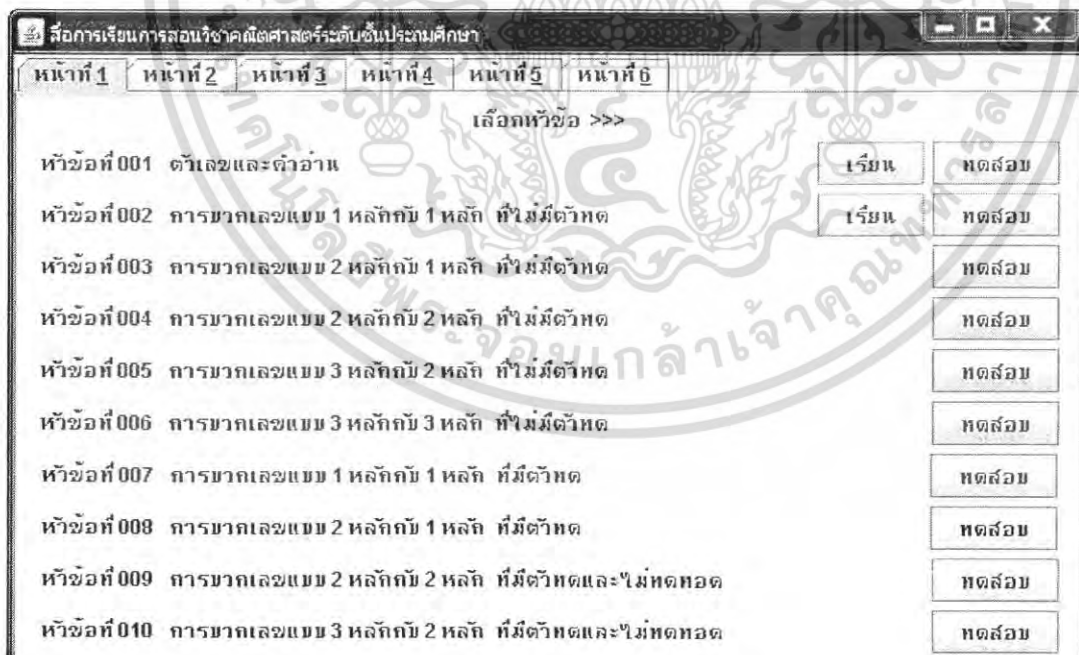
ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลองการใช้งานโปรแกรมสื่อการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์

ในการทดลองการใช้งานโปรแกรมสื่อการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับชั้นประถมศึกษา จะพิจารณาส่วนของการโปรแกรมการสร้างสมการและโจทย์ปัญหาเป็นหลัก ซึ่งในส่วนของการเชื่อมต่อกับผู้ใช้งานจะเป็นการสร้างขึ้นมาเพียงเพื่อการทดสอบโปรแกรม โดยในส่วนต่าง ๆ ของโปรแกรมสื่อการเรียนการสอนนี้มีรายละเอียดการทดลองการใช้งานดังต่อไปนี้

4.1.1 ผลการทดลองเมื่อเริ่มต้นใช้โปรแกรม

เมื่อผู้ใช้งานทำการเปิดโปรแกรมขึ้นมา จะพบกับส่วนเชื่อมต่อผู้ใช้หลัก โดยจะเป็นส่วนที่ใช้ในการแสดงรายละเอียดของการเรียนในระดับต่าง ๆ ไล่จากระดับง่ายไปสู่ระดับยาก



รูปที่ 4.1 ภาพหน้าจอหลักของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และผู้ใช้งานสามารถเลือกระดับที่ต้องการได้โดยการคลิกที่ปุ่ม “ทดสอบ” ที่ปรากฏต่อท้าย

เลือกหัวข้อ >>>

หัวข้อที่ 001	ตัวเลขและคำอ่าน	เริ่ม	ทดสอบ
หัวข้อที่ 002	การบวกเลขแบบ 1 หลักกับ 1 หลัก ที่มีตัวทด	เริ่ม	ทดสอบ
หัวข้อที่ 003	การบวกเลขแบบ 2 หลักกับ 1 หลัก ที่มีตัวทด		ทดสอบ
หัวข้อที่ 004	การบวกเลขแบบ 2 หลักกับ 2 หลัก ที่มีตัวทด		ทดสอบ
หัวข้อที่ 005	การบวกเลขแบบ 3 หลักกับ 2 หลัก ที่มีตัวทด		ทดสอบ
หัวข้อที่ 006	การบวกเลขแบบ 3 หลักกับ 3 หลัก ที่มีตัวทด		ทดสอบ
หัวข้อที่ 007	การบวกเลขแบบ 1 หลักกับ 1 หลัก ที่มีตัวทด		ทดสอบ
หัวข้อที่ 008	การบวกเลขแบบ 2 หลักกับ 1 หลัก ที่มีตัวทด		ทดสอบ
หัวข้อที่ 009	การบวกเลขแบบ 2 หลักกับ 2 หลัก ที่มีตัวทดและไม่ทด		ทดสอบ
หัวข้อที่ 010	การบวกเลขแบบ 3 หลักกับ 2 หลัก ที่มีตัวทดและไม่ทด		ทดสอบ

รูปที่ 4.2 ภาพการเลือกระดับการทดสอบ

4.1.2 ผลการทดสอบเมื่อทำการเลือกระดับการทดสอบ

หลังจากที่ผู้ใช้งานทำการเลือกระดับที่ต้องการทำการทดสอบแล้ว โปรแกรมจะทำการสร้างสมการหรือโจทย์ตามระดับความยากง่ายที่เลือก และแสดงผ่านส่วนเชื่อมต่อผู้ใช้

หัวข้อที่ 001	การอ่านเลข
711	อ่านว่า
***กรุณาตอบเป็นตัวเลขหนังสือ	
ตอบ	

รูปที่ 4.3 ภาพโจทย์คำถามในระดับที่เลือก

และผู้ใช้งานสามารถตอบคำถามได้โดยการพิมพ์คำตอบลงในช่องว่าง แล้วคลิกปุ่ม “ตอบ” ที่ปรากฏอยู่ใต้ช่องคำตอบ

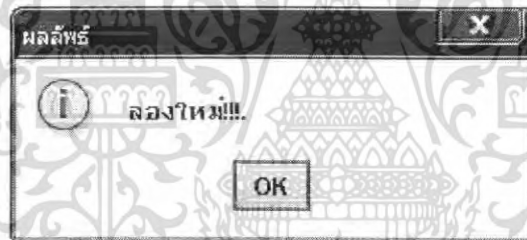
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 ผลการทดลองหลังจากทำการตอบคำถาม

เมื่อผู้ใช้งานทำการตอบคำถามเสร็จ โปรแกรมก็จะทำการตรวจสอบคำตอบ และถ้าคำตอบที่ผู้ใช้งานตอบเป็นคำตอบที่ถูกต้องจะมีคำว่า “ถูกต้อง!!!” ปรากฏขึ้นมา

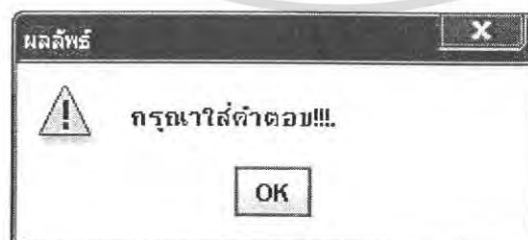


รูปที่ 4.4 ภาพผลการตอบคำถาม เมื่อตอบคำถามถูกต้อง



รูปที่ 4.5 ภาพผลการตอบคำถาม เมื่อตอบคำถามผิด

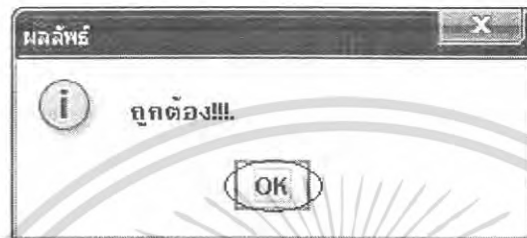
ในกรณีที่ผู้ใช้งานตอบคำถามผิดหรือไม่ได้ใส่คำตอบ โปรแกรมจะทำการแสดงคำถามซ้ำให้ผู้ใช้งานตอบคำถามแต่หากผู้ใช้งานไม่ได้ใส่คำตอบจะมีคำว่า “กรุณาใส่คำตอบ”



รูปที่ 4.6 ภาพผลการตอบคำถาม เมื่อผู้ใช้งานไม่ได้ใส่คำตอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากที่ผู้ใช้งานทำการตอบคำถามได้ถูกต้อง และมีคำว่า “ถูกต้อง” ปรากฏขึ้น ผู้ใช้งานสามารถออกจากโปรแกรมได้โดยการคลิกที่ปุ่ม “OK” ที่ปรากฏขึ้น



รูปที่ 4.7 ภาพการจบโปรแกรม

หมายเหตุ เพื่อพัฒนาการทางคณิตศาสตร์ที่ดี ผู้ใช้งานควรทำการฝึกฝนและทดสอบเริ่มจากระดับที่ง่ายแล้วไล่ไปสู่ระดับที่ยากขึ้นทีละระดับ

4.1.4 รูปแบบของคำถามและการตอบคำตอบ

ในการตอบคำถามนั้น ผู้ใช้งานจะต้องทำการตอบคำถามในรูปแบบที่มีความเหมาะสมกับคำถามที่ปรากฏขึ้น ซึ่งรูปแบบของคำถามจะมีอยู่ 6 รูปแบบ คือ

- คำถามที่มีรูปแบบเป็นสมการและต้องการคำตอบเป็นตัวเลขจำนวนเต็ม ซึ่งผู้ใช้งานสามารถตอบเป็นตัวเลขจำนวนเต็มได้เลย ดังตัวอย่าง

หัวข้อที่ 010 การบวกเลขแบบ 3 หลักกับ 2 หลัก ที่มีตัวทดและไม่ทด
519 + 23 = ?
542
***กรุณาตอบเป็นตัวเลข
ตอบ

รูปที่ 4.8 ตัวอย่างโจทย์ชนิดสมการและการตอบเป็นจำนวนเต็ม

- คำถามที่มีรูปแบบเป็นสมการและต้องการคำตอบเป็นตัวเลขจำนวนทศนิยม ซึ่งผู้ใช้งานสามารถตอบโดยการพิมพ์ “.” ลงไปได้เลย ดังตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อที่ 091	หารทศนิยมด้วยจำนวนเต็ม 2-1
50.84 / 2 = ?	
25.24	
***กรรณเวทตอบเป็นทศนิยม 2 ตำแหน่ง หรือเลขจำนวนเต็ม เช่น 3.05, -45	
ตอบ	

รูปที่ 4.9 ตัวอย่าง โจทย์ชนิดสมการและการตอบเป็นจำนวนทศนิยม

- คำถามที่มีรูปแบบเป็นตัวเลขและต้องการคำตอบเป็นคำอ่าน ซึ่งผู้ใช้งานสามารถตอบคำถามโดยการพิมพ์คำอ่านลงไปในช่วงว่าง ดังตัวอย่าง

หัวข้อที่ 001	การอ่านเลข
883 อ่านว่า	
แปดร้อยแปดสิบสาม	
***กรรณเวทตอบเป็นตัวหนังสือ	
ตอบ	

รูปที่ 4.10 ตัวอย่าง โจทย์ชนิดตัวเลขและการตอบเป็นคำอ่าน

- คำถามที่มีรูปแบบเป็นโจทย์ปัญหาและต้องการคำตอบเป็นตัวเลขจำนวนเต็มและหน่วย ดังตัวอย่าง

หัวข้อที่ 100	การหาความยาวรอบรูป ของรูปวงกลม
รูปร่างกลมรัศมีมียาว 42 หน่วย จะมีความยาวรอบรูปกี่หน่วย	
264 หน่วย	
***กรรณเวทตอบเป็นจำนวนเต็ม และใส่หน่วยด้วยด้วย เช่น 10ชิ้น, 42ตารางเมตร	
ตอบ	

รูปที่ 4.11 ตัวอย่าง โจทย์ปัญหาและการตอบเป็นตัวเลขจำนวนเต็มและหน่วย

- คำถามที่มีรูปแบบเป็นสมการและต้องการคำตอบเป็นเศษส่วน ซึ่งผู้ใช้งานสามารถตอบคำถามโดยการพิมพ์ตัวเลขเศษและส่วนลงไปโดยใช้ “ / ” กั้นระหว่างเศษและส่วน ดังตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อที่ 064 การคูณเศษส่วน 1 หลัก กับเศษส่วน 1 หลัก
$\frac{3}{8} \times \frac{2}{7} = ?$
$\frac{3}{28}$
***กรุณาตอบเป็นเศษส่วนอย่างต่ำ เช่น $-\frac{3}{4}$ หรือจำนวนคละอย่างต่ำ เช่น $5\frac{1}{2}$
ตอบ

รูปที่ 4.12 ตัวอย่าง โจทย์ชนิดสมการและการตอบเป็นเศษส่วน

- คำถามที่มีรูปแบบเป็นสมการและต้องการคำตอบเป็นจำนวนคละ ซึ่งผู้ใช้งานสามารถตอบคำถามโดยการพิมพ์ตัวเลขจำนวนเต็มและตามด้วยเศษส่วนซึ่งใส่ไว้ในวงเล็บ ดังตัวอย่าง

หัวข้อที่ 081 การบวก ลบจำนวนคละที่มีส่วนไม่เท่ากัน 2-2 10-50
$31\frac{35}{50} - 33\frac{27}{41} = ?$
$-1\frac{393}{410}$
***กรุณาตอบเป็นเศษส่วนอย่างต่ำ เช่น $-\frac{3}{4}$ หรือจำนวนคละอย่างต่ำ เช่น $5\frac{1}{2}$
ตอบ

รูปที่ 4.13 ตัวอย่าง โจทย์ชนิดสมการและการตอบเป็นจำนวนคละ

4.1.5 ผลการทดลองเมื่อเลือกระดับการเรียนรู้

จากหน้าหลักของ โปรแกรม ผู้ใช้งานสามารถเลือกระดับที่ต้องการ ได้โดยการคลิกที่ปุ่ม “เรียน” ที่ปรากฏต่อท้าย

เลือกหัวข้อ >>>	
หัวข้อที่ 001 ตัวเลขและคำอ่าน	<input checked="" type="button" value="เรียน"/> <input type="button" value="ทดสอบ"/>
หัวข้อที่ 002 การบวกเลขแบบ 1 หลักกับ 1 หลัก ที่ไม่มีตัวทด	<input type="button" value="เรียน"/> <input type="button" value="ทดสอบ"/>
หัวข้อที่ 003 การบวกเลขแบบ 2 หลักกับ 1 หลัก ที่ไม่มีตัวทด	<input type="button" value="ทดสอบ"/>
หัวข้อที่ 004 การบวกเลขแบบ 2 หลักกับ 2 หลัก ที่ไม่มีตัวทด	<input type="button" value="ทดสอบ"/>
หัวข้อที่ 005 การบวกเลขแบบ 3 หลักกับ 2 หลัก ที่ไม่มีตัวทด	<input type="button" value="ทดสอบ"/>
หัวข้อที่ 006 การบวกเลขแบบ 3 หลักกับ 3 หลัก ที่ไม่มีตัวทด	<input type="button" value="ทดสอบ"/>
หัวข้อที่ 007 การบวกเลขแบบ 1 หลักกับ 1 หลัก ที่มีตัวทด	<input type="button" value="ทดสอบ"/>

รูปที่ 4.14 ภาพการเลือกระดับการเรียนรู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากที่ผู้ใช้งานทำการเลือกระดับที่ต้องการทำการเรียนรู้ โปรแกรมจะทำการสร้างสมการหรือโจทย์ตามระดับความยากง่ายที่เลือกและแสดงผ่านส่วนเชื่อมต่อผู้ใช้

จำนวนนับ

ความหมายของจำนวนนับ คือ จำนวนนับใช้แสดงถึงจำนวนสิ่งของต่างๆที่เต็มหน่วย จำนวนนับไล่ไปเรื่อยๆคือ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, ... โดยจำนวนนับที่มีจำนวนที่สุดคือ 1

มีวัวหนึ่งตัว ใช้สัญลักษณ์ 1 แสดงจำนวนวัว 1 ตัว

มีวัวสามตัว ใช้สัญลักษณ์ 3 แสดงจำนวนวัว 3 ตัว

ความหมายของศูนย์ หรือ 0 เป็นสัญลักษณ์ที่แสดงจำนวนที่ไม่มี เช่น ฉันมีเงิน 0 บาท หมายความว่าฉันไม่มีเงินเลย

การอ่านจำนวนนับ

การอ่านจำนวนนับให้อ่านจากหลักมากที่สุดที่มีอยู่หรืออ่านจากเลขทางซ้ายไปทางขวา คิวเลขในค่าประจำหลักใดเป็นศูนย์ไม่ต้องอ่านค่าประจำหลักนั้น เช่น

2,047 อ่านว่า สองพันสี่สิบเจ็ด

โดยเริ่มอ่านจากซ้ายไปขวา หลักพันมีเลข 2 อยู่จึงอ่านว่า สองพัน หลักร้อยมีเลข 0 อยู่ จึงไม่อ่าน หลักสิบมีเลข 4 อยู่ จึงอ่านว่า สิบ และหลักหน่วยมีเลข 7 อยู่จึงอ่านว่า เจ็ด อ่านรวมกันเป็น สองพันสี่สิบเจ็ด

การเขียนจำนวนเป็นตัวเลข

การเขียนจำนวนเป็นตัวเลขคือ การอ่านจำนวนแล้วเขียนค่าอ่านเป็นตัวเลข เช่น

โจทย์ 1,342 อ่านว่า

อ่านว่า 1 พัน 3 ร้อย 4 สิบ 2 หน่วย

เขียนเป็นตัวเลขคือ หนึ่งพันสามร้อยสี่สิบสอง

ค่าประจำหลัก

คือค่าที่แสดงถึงค่าตัวเลขของหลักนั้นๆ เช่น

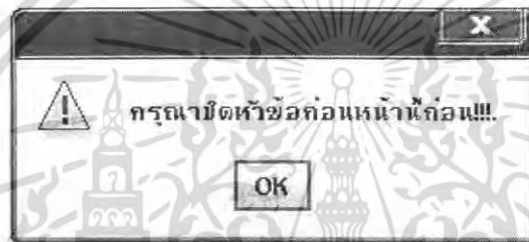
หลักหน่วยมีค่าประจำหลัก คือ 1

รูปที่ 4.15 ภาพหัวข้อการเรียนรู้ที่เลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.6 ผลการทดลองเมื่อทำการเลือกระดับทดสอบ ซึ่งยังไม่ได้ไประดับนั้นแล้วทำการเลือกเพิ่ม

การเลือกระดับทดสอบจะทำได้ครั้งละเพียงหนึ่งระดับเท่านั้น แต่ถ้าเป็นระดับการเรียนรู้สามารถเปิดได้หลายระดับพร้อมกัน ซึ่งถ้ายังทำการทดสอบระดับหนึ่งอยู่แล้วทำการเปิดอีกระดับเพิ่มจะมีคำว่า “กรุณาปิดหัวข้อก่อนหน้าก่อน” เพื่อให้ปิดระดับก่อนหน้าก่อนแล้วจึงทำการเลือกระดับทดสอบใหม่

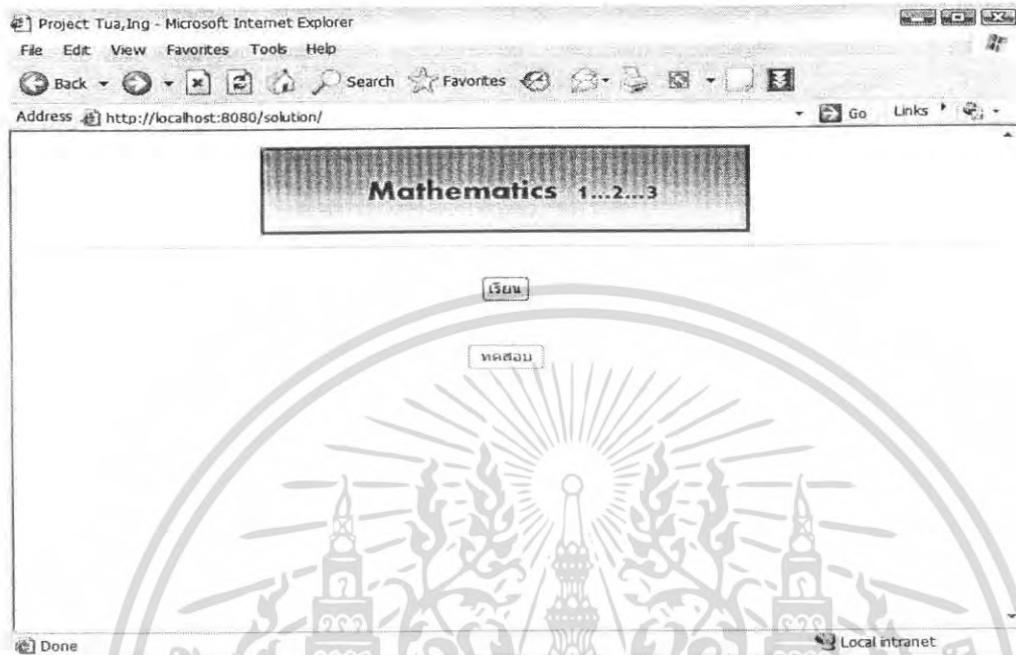


รูปที่ 4.16 ภาพผลการเลือกระดับการเรียนรู้เมื่อยังไม่ได้ไประดับทดสอบก่อนหน้า

4.2 ผลการทดลองการใช้งานสื่อการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ผ่านการใช้บริการออนไลน์

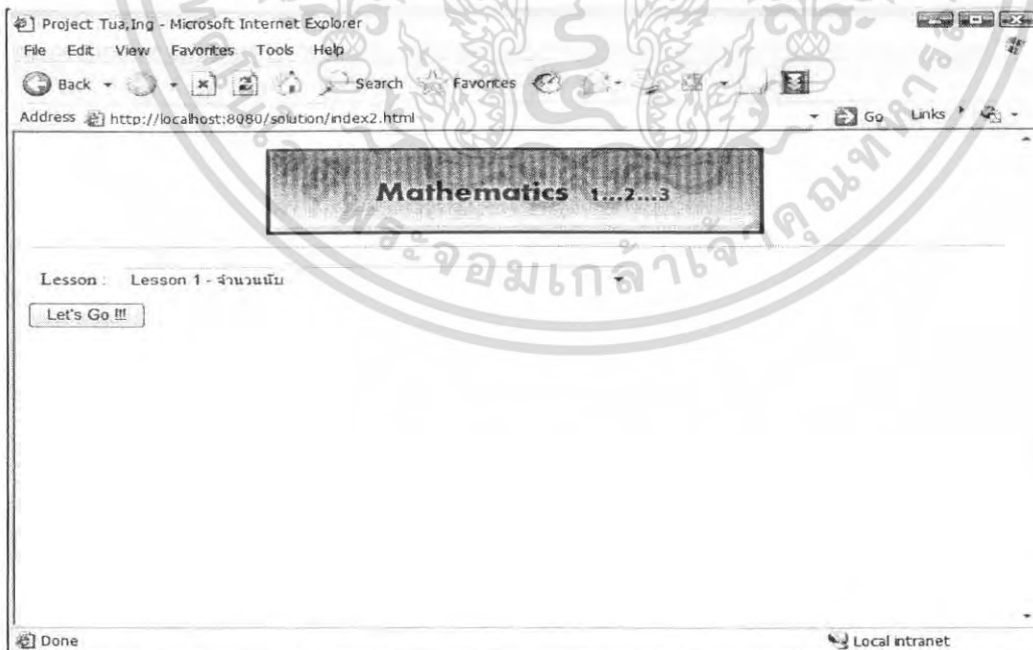
4.2.1 ผลการทดลองเมื่อเริ่มต้นใช้โปรแกรม

เมื่อผู้ใช้งานเข้าสู่หน้าต่างของสื่อการเรียนการสอน ผู้ใช้งานจะเห็นหมวดการเรียนรู้อยู่ 2 หมวด คือ หมวดการเรียนและหมวดการทดสอบ ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเลือกในหมวดที่ต้องการ



รูปที่ 4.17 ภาพหน้าหลักสื่อการเรียนการสอนแบบออนไลน์

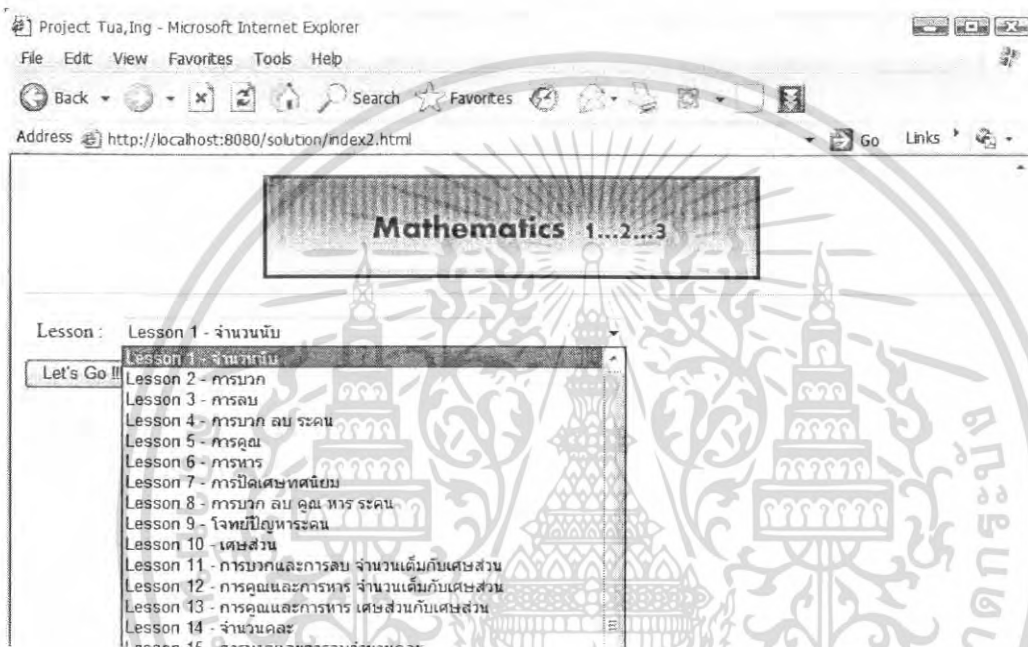
4.2.2 ผลการทดลองเมื่อเข้าสู่หมวดการเรียนรู้



รูปที่ 4.18 ภาพหน้าหลักสื่อการเรียนการสอนแบบออนไลน์ในหมวดการเรียนรู้

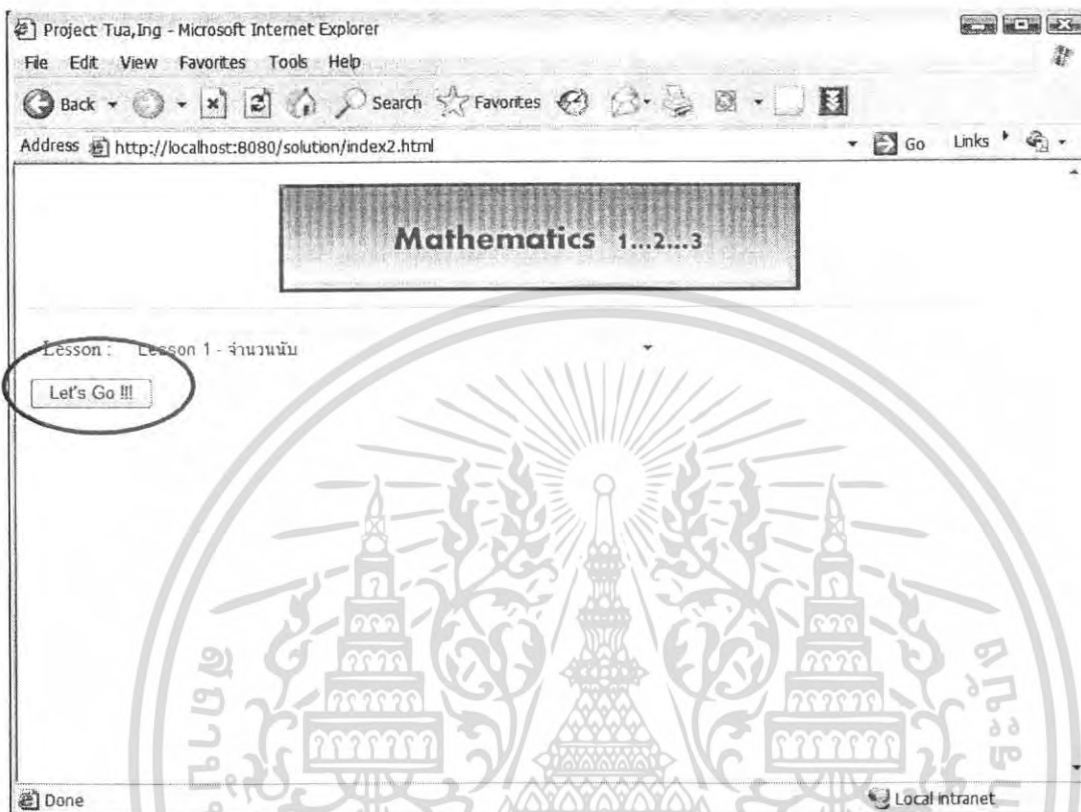
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้เรียนจะเห็นหน้าตาของหมวดการเรียนรู้ โดยจะมีช่องให้ผู้เรียนรู้เลือกหัวข้อการเรียนรู้ โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกหมวดการเรียนรู้ได้ โดยการคลิกลูกศรแสดงรายการ แล้วคลิกเลือกหัวข้อที่ต้องการ และคลิกปุ่ม “Let's Go !!!”



รูปที่ 4.19 ภาพการเลือกหัวข้อการเรียนรู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.20 ภาพการเลือกหัวข้อการเรียนรู้ (ต่อ)

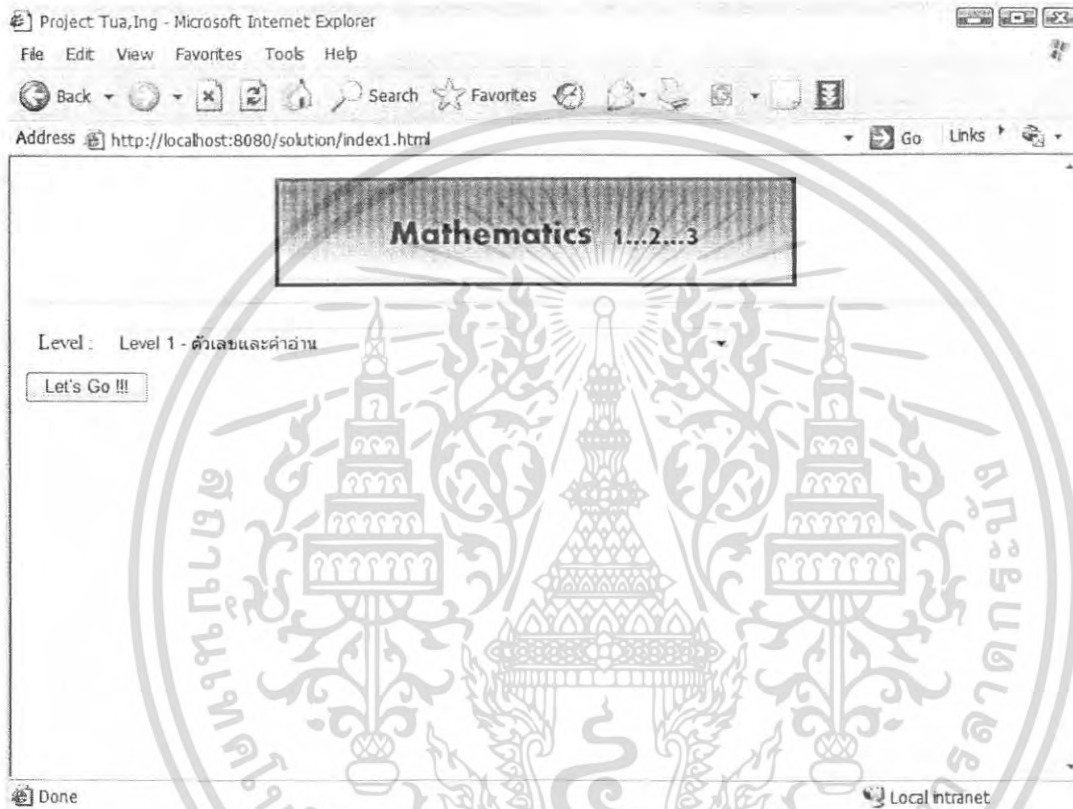
4.2.3 ผลการทดลองเมื่อเข้าสู่หน้าต่างเนื้อหาการเรียนรู้

เมื่อผู้ใช้งานทำการเลือกหัวข้อการเรียนรู้และเปิดขึ้นมา โปรแกรมก็จะแสดงเนื้อหา
ของหัวข้อที่ถูกเลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 ผลการทดลองเมื่อผู้ใช้งานเข้าสู่หมวดทดสอบ

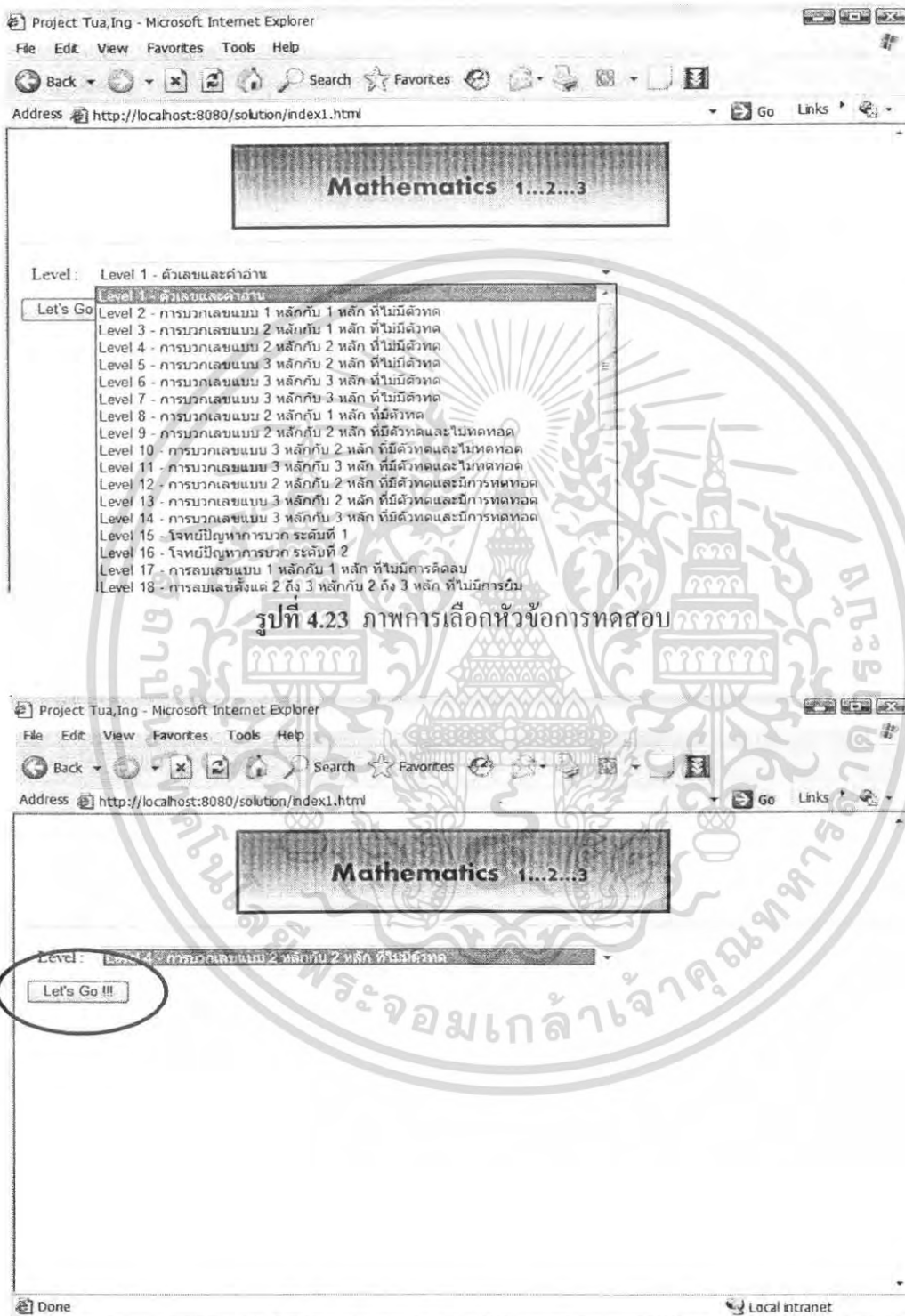
เมื่อผู้ใช้งานเข้าสู่หมวดทดสอบ หน้าต่างของหมวดทดสอบก็จะแสดงขึ้นมา



รูปที่ 4.22 ภาพหน้าหลักของสื่อการเรียนการสอนแบบออนไลน์หมวดทดสอบ

โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกหัวข้อการทดสอบได้โดยการคลิกลูกศร แล้วเลือกหัวข้อการทดสอบ และคลิกปุ่ม “ Let's Go !!! ”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

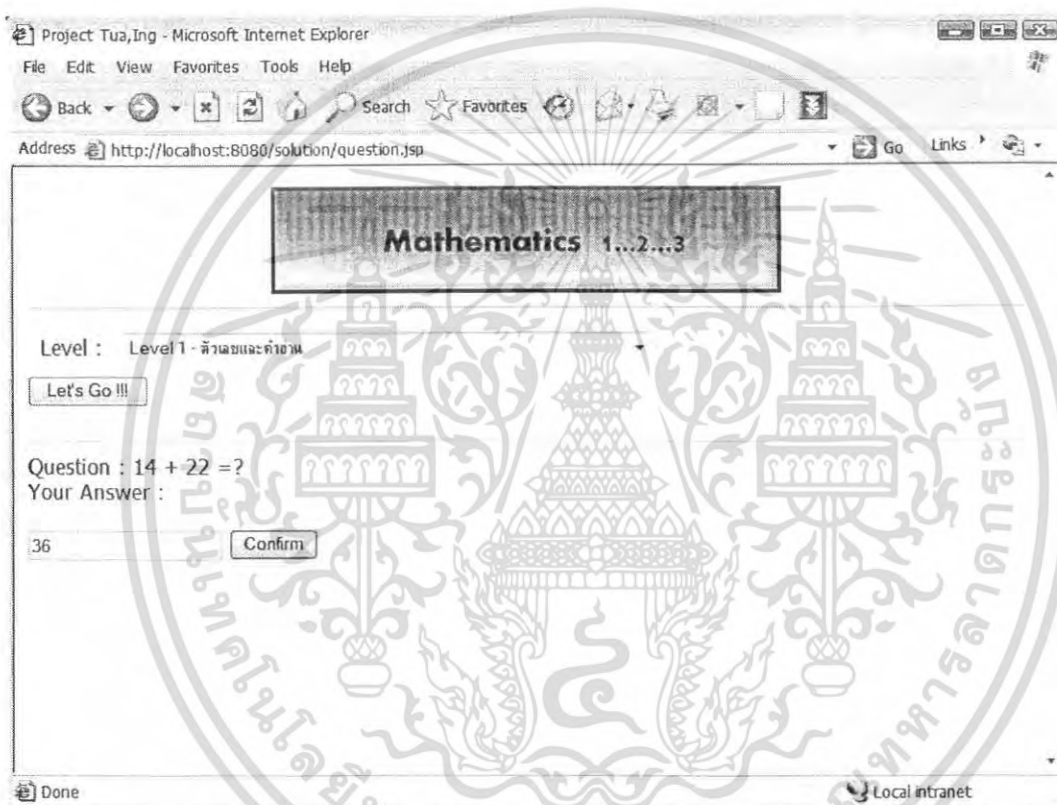


รูปที่ 4.24 ภาพการเลือกหัวข้อการทดสอบ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5 ผลการทดลองเมื่อผู้ใช้งานเลือกหัวข้อการเรียนรู้

เมื่อผู้ใช้งานทำการเลือกหัวข้อการเรียนรู้แล้วเปิดขึ้นมา โปรแกรมก็จะแสดงหน้าต่างของส่วนแสดงคำถามขึ้นมา ซึ่งผู้ใช้งานสามารถทำการตอบคำถามลงในช่องคำตอบได้ทันทีแล้วคลิกปุ่ม “ Confirm ” เพื่อเป็นการยืนยันคำตอบ



รูปที่ 4.25 ภาพส่วนของคำถามและส่วนรับคำตอบ

4.2.6 ผลการทดลองเมื่อผู้ใช้งานตอบคำตอบ

โปรแกรมก็จะแสดงการตรวจคำตอบขึ้นมา โดยจะแสดงคำตอบของผู้ใช้งานและคำตอบที่ถูกต้องขึ้นมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุป

5.1 สรุปการพัฒนาโครงการ

การพัฒนาโครงการ “สื่อการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับชั้นประถมศึกษา” นั้นเป็นการสร้างสื่อการเรียนการสอนแบบใหม่ ที่มีความสามารถในการสร้างโจทย์ได้ด้วยความสามารถของโปรแกรมเองนั้นสามารถตอบสนองการเรียนรู้ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี โดยสื่อการเรียนการสอนดังกล่าวถูกสร้างและพัฒนาขึ้นมาบนพื้นฐานของทฤษฎีการเรียนรู้ จึงสามารถทำให้ผู้เรียนเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้อย่างเป็นระบบขั้นตอน

ในการสร้างสื่อการเรียนการสอนนี้ ได้นำภาษาโปรแกรมเชิงวัตถุมาใช้ และภาษาที่เลือกมาใช้ก็คือภาษาจาวา ซึ่งถือได้ว่าเป็นภาษาโปรแกรมเชิงวัตถุที่มีประสิทธิภาพเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากความสามารถของภาษานั้น มีประโยชน์ต่อการสร้างและพัฒนาโปรแกรมสื่อการเรียนการสอนนี้เป็นอย่างมาก จึงทำให้สามารถสร้างโปรแกรมนี้ได้อย่างสะดวกและง่ายต่อการพัฒนาต่อในอนาคต

จากการดำเนินการ โครงการดังกล่าว ทำให้ผู้จัดทำสามารถสร้างสื่อการเรียนการสอนได้สำเร็จ เพื่อจะสามารถนำไปใช้ในการสอนและพัฒนาผู้เรียน ให้เป็นผู้มีความรู้และทักษะทางด้านคณิตศาสตร์ ได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล ซึ่งถือว่าเป็นทักษะที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ที่สามารถก่อให้เกิดทักษะในการแก้ปัญหา และยังเป็นทักษะที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งในการดำเนินชีวิตประจำวันของทุกคน

5.2 ปัญหาที่เกิดในการพัฒนาโครงการ

ปัญหาในการดำเนินโครงการที่ผู้ดำเนินโครงการนั้นประสบ คือ ในการเขียนโปรแกรมผู้เขียนโปรแกรมจะต้องทำการเขียนโปรแกรมที่มีรูปแบบที่สามารถเข้าใจได้ง่าย จึงส่งผลให้โปรแกรมที่สร้างขึ้นมีขนาดใหญ่ เนื่องจากการประกาศตัวแปรจะต้องสามารถสื่อให้ผู้พัฒนาโปรแกรมผู้อื่นสามารถเข้าใจได้ด้วยว่า เป็นตัวแปรชนิดใดและเป็นตัวแปรที่ใช้ทำอะไร เช่น iUp เป็นตัวแปรชนิดจำนวนเต็ม (Integer) และใช้ในการเพิ่มค่า (Up) เป็นต้น ดังนั้นหากผู้เขียนโปรแกรมต้องการใช้งานตัวแปรชนิดใดชนิดหนึ่งจำนวน 5 ตัว ผู้เขียนโปรแกรมก็จะต้องทำการประกาศตัวแปร 5 ตัวตามเงื่อนไขดังกล่าว และถ้าผู้เขียนโปรแกรมทำการเขียนโปรแกรมย่อยส่วนอื่นและต้องการใช้ตัวแปร 5 ตัวแปรที่เป็นชนิด

เดียวกันกับโปรแกรมย่อยก่อนหน้าแต่ทำหน้าที่คนละอย่าง ผู้เขียนโปรแกรมก็จะต้องทำการประกาศตัวแปรใหม่ขึ้นมาให้ตรงตามเงื่อนไข จึงทำให้มีตัวแปรเกิดขึ้นในโปรแกรมเป็นจำนวนมาก

5.3 ข้อจำกัดของโครงการที่พัฒนา

โครงการที่ได้ดำเนินการมานั้นหากเราพิจารณาอย่างแท้จริงแล้ว การที่เราบอกว่าสมการหรือโจทย์ปัญหาที่โปรแกรมสามารถสร้างขึ้นมานั้นมีอยู่อย่างไม่จำกัด แต่ในความเป็นจริงแล้วหากเราพิจารณาตามหลักความน่าจะเป็น เราจะเห็นได้ว่าสมการและโจทย์ปัญหาคงกล่าวมีอยู่จำกัด อาทิเช่น หากเป็นโจทย์ในข้อที่เป็นเลขหนึ่งหลักบวกกับเลขหนึ่งหลักจะมีหรือไม่มีตัวทศก็ได้ โปรแกรมจะสามารถสร้างโจทย์ได้ทั้งหมด 100 รูปแบบ เช่น $0+0$ $0+1$ $0+2$ ไปจนถึง $9+9$ ดังนั้นในการสร้างสมการของโปรแกรมจึงอาจจะเกิดการซ้ำได้ แต่ถือว่ามีความน่าจะเป็นที่จะเกิดการซ้ำที่ค่อนข้างน้อยมาก

5.4 แนวทางในการพัฒนาต่อ

จากสื่อการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์สำหรับระดับชั้นประถมศึกษาที่สร้างขึ้นมานั้น เราอาจมีการนำไปพัฒนาต่อได้อย่างมากมาย เช่น เราสามารถที่จะพัฒนาโปรแกรมนี้สำหรับระดับชั้นต่าง ๆ ที่สูงขึ้นไป หรือพัฒนาไปเป็นวิชาอื่น ๆ ได้ เช่น วิชาภาษาอังกฤษ ซึ่งเป็นการพัฒนาในรูปแบบเดียวกับความสามารถในการสร้างโจทย์ปัญหาของโปรแกรมนี้ เป็นต้น หรือทำการพัฒนาโปรแกรมนี้ให้สามารถทำงานได้บนอุปกรณ์สื่อสารเพื่อผู้ใช้งานสามารถเสริมสร้างทักษะของตนเองได้ในทุก ๆ ที่ และที่สำคัญยิ่งไปกว่านั้นเรายังสามารถที่จะพัฒนาโปรแกรมสื่อการเรียนการสอนสำหรับคนพิการ จากโครงการดังกล่าว เช่น สื่อการเรียนการสอนสำหรับคนตาบอด ซึ่งเราอาจจะเพิ่มความสามารถในการอ่านออกเสียงโจทย์ของโปรแกรม และเพิ่มในส่วนของตัวรับข้อมูลคำตอบ (คีย์บอร์ด) ให้มีอักษรเบรลล์ (Braille) เป็นต้น

บรรณานุกรม

- [1] โกวิท วรพิพัฒน์, <http://www.kanid.com/article017-1.html>
- [2] Kennedy and Tipps, <http://www.kanid.com/article017-1.html>
- [3] โบเวอร์ และ อัลการ์ดี, <http://www.suphet.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=110814&Ntype=2>
- [4] ทิศนา เขมณี, <http://www.suphet.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=110814&Ntype=2>
- [5] พรชัย, <http://www.thaiedresearch.org/result/result.php?id=5634>
- [6] สุลัดดา, http://www.thapra.lib.su.ac.th/objects/thesis/fulltext/snamcn/Panchit_Wacharangsee
- [7] Billstein, Libeskind and Lott, <http://www.kanid.com/article017-7.html>, 2533
- [8] Hatfield, Edwards and Bitter, <http://www.kanid.com/article017-7.html>, 2536
- [9] Kennedy and Tipps, <http://www.kanid.com/article017-7.html>, 2537
- [10] Musser and Burger, <http://www.kanid.com/article017-7.html>
- [11] สมาคมผู้สอนคณิตศาสตร์ ในสหรัฐอเมริกา(NCTM), <http://www.kanid.com/article017-8.html>
- [12] <http://learners.in.th/blog/innotech/30784>
- [13] <http://www.perlphpasp.com/class/indexo.html>
- [14] <http://www.kanid.com/article017.php>
- [15] <http://www.suphet.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=110814&Ntype=2>
- [16] อรพิน ประวัติกวีสิทธิ์, คู่มือ เขียนโปรแกรมด้วยภาษาจาวา, โปรวิชั่น, กรุงเทพฯ.
- [17] โรงเรียนสยามคอมพิวเตอร์และภาษา, **JAVA Programming**, โรงเรียนสยามคอมพิวเตอร์และภาษา, กรุงเทพฯ, 2546.
- [18] สาธิต ชัยวิวัฒน์ตระกูล, **เก่ง JSP ให้ครบสูตร**, สำนักพิมพ์วิดีทัศน์, กรุงเทพฯ, 2545.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้