

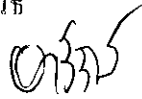
การสร้างบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

สุลาขมาน บากา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
พฤษภาคม 2558
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

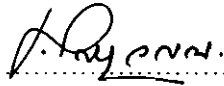
คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ สุธายमान บากา ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

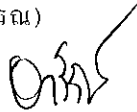


..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อารีรักษ์ ชัยวร)


คณะกรรมการสอบควบคุมวิทยานิพนธ์



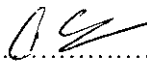
..... ประธาน
(ดร.ร.ชง พวงสุวรรณ)



..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อารีรักษ์ ชัยวร)



..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาธิตี เลิศประไพ)

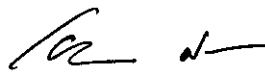


..... กรรมการ
(ดร.วนิดา พงษ์ศักดิ์ชาติ)



..... กรรมการ
(ดร.รักพร ดอกจันทร์)

คณะวิทยาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยบูรพา



..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกรัฐ ศรีสุข)

วันที่ 29 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2558

การวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์
จากโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ สกว.
โดย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สสวท.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อารีรักษ์ ชัยวร อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณ ดร.อลิสรา ชมชื่น อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาฟีฟี ลาเต๊ะ อาจารย์ประจำภาควิชาประเมินผลและวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี นางสุวิมล โมอำหมัด ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนเดชะปัตตนยานุกูล ที่กรุณาให้ความรู้ ให้คำปรึกษา ตรวจสอบแก้ไขและวิจารณ์ผลงาน ทำให้ผลงานมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังได้รับความอนุเคราะห์จากผู้อำนวยการ โรงเรียนเดชะปัตตนยานุกูล ที่อนุเคราะห์ให้ผู้วิจัยได้ทดลองหาคุณภาพของแบบทดสอบและผู้อำนวยการ โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดปัตตานี ตลอดจนเพื่อนครูและนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย ทำให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดี

เนื่องจากการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์ จากโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) โดย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ผู้วิจัยจึงขอขอบคุณ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่ น้อง ภรรยาและลูก ทุกคน ที่ให้กำลังใจและสนับสนุน ผู้วิจัยเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูแก่บิดาแม่ บุพการี บุรพจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษา และประสบความสำเร็จมาจนตราบเท่าทุกวันนี้

สุลาيمان บากา

54990020: สาขาวิชา: คณิตศาสตร์ศึกษา; วท.ม. (คณิตศาสตร์ศึกษา)

คำสำคัญ: บทเรียน โปรแกรม/ การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

สุลาيمان บากา: การสร้างบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (THE CONSTRUCTION OF MATHEMATICS PROGRAMMED INSTRUCTION ON ELEMENTARY DATA ANALYSIS FOR MATHAYOMSUKSA SIX STUDENTS) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: อารีรักษ์ ชัยวร, วท.ด. 187 หน้า. ปี พ.ศ. 2558.

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 ศึกษาดัชนีประสิทธิผลของบทเรียน โปรแกรมและศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดปัตตานี โดยการเลือกแบบเจาะจง 1 ห้องเรียน จำนวน 37 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ บทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจ

ผลการวิจัยปรากฏว่า บทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น มีประสิทธิภาพของกระบวนการต่อประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_1/E_2) มีค่าเท่ากับ 78.02/76.20 มีค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.6485 และนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียน โปรแกรมดังกล่าวมีความพึงพอใจในการเรียนอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.28$, S.D. = 0.56)

54990020: MAJOR: MATHEMATICS EDUCATION; M.Sc. (MATHEMATICS
EDUCATION)

KEYWORDS: PROGRAMMED INSTRUCTION/ ELEMENTARY DATA ANALYSIS

SULAIMAN BAKA: THE CONSTRUCTION OF MATHEMATICS
PROGRAMMED INSTRUCTION ON ELEMENTARY DATA ANALYSIS FOR
MATHAYOMSUKSA SIX STUDENTS. ADVISORY COMMITTEE: AREERAK
CHAIWORN, Ph.D. 187 P. 2015.

This research aims to construct Mathematics programmed instruction on Elementary data analysis for mathayomsuksa six students under the efficient criterion of 70/70, study the effectiveness index (E.I.) of the Mathematics programmed instruction and study satisfactions of student studied with Mathematics programmed instruction. The sample were 37 students of mathayomsuksa six in the second semester of the 2014 academic year from Benjamarachutit Pattani School. They were selected through purposive sampling technique. The research instruments were Mathematics programmed instruction on Elementary data analysis, Learning achievement test, and Satisfactions a questionnaire.

The results of the research were found that the efficiency of the Mathematics programmed instruction on Elementary data analysis was founded at 78.02/76.20, the effectiveness index (E.I.) is 0.6485 and the satisfactions of student studied with Mathematics programmed instruction were at good level ($\bar{X} = 4.28$, S.D. = 0.56).

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	จ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
สมมติฐานของการวิจัย.....	5
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
ขอบเขตของการวิจัย.....	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
บทเรียนโปรแกรม.....	9
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	29
ดัชนีประสิทธิผล	34
ความพึงพอใจ.....	35
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	41
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	44
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	44
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	45
การสร้างและการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	46
แบบแผนการทดลอง.....	54
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	55

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	55
การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ	56
สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	58
4 ผลการวิจัย.....	59
ลำดับขั้นในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	59
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	60
5 สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	67
สรุปผลการวิจัย.....	67
อภิปรายผล.....	68
ข้อเสนอแนะ.....	71
บรรณานุกรม.....	72
ภาคผนวก.....	76
ภาคผนวก ก.....	77
ภาคผนวก ข.....	79
ภาคผนวก ค.....	106
ภาคผนวก ง.....	112
ภาคผนวก จ.....	115
ภาคผนวก ฉ.....	118
ภาคผนวก ช.....	122
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	187

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1-1 ผลการทดสอบ O-NET ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดปัตตานี	3
2-1 เกณฑ์การพิจารณาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r).....	33
3-1 รายละเอียดของบทเรียน โปรแกรม เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น.....	46
3-2 ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้.....	47
3-3 จุดประสงค์การเรียนรู้.....	48
3-4 แบบแผนการทดลอง	54
4-1 ประสิทธิภาพของบทเรียน โปรแกรมจำแนกรายชุด ตามเกณฑ์ E_1	63
4-2 ประสิทธิภาพของบทเรียน ตามเกณฑ์ E_2	63
4-3 ดัชนีประสิทธิผลของบทเรียน โปรแกรม.....	64
4-4 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความพึงพอใจ	65
ข-1 ตารางวิเคราะห์หลักสูตร	80
ข-2 แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญ.....	82
ข-3 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) เป็นรายชื่อ ของแบบทดสอบ จำนวน 38 ข้อ.....	95
ข-4 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ จำนวน 36 ข้อ.....	97
ข-5 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	99
ข-6 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบหลังเรียนในแต่ละชุด.....	103
ค-1 ผลการประเมินบทเรียน โปรแกรม โดยผู้เชี่ยวชาญ.....	107
ค-2 ประสิทธิภาพของบทเรียน โปรแกรม จากการทดสอบแบบเดี่ยว	108
ค-3 ประสิทธิภาพของบทเรียน โปรแกรม จากการทดสอบแบบกลุ่ม	109
ค-4 ประสิทธิภาพของบทเรียน โปรแกรม จากการทดสอบภาคสนามกับกลุ่มตัวอย่าง.....	110
ง-1 แบบประเมินแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยผู้เชี่ยวชาญ.....	113
ง-2 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบถามความพึงพอใจ.....	114
จ-1 ค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของบทเรียน โปรแกรม	116

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1-1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	5
2-1 บทเรียนโปรแกรมแบบเส้นตรง.....	12
2-2 บทเรียนโปรแกรมแบบแตกสาขา.....	12
2-3 การแตกสาขาลักษณะ Remedial Loop	13
2-4 การแตกสาขาลักษณะ Secondary tracks	13
2-5 การแตกสาขาลักษณะ Gate frame	14

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยเหตุผล กระบวนการคิด และการแก้ปัญหา ช่วยเสริมสร้างให้ผู้เรียนเป็นคนมีเหตุผล มีการคิดอย่างเป็นระบบ ตลอดจนมีทักษะการแก้ปัญหา ทำให้สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ซึ่งเป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ยิ่งกว่านั้นคณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือสำคัญในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตลอดจนศาสตร์อื่น ๆ ทำให้มีการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมากมาในปัจจุบัน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555) คณิตศาสตร์จึงเป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น สอดคล้องกับ สมวงษ์ แปลงประสพโชค (2551) ที่กล่าวว่า คณิตศาสตร์มีประโยชน์ต่อประเทศชาติอย่างยิ่งเพราะคณิตศาสตร์มิใช่เป็นเพียงราชินีของวิทยาศาสตร์ดังเช่นที่เกาส์นักคณิตศาสตร์ผู้ยิ่งใหญ่กล่าวไว้ในอดีตเท่านั้น คณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานของศาสตร์อีกหลายสาขา เช่น วิศวกรรมศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ เกษตรศาสตร์ ฯลฯ ประเทศชั้นนำของโลกให้ความสำคัญต่อคณิตศาสตร์อย่างยิ่ง บางประเทศพัฒนาเด็กจนสามารถมีเด็กเก่งคณิตศาสตร์ได้ถึงร้อยละ 40 เช่น สิงคโปร์ ได้ห้วน บางประเทศถ้าเห็นว่าคณิตศาสตร์ของประเทศตนแยกลงเพียงเล็กน้อยก็จะทุ่มเทให้ความสำคัญ เช่น สหรัฐอเมริกา สำหรับประเทศไทยได้มีพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติพุทธศักราช 2542 ได้ให้ความสำคัญกับแนวทางในการจัดกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ให้ผู้เรียนฝึกฝนทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์และการประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ปัญหา และเรียนรู้จากสถานการณ์จริงสำหรับให้สถานศึกษาดำเนินการเป็นการเฉพาะ โดยกำหนดไว้ในหมวดที่ 2 ว่าด้วยการจัดกระบวนการเรียนรู้ เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายของการศึกษาแห่งชาติและเพื่อให้เยาวชนไทยทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างเต็มศักยภาพ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดจุดมุ่งหมายสำคัญประการหนึ่ง คือให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยีและมีทักษะชีวิต และได้กำหนดหลักการให้ทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาค มีคุณภาพและที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ จะเห็นได้ว่าการจัดกระบวนการเรียนรู้นั้นจะต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลและเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

แต่ปัจจุบันการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร เห็นได้จาก ผลการประเมินการทดสอบขั้นพื้นฐานระดับชาติของสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (สทศ.) พบว่าในช่วงที่ผ่านมานักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทำคะแนนในสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ อยู่ในระดับที่ไม่น่าพอใจ กล่าวคือ ปีการศึกษา 2554 และปีการศึกษา 2555 มีค่าเฉลี่ยระดับประเทศ 22.73 และปีการศึกษา 2556 มีค่าเฉลี่ยระดับประเทศ 20.48 ซึ่งมีค่าลดลง นอกจากนี้ผลการวิจัยของ สมวงษ์ แปลงประสพโชค, สมเดช บุญประจักษ์ และจรรยา ภูอุดม (2551) ได้ทำการวิจัยสำรวจ สาเหตุเด็กไทยอ่อนคณิตศาสตร์พบว่ามีสาเหตุที่อยู่หลายประการ เช่น เกิดจากนักเรียน ไม่ชอบคิด ไม่ชอบแก้ปัญหา ขาดการฝึกฝนและทบทวนด้วยตนเองอย่างสม่ำเสมอ สื่อการสอนและเครื่อง อำนวยความสะดวกสอนไม่เพียงพอ ครูไม่อดทนที่จะอธิบายให้เด็กเข้าใจ ครูไม่ใช้สื่อการสอนเพื่อช่วยให้ เด็กเข้าใจ เป็นต้น ปัญหาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่กล่าวมานี้ และรวมไปถึงปัญหาที่นักเรียน ไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ไม่ชอบคณิตศาสตร์ จึงเป็นปัญหาที่จำเป็นต้องได้รับการแก้ไขจากทุกฝ่ายที่มีส่วนเกี่ยวข้อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งจาก ครูผู้สอนที่รับผิดชอบในการจัดการเรียนการสอนและอยู่ใกล้ชิดกับนักเรียน เพราะเป็นผู้ที่มีโอกาส ในการแก้ปัญหาดังกล่าวได้ดีที่สุด เริ่มตั้งแต่การสร้างเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ การจัดการเรียน การสอนที่มีคุณภาพ และพร้อมที่จะช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหาในการเรียนด้วยความเอาใจใส่ดูแล โดยคำนึงถึงความแตกต่างในความถนัดและความสามารถของนักเรียนเป็นรายบุคคล (สถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554) ปัญหาที่สำคัญประการหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับ ครูผู้สอนและการจัดการเรียนการสอนโดยตรง ได้แก่ ปัญหาการขาดสื่อการสอนและเครื่อง อำนวยความสะดวก ที่สามารถตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน เป็นปัญหาที่ควรได้รับการ แก้ไขเป็นอย่างยิ่งโดยครูผู้สอน เนื่องจากสื่อการสอนที่มีประสิทธิภาพนั้น มีความสำคัญอยู่หลาย ประการ เช่น ให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างเป็นขั้นตอน เป็นระบบที่ต่อเนื่องกัน นักเรียนเข้าใจบทเรียน ได้ดีขึ้น ช่วยลดเวลาในการเรียนรู้ สามารถเป็นแหล่งเรียนรู้ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองตาม ความสามารถในการเรียนรู้ ช่วยตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ช่วยเพิ่มช่องทางในการ เรียนรู้ และเป็นช่องทางให้ครูและนักเรียนได้นำเสนอแนวคิดของตนเองผ่านสื่อให้ผู้อื่นเข้าใจ ได้ เป็นต้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554) สอดคล้องกับผลการสำรวจ ของสมวงษ์ แปลงประสพโชค และคณะ (2551) ที่ได้สำรวจในหัวข้อทำอย่างไรให้เด็กไทยเก่ง คณิตศาสตร์ กับนักเรียนที่เข้าสอบแข่งขันชิงแชมป์การคิดและแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จำนวน 1,811 คน ผู้ตอบแบบสอบถามให้เห็นว่าสื่อการสอนและเครื่องอำนวยความสะดวกต้องมีพอเพียง เป็นปัจจัย หนึ่งที่จะช่วยให้เด็กไทยเก่งคณิตศาสตร์ได้

ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดปัตตานี อำเภอเมืองปัตตานี จังหวัดปัตตานี ได้ศึกษาปัญหาจากการปฏิบัติงานพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่เป็นที่น่าพอใจ จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดปัตตานีเปรียบเทียบกับ 3 ปีการศึกษา (สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 15, 2557) ดังนี้

ตารางที่ 1-1 ผลการทดสอบ O-NET ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดปัตตานี

ปีการศึกษา	คะแนนเฉลี่ย	เพิ่มขึ้น (+)/ ลดลง (-)
2554	19.59	
2555	20.60	+1.01
2556	16.70	-3.9

จากตารางที่ 1-1 จะเห็นได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดปัตตานี มีผลการทดสอบสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) อยู่ในระดับต่ำและมีค่าเฉลี่ยลดลงในการศึกษา 2556 จึงจำเป็นต้องหาแนวทางแก้ปัญหาให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นต่อไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งเรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ซึ่งเป็นเนื้อหาที่มีความสำคัญอย่างมาก เป็นเครื่องมือสำคัญและมีความจำเป็นในการศึกษาวิจัยเกือบทุกศาสตร์ โดยเฉพาะศาสตร์ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับตัวเลขหรือข้อมูล เริ่มตั้งแต่การดำเนินชีวิต การเรียนต่อในระดับที่สูงขึ้นไปจนถึงการปฏิบัติงานในอนาคตของนักเรียน จากประสบการณ์ของผู้วิจัยและจากการสอบถามครูผู้สอนในระดับชั้นเดียวกัน พบว่าการจัดการเรียนการสอนเรื่องดังกล่าวหากใช้วิธีการสอนแบบบรรยาย อธิบาย หรือใช้หนังสือแบบเรียนเพียงอย่างเดียวจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจได้ยาก เนื่องจากเป็นเรื่องที่มีเนื้อหา ข้อมูล สูตรและรายละเอียดต่าง ๆ ค่อนข้างมาก และขาดการใช้สื่อประกอบการเรียนการสอนที่สามารถสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้วิจัยจึงพยายามคิดค้นนวัตกรรมและสื่อการสอนที่มีประสิทธิภาพที่จะสื่อกลางในการเรียนการสอน ช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดได้ ทั้งการเรียนในชั้นเรียนและขณะเดียวกันสามารถให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาได้ด้วยตนเองเมื่ออยู่บ้านหรือนอกห้องเรียน โดยคำนึงถึงความรู้ความสามารถที่แตกต่างกันของผู้เรียน เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนนั้นสอดคล้องกับหลักการจัดการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ ที่ได้เน้นเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล การจัดการกระบวนการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองโดยครูเป็นเพียงผู้แนะนำ

ด้วยวิธีการต่าง ๆ เป็นการให้นักเรียนได้รับประสบการณ์และการเรียนรู้จากการกระทำกิจกรรม การเรียนเป็นรายบุคคลตามความสามารถ จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัด การเรียนการสอนโดยใช้บทเรียน โปรแกรม ผู้วิจัยเห็นว่าบทเรียน โปรแกรมเป็นสื่อการเรียน การสอนหรือเครื่องมือทางการศึกษาที่มีประสิทธิภาพอย่างหนึ่ง เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการเรียน การสอนคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดีและเป็นสื่อการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนเป็น รายบุคคลตามความสามารถและศักยภาพของตนเอง โดยมีครูเป็นผู้วางแผนการจัดการเรียนรู้ กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้และการประเมินผลการเรียนรู้ มีการวิเคราะห์เนื้อหาและจัดแบ่ง เนื้อหาสาระออกเป็นส่วนย่อย ๆ ที่มีความต่อเนื่องเป็นลำดับขั้น สอดคล้องกับความสามารถของ ผู้เรียนและออกแบบให้ผู้เรียนได้มีโอกาสตรวจสอบผลการเรียนรู้ของตนเองเพื่อให้เกิดแรงจูงใจ ในการเรียน (ทิสนา แคมมณี, 2555) สอดคล้องกับประศักดิ์ หอมสนิท (2551) ที่ได้นำเสนอวิธี การสอนโดยใช้บทเรียน โปรแกรมเป็นการสอนรายบุคคลที่ยึดสื่อการสอนเป็นหลักและสอดคล้อง กับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554) ที่กล่าวว่า บทเรียน โปรแกรมเป็น สื่อสิ่งพิมพ์ที่เหมาะสมกับการให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองหรือเพื่อใช้ทบทวนบทเรียนที่นักเรียน ยังขาดความรู้ความเข้าใจอย่างถ่องแท้ การนำบทเรียน โปรแกรมมาใช้จะเป็นการช่วยสนองความ แตกต่างระหว่างบุคคลได้เป็นอย่างดี (สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2552) เนื่องจากบทเรียน โปรแกรมเป็นบทเรียนที่นำเนื้อหาสาระที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแตกเป็นหน่วยย่อย เพื่อให้ง่ายต่อ การเรียนรู้ของผู้เรียน จะเริ่มต้นจากเนื้อหาอย่างง่าย และค่อย ๆ เพิ่มยากขึ้นตามลำดับ ผู้เรียนจะได้ เรียนรู้ตามความสามารถและพื้นฐานของตนเอง ซึ่งอาจใช้เวลาในการเรียนรู้แตกต่างกันไปในแต่ละ บุคคลและสามารถตรวจสอบผลการเรียนรู้ได้ทันที นอกจากนี้แล้วผู้เรียนยังสามารถใช้ศึกษาได้ด้วย ตนเองนอกเวลาเรียนได้ แต่ในปัจจุบันบทเรียน โปรแกรมที่ผลิตสมบูรณ์มียังไม่มากนักและไม่ตรง ตามความต้องการของครูผู้สอนเอง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องสร้างบทเรียน โปรแกรมขึ้นใช้เอง เพื่อจะ ได้ตอบสนองต่อความต้องการเฉพาะเรื่องของตน (ทิสนา แคมมณี, 2555)

ด้วยหลักการและเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะสร้างบทเรียน โปรแกรม วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อใช้ ประกอบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งสนใจที่จะศึกษาว่าบทเรียน โปรแกรมที่สร้างขึ้นจะมี ประสิทธิภาพ มีค่าดัชนีประสิทธิผล ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ และนักเรียนมีความพึงพอใจใน การเรียนอยู่ในระดับใด

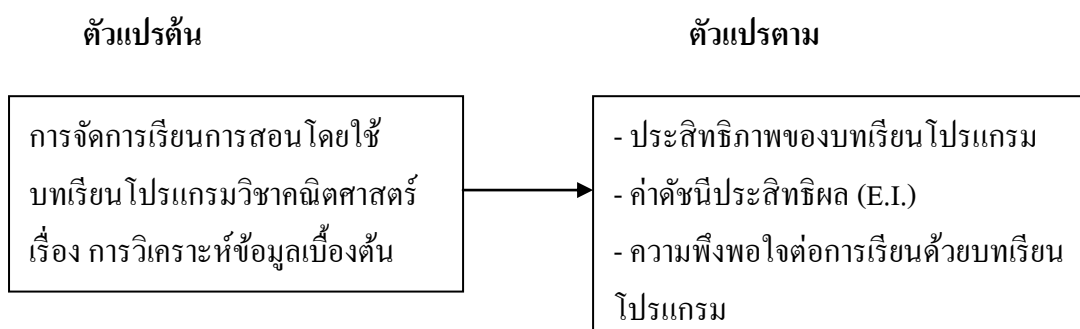
วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. สร้างบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์
2. ศึกษาดัชนีประสิทธิผลของบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
3. ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

สมมติฐานการวิจัย

1. บทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70
2. ค่าดัชนีประสิทธิผลของบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สูงกว่า 0.50
3. นักเรียนที่เรียน โดยใช้บทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น มีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรมในระดับมาก

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้บทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 และมีค่าดัชนีประสิทธิผลสูงกว่า 0.50 เพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอน
2. บทเรียน โปรแกรมที่สร้างขึ้นสามารถเป็นสื่อ หรือ อุปกรณ์อำนวยความสะดวกให้นักเรียนนำไปศึกษาด้วยตนเองเพื่อแก้ปัญหาการเรียนซ้ำได้
3. เป็นแนวทางในการสร้างบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ในเรื่องอื่น ๆ
4. ได้ทราบระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตในการวิจัยดังนี้

ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดปัตตานี ที่เรียนรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ตามหลักสูตรรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) จำนวน 5 ห้องเรียน นักเรียนทั้งสิ้น 197 คน ซึ่งนักเรียนแต่ละห้องเป็นแบบคละความสามารถของผู้เรียน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ของโรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดปัตตานี อำเภอเมืองปัตตานี จังหวัดปัตตานี 1 ห้องเรียน จำนวน 37 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เนื่องจากเป็นห้องเรียนที่ผู้วิจัยได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติการสอนและคละความสามารถของผู้เรียน ซึ่งสามารถใช้เป็นตัวแทนของนักเรียนที่เป็นประชากรได้

ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหา เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ตามหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมคณิตศาสตร์ เล่ม 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ซึ่งมีหัวข้อดังนี้

1. การหาค่ากลางของข้อมูล ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน ฐานนิยม และค่าเฉลี่ยเรขาคณิต ค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิก ข้อสังเกตและหลักเกณฑ์ในการใช้ค่ากลางชนิดต่าง ๆ

2. การวัดตำแหน่งที่ของข้อมูล ประกอบด้วย การวัดตำแหน่งที่ของข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่และแจกแจงความถี่แล้ว โดยใช้ ควอร์ไทล์ เดซิอัลและเปอร์เซ็นไทล์

3. การวัดการกระจายของข้อมูล ประกอบด้วย พีสัย ส่วนเบี่ยงเบนควอร์ไทล์ ส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวัดการกระจายสัมพัทธ์ของข้อมูล

ขอบเขตด้านระยะเวลา

ระยะเวลา ผู้วิจัยได้ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ใช้เวลาในการทดลองทั้งสิ้น 22 คาบ เป็นเวลา 6 สัปดาห์ โดยมีการทดสอบก่อนเรียน 1 คาบ จัดการเรียนการสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมจำนวน 20 คาบ และทดสอบหลังเรียน 1 คาบ

ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนการสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ตัวแปรตาม คือ

1. ประสิทธิภาพของบทเรียน โปรแกรม เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

2. ค่าดัชนีประสิทธิผลของบทเรียน โปรแกรม เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

3. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรม เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **บทเรียนโปรแกรม** หมายถึง บทเรียนที่ใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเองไปตามความสามารถของตน หรือใช้ประกอบการสอน โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็นส่วนย่อย เรียกว่า กรอบ เรียงลำดับจากง่ายไปหายาก มีการตั้งคำถามให้ผู้เรียนประเมินผลตนเอง และสามารถทราบผลทันทีว่าถูกหรือผิด

2. **บทเรียนโปรแกรม เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น** หมายถึง บทเรียนโปรแกรม ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นบทเรียน โปรแกรมแบบเส้นตรง ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 ตอน รวมทั้งสิ้น 9 ชุด มีลักษณะเป็นเล่มหนังสือ โดยผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองหรือเรียนรู้จากการเรียนการสอนในห้องเรียน

3. ประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรม หมายถึง ความสามารถในการทำคะแนนจากการทดสอบหลังเรียนของบทเรียน โปรแกรมแต่ละชุด และจากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ตามเกณฑ์ 70/70

70 ตัวแรก หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนในบทเรียน โปรแกรมแต่ละชุด

70 ตัวหลัง หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดที่ได้จากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

5. ค่าดัชนีประสิทธิผลของบทเรียนโปรแกรม หมายถึง ค่าเปรียบเทียบสัดส่วนคะแนนเฉลี่ยความก้าวหน้าในการเรียนรู้จากพื้นฐานความรู้เดิมที่มีอยู่แล้ว หลังจากที่ได้เรียนด้วยบทเรียน โปรแกรมเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

6. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนโปรแกรม หมายถึง ความรู้สึกชอบหรือไม่ชอบของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ด้วยบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ซึ่งนักเรียนประเมินออกมาในรูปแบบความรู้สึกพึงพอใจ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย หรือน้อยที่สุด โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และเอกสารที่เกี่ยวข้อง ในการสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ดังนี้

1. บทเรียนโปรแกรม
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. ดัชนีประสิทธิผล
4. ความพึงพอใจ
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. บทเรียนโปรแกรม

1.1 ความหมายของบทเรียนโปรแกรม

บทเรียนโปรแกรม หรือ บทเรียนสำเร็จรูป จะมีชื่อเรียกในภาษาอังกฤษแตกต่างกันไปหลายชื่อ เป็นต้นว่า Programmed Instruction, Auto-Instruction, Automated Instruction, Auto-Instruction Programming, Self – Teaching และ Self Instruction Program (ธานี เกสทอง, 2544) ไม่ว่าจะชื่ออย่างไร แต่ลักษณะโดยทั่วไปแล้วจะคล้ายคลึงกัน กล่าวคือ เป็นสื่อที่สร้างขึ้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง บทเรียนจะนำเสนอเนื้อหาสาระทีละขั้นตอนย่อย ๆ ที่มีความต่อเนื่องกันไปตามลำดับ ซึ่งเรียกว่ากรอบ (Frame) แต่ละกรอบบรรจุคำอธิบายและคำถามที่ต่อเนื่องกันไป เริ่มจากระดับที่ง่ายมากแล้วยากขึ้นตามลำดับ โดยที่คำถามอาจจะเป็นลักษณะให้เติมคำ ถูกผิด หรือเลือกตอบก็ได้ เมื่อผู้เรียนหาคำตอบได้แล้ว สามารถตรวจสอบคำตอบได้ทันทีว่าถูกหรือผิด เมื่อเรียนจบบทเรียน ผู้เรียนสามารถประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองได้ทันที โดยที่ผู้เรียนสามารถศึกษาบทเรียนโดยใช้เวลาตามความสามารถหรือความต้องการของตนได้ (ทิสนา แวมมณี, 2555) ได้มีผู้ให้ความหมายของบทเรียน โปรแกรมไว้หลายท่านด้วยกัน ดังต่อไปนี้

ประศักดิ์ หอมสนิท (2551, หน้า 228) ได้ให้ความหมายของบทเรียน โปรแกรม หมายถึง บทเรียนที่สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนเรียนด้วยตนเอง และก้าวหน้าไปตามความสามารถของตนเอง โดยผู้เรียนจะเรียนเนื้อหาที่แบ่งออกเป็นส่วนย่อย ๆ เป็นขั้น ๆ จากง่ายไปหายาก ผู้เรียนจะต้องตอบ

คำถามเพื่อเป็นการประเมินผลการเรียนรู้ ผู้เรียนจะทราบด้วยตนเองว่าตอบถูกหรือผิด เมื่อจบบทเรียนแล้วผู้เรียนจะบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

ทิสนา แคมมณี (2555, หน้า 378) กล่าวว่าบทเรียนโปรแกรมเป็นบทเรียนที่นำเนื้อหาสาระที่จะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามหน่วยย่อย (Small steps) เพื่อให้ง่ายแก่ผู้เรียนในการเรียนรู้ และนำเสนอแก่ผู้เรียนในลักษณะที่ให้ผู้เรียนสามารถตอบสนองสิ่งที่เรียน และตรวจสอบผลการเรียนรู้ของตนเองได้ทันที (Immediately feedback) ว่าผิดหรือถูก ผู้เรียนสามารถใช้เวลาในการเรียนรู้ได้มากขึ้นตามความสามารถ และสามารถตรวจสอบผลการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง เพื่อบทเรียนจะมีแบบทดสอบก่อนการเรียน (Pre-test) และ แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) ไว้ให้พร้อม

อนุวัต คุณแก้ว (2555, หน้า 45) กล่าวว่า บทเรียนโปรแกรมเป็นเอกสารสำหรับให้นักเรียนเรียนด้วยตนเอง เป็นรายบุคคล หรือเป็นกลุ่ม เพื่อเสริมการเรียนในชั้นเรียน หรือนอกห้องเรียน เป็นการสนองความต้องการของนักเรียนที่เรียนเร็ว และใช้ซ่อมเสริมนักเรียนที่เรียนช้า หรือใช้เสริมเฉพาะจุดประสงค์ที่นักเรียนขาดความเข้าใจ

บุญชม ศรีสะอาด (2553, หน้า 92) กล่าวว่าบทเรียนโปรแกรม คือ สื่อการเรียนการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง จะเร็วหรือช้าตามความสามารถของผู้เรียน โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็นหลาย ๆ กรอบ แต่ละกรอบจะมีเนื้อหาที่เรียงเรียงไว้ มุ่งให้เกิดการเรียนรู้ตามลำดับ โดยมีส่วนที่ผู้เรียนต้องตอบด้วยการเขียนคำตอบ ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปเติมคำในช่องว่าง เลือกคำตอบ ฯลฯ และมีส่วนที่เป็นเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง

เกริก ท่วมกลาง และจินตนา ท่วมกลาง (2555, หน้า 20) ได้กล่าวว่าบทเรียน โปรแกรมคือบทเรียนที่ผู้สอนสร้างขึ้นให้มีองค์ประกอบการเรียนรู้สมบูรณ์ เพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจของนักเรียนในเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยจัดเนื้อหาสาระสำหรับเรียนรู้เป็นเรื่องย่อย ๆ โดยเรียงจากง่ายไปหายาก ตามลำดับ เพื่อให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้ โดยเริ่มการเรียนรู้จากการทดสอบก่อนเรียน ศึกษาทีละเรื่อง ทำกิจกรรมทบทวนความรู้และตรวจคำตอบทีละเรื่องจนจบและทดสอบความรู้หลังเรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบพัฒนาการในการเรียนรู้ในแต่ละครั้งที่เรียน

กล่าวโดยสรุปได้ว่าบทเรียน โปรแกรม เป็นสื่อการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเองไปตามความสามารถของตน หรือใช้ประกอบการสอน โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ เรียกว่า กรอบ เรียงลำดับจากง่ายไปหายาก มีการตั้งคำถามให้ผู้เรียนประเมินผลตนเอง และสามารถทราบผลทันทีว่าถูกหรือผิด

1.2 ลักษณะของของบทเรียนโปรแกรม

เกริก ท่วมกลาง และจินตนา ท่วมกลาง (2555, หน้า 21-22) ได้กล่าวถึงลักษณะของบทเรียนโปรแกรม เป็นการออกเพื่อนำเสนอเนื้อหาสาระหลักมาแบ่งเป็นเรื่องย่อย ๆ หรือเป็นกรอบ

แล้วศึกษาทีละกรอบ ทำกิจกรรมแรกจนถึงกรอบสุดท้าย มุ่งให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองโดยมีลักษณะ ดังนี้

1.2.1 เนื้อหาสาระหลัก เป็นเรื่องหรือสาระการเรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งที่ผู้สร้างบทเรียนโปรแกรมต้องการให้ผู้เรียนได้ศึกษา หรือต้องการพัฒนาให้ผู้เรียนได้มีความรู้ความเข้าใจ ซึ่งโดยทั่วไปกำหนดขึ้นโดยครูผู้สอน หรือกำหนดขึ้นตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของเรื่องที่ต้องการสร้างบทเรียนขึ้น

1.2.2 กรอบเนื้อหาย่อย โดยนำเนื้อหาสาระหลักมาแบ่งเป็นกรอบย่อย ๆ แล้วนำมาเรียงลำดับเนื้อหาสาระหรือตามความยากง่าย เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามพัฒนาการจากความรู้ในกรอบที่ 1 ส่งผลต่อการเรียนรู้ในกรอบต่อ ๆ ไป ทำให้ผู้เรียนได้ศึกษาทีละน้อย ได้รับความสนใจไปสู่ความรู้ใหม่ที่น่าสนใจ

1.2.3 ภายในกรอบแต่ละกรอบต้องมีการตอบสนองการเรียนรู้ นั่นคือ ภายในกรอบหนึ่ง ๆ ต้องมีการนำเสนอเนื้อหาสาระเพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษา แล้วทำกิจกรรมเพื่อให้เกิดความสนใจในเนื้อหาที่ศึกษา ซึ่งกิจกรรมประกอบด้วย เต็มคำในช่องว่าง จับคู่คำหรือข้อความ ทำเครื่องหมาย ถูกหรือผิดหรือเลือกตอบ ซึ่งในแต่ละกรอบก็จะมีกิจกรรมที่แตกต่างกันไป เพื่อให้ผู้เรียนสนุกกับกิจกรรมและทำทลายความสามารถในการเรียนรู้

1.2.4 ผู้เรียนได้รับการเสริมแรงจากการศึกษาและทำกิจกรรมโดยวิธีการที่หลากหลาย เช่น การตรวจคำตอบจากการทำกิจกรรมทำให้ทราบผลการเรียนรู้ของแต่ละกรอบได้ทันทีและสามารถแก้ไขในเรื่องกิจกรรมที่ตนไม่เข้าใจได้ทันที หรือเสริมแรงด้วยประโยคหรือข้อความสั้น ๆ เพื่อกระตุ้นให้กำลังใจในการเรียนรู้ในกรอบต่อไป

1.2.5 การเรียงลำดับเนื้อหาสาระหรือกรอบความรู้ต้องเรียงอย่างต่อเนื่องสัมพันธ์กัน จากต้นจนจบโดยเรียงจากง่ายไปหายาก เพื่อง่ายต่อการเรียนรู้และเข้าใจได้ในระยะเวลาอันสั้น ๆ มีผลให้ผู้เรียนสามารถตอบสนองได้ตรงและเริ่มต้นเรียนรู้อย่างมั่นใจ

1.2.6 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้วยตัวของผู้เรียนเองทุกขั้นตอน ตั้งแต่ศึกษาแต่ละกรอบเนื้อหาสาระ ทำกิจกรรม และตรวจคำตอบ

1.2.7 ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความสามารถ โดยผู้เรียนที่มีความสามารถสูงอาจใช้เวลา น้อย ผู้เรียนที่มีความสามารถต่ำต้องใช้เวลามาก แต่ผู้เรียนทุกคนสามารถเรียนรู้ได้เหมือนกันและบรรลุผลตามที่กำหนด

1.2.8 ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง สามารถเรียนรู้ได้ทุกเวลา ทั้งในห้องเรียน นอกห้องเรียน

1.2.9 ต้องมีจุดมุ่งหมายเฉพาะว่าบทเรียนโปรแกรมที่สร้างขึ้นต้องการให้ผู้เรียนบรรลุผลการเรียนรู้หรือประสิทธิภาพระดับใด

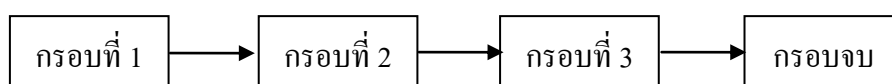
1.2.10 เน้นการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญในการศึกษาทำกิจกรรม ตรวจสอบผลการเรียนรู้และบันทึกผลการเรียนรู้

1.3 ประเภทของบทเรียนโปรแกรม

นักการศึกษาได้แบ่งประเภทของบทเรียนโปรแกรมไว้แตกต่างกัน ดังนี้

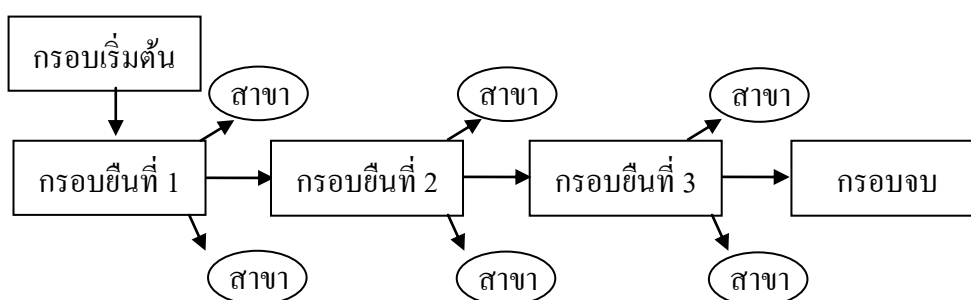
บุญเกื้อ คอรรหาเวช (2545, หน้า 46-49) ได้แบ่งประเภทของบทเรียนโปรแกรมออกเป็น 2 ชนิด ด้วยกันคือ

1. บทเรียนโปรแกรมแบบเชิงเส้นหรือแบบเส้นตรง บทเรียนนี้จะจัดลำดับเนื้อหาบรรจุลงในกรอบ ตามลำดับ จากกรอบที่ 1 กรอบที่ 2 กรอบที่ 3 ไปจนครบ ผู้เรียนจะต้องเรียนเรียงตามลำดับทีละกรอบต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ ตั้งแต่กรอบแรกจนถึงกรอบสุดท้าย จะข้ามกรอบใดกรอบหนึ่งไม่ได้แต่คนเก่งจะสามารถเรียนจบได้เร็วกว่าคนที่เรียนอ่อน บทเรียนแบบเชิงเส้นนี้ทำได้ง่าย แต่ละกรอบจะบรรจุเนื้อหาบ่อย ๆ ต่อเนื่องกันไปตามลำดับ



ภาพที่ 2-1 บทเรียนโปรแกรมแบบเส้นตรง

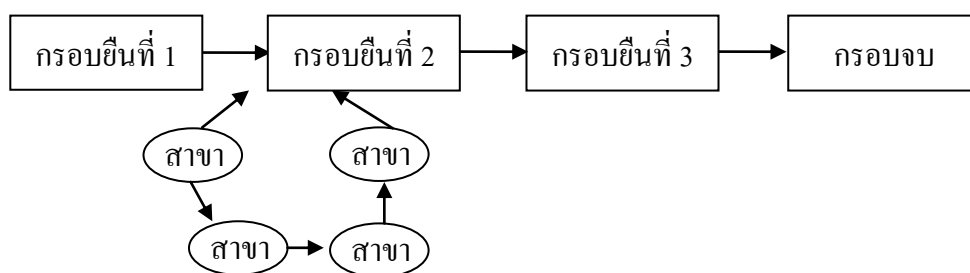
2. บทเรียนโปรแกรมแบบสาขา เป็นบทเรียนที่มีการจัดเนื้อหาเป็นกรอบ ๆ เช่นเดียวกับกับแบบเชิงเส้น แต่จะมีกรอบย่อย ๆ แยกออกจากกรอบหลักเป็นกรอบสาขา มีประโยชน์สำหรับให้ความรู้พื้นฐานเพิ่มเติมแก่ผู้เรียนที่ยังมีความรู้พื้นฐานไม่เพียงพอที่จะเรียนในกรอบถัดไป ผู้เรียนทุกคนไม่จำเป็นจะต้องเรียนทุกกรอบ คนเรียนเก่งอาจจะเรียนจบเร็วกว่าคนเรียนอ่อน เพราะไม่ต้องเสียเวลาแวะเรียนตามสาขาย่อย ๆ



ภาพที่ 2-2 บทเรียนโปรแกรมแบบแตกสาขา

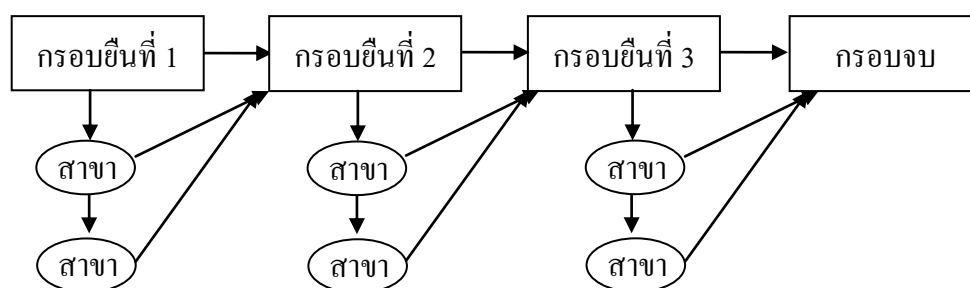
บทเรียน โปรแกรมแบบสาขาที่เป็นแบบเรียน จะไม่มีการจัดหน้าเรียงตามเนื้อเรื่องแบบหนังสือตำราทั่วไป ผู้เรียนต้องเปิดอ่านตามหน้าที่แบบเรียนกำหนดให้ ถ้าเป็นบทเรียน โปรแกรมที่ใช้กับเครื่องสอน ผู้เรียนจะถูกสั่งให้กดปุ่มต่าง ๆ ที่มีหลายปุ่ม เพื่อเลือกคำตอบที่ถูก เครื่องสอนจะมีการบังคับด้วยกลไกอัตโนมัติให้เลื่อนไปที่ละกรอบ อาจจะเป็นกรอบหลักหรือกรอบสาขาตามแต่ที่บทเรียนกำหนดเอาไว้ ผู้เรียนจะเห็นกรอบต่าง ๆ ปรากฏบนจอที่อยู่กับเครื่องนั้นและเครื่องก็จะทำหน้าที่นับจำนวนข้อที่ผิดและถูกให้ผู้เรียนทราบด้วย

บทเรียนแบบสาขานี้ จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้รายละเอียดแต่ละขั้นตอนได้เป็นอย่างดี แต่การสร้างค่อนข้างยากกว่าแบบแรก บทเรียนสาขาที่สร้างได้ดี จะสามารถช่วยผู้เรียนได้เป็นอย่างดี การสร้างบทเรียนแบบนี้วิธีการแตกสาขาได้หลายลักษณะด้วยกัน ได้แก่



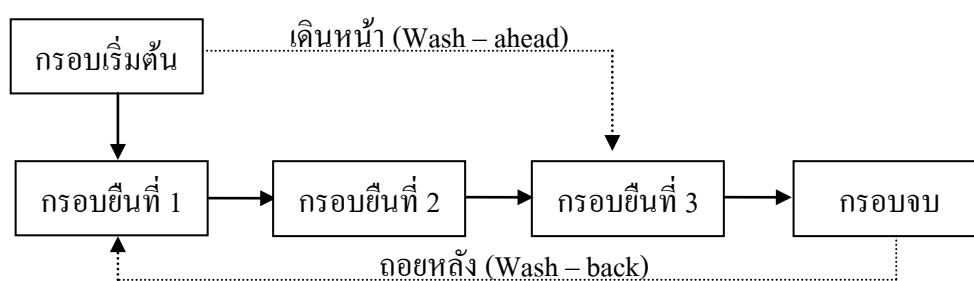
ภาพที่ 2-3 การแตกสาขาลักษณะ Remedial Loop

การแตกสาขา Remedial loop นี้ จะมีลักษณะเป็นบ่วงแตกสาขาไปแล้วจะวกกลับมาสู่กรอบเดิม แล้วจึงค่อยเรียนกรอบต่อไป จำนวนสาขาในบ่วงจะมีตั้งแต่ 2 สาขา ขึ้นไป



ภาพที่ 2-4 การแตกสาขาลักษณะ Secondary tracks

บทเรียนโปรแกรมแบบสาขาที่สร้างขึ้นในลักษณะ Secondary tracks นี้ผู้เรียนจะเรียนในกรอบชั้นที่ 1 แล้วตอบคำถาม ถ้าผ่านก็สามารถไปเรียนในกรอบที่ 2 ได้เลย แต่ถ้าตอบผิดจะต้องแวะไปเรียนในสาขาที่ 1 ก่อน ถ้าผ่านได้ก็ไปเรียนในกรอบชั้นที่ 2 แต่ถ้ายังตอบผิดอีกก็ต้องแวะไปเรียนกรอบสาขาที่ 2 ให้ผ่านก่อนเรียน เรียนในลักษณะนี้ไปเรื่อย ๆ จนจบ



ภาพที่ 2-5 การแตกสาขาลักษณะ Gate frame

การแตกสาขาในลักษณะ Gate frame นี้ เป็นการแตกสาขาข้ามกรอบชั้นหลาย ๆ กรอบ เมื่อเข้าใจกรอบเริ่มต้นแล้วและถ้าเกิดปัญหาไม่สามารถจะเรียนต่อไปนี้ได้ ก็จำเป็นต้องถอยหลังกลับมาเรียนในกรอบที่ 1 อีกครั้ง เพื่อเสริมสร้างความรู้ที่เป็นพื้นฐาน ทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนจบ

บทเรียนโปรแกรมนอกจากแบบเชิงเส้นและแบบสาขาแล้ว ยังอาจจะมีแบบอื่น ๆ ที่แตกย่อยออกไปได้อีก เช่น บทเรียนหรือตำราที่มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราชใช้อยู่ในปัจจุบันนี้เป็นบทเรียนโปรแกรมแบบไม่แยกกรอบ บทเรียนชนิดนี้จะเสนอเนื้อหาที่ละเอียดตามลำดับขั้น แต่ไม่อยู่ในลักษณะของกรอบเหมือนสองชนิดแรก เนื้อหาที่เสนอจะต่อเนื่องกัน เหมือนการเขียนบทความหรือตำรา แต่ที่สำคัญก็คือจะมีเฉลยหรือแนวตอบไว้ให้ตรวจสอบได้ทันทีที่ตอบคำถามเสร็จ

บุญชม ศรีสะอาด (2553, หน้า 93) กล่าวว่า บทเรียนโปรแกรมแบ่งได้ 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ บทเรียนแบบเส้นตรงและบทเรียนแบบแตกสาขา

1. บทเรียนแบบเส้นตรง ผู้เรียนจะต้องเรียนตามลำดับต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จากกรอบแรกไปจนกระทั่งกรอบสุดท้าย จะข้ามกรอบไม่ได้
2. บทเรียนแบบแตกสาขา มีกรอบทั้งประเภทกรอบชั้น ซึ่งเป็นกรอบหลัก และกรอบสาขา ซึ่งมุ่งอธิบายคำตอบที่ผู้เรียนตอบผิด กรอบสาขาบางแบบจะเป็นการซ่อมเสริมความรู้ก่อนจะเรียนกรอบชั้นถัดไป การแตกสาขานั้นผู้เขียนจะบอกไว้ชัดเจนว่าให้เปิดเรียนหน้าใดต่อไป หรือ

บางครั้งอาจให้ไปเรียนจากตำราเล่มอื่น หรือสื่ออื่น เช่น ให้อ่านจากภาพยนตร์ เทปบันทึกภาพ สไลด์ फिल्मสตริป เป็นต้น เมื่อเรียนจากสาขาอื่นเสร็จแล้วก็กลับมาเรียนในกรอบอื่นที่ได้ระบุไว้ต่อไป

กรีก ท่วมกลาง และจินตนา ท่วมกลาง (2555, หน้า 24) ได้กล่าวว่บทเรียน โปรแกรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้แก่ผู้เรียนในปัจจุบันแบ่งได้ 3 ประเภท คือ

1. บทเรียนโปรแกรมแบบเส้นตรง
2. บทเรียนโปรแกรมแบบสาขา
3. บทเรียนโปรแกรมแบบไม่แยกกรอบ

จากการศึกษาประเภทของบทเรียน โปรแกรม ผู้วิจัยอาจสรุปได้ว่าบทเรียน โปรแกรมสามารถแบ่งได้ 3 ประเภท ได้แก่ แบบเส้นตรง แบบสาขาและแบบไม่แยกกรอบ และสำหรับการสร้างบทเรียน โปรแกรมในครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างบทเรียน โปรแกรมแบบเส้นตรง เพื่อให้นักเรียนสามารถได้เรียนรู้ด้วยตนเองได้อย่างสะดวก

1.4 จิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนโปรแกรม

กรีก ท่วมกลาง และจินตนา ท่วมกลาง (2555, หน้า 23-24) ได้กล่าวว่าการสร้างบทเรียน โปรแกรมต้องคำนึงถึงหลักทฤษฎีจิตวิทยา 2 ทฤษฎี คือ

1. ทฤษฎีสัมพันธ์เชื่อมโยงของธอร์นไคค์

ความสำคัญของทฤษฎีนี้ คือเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนองนำมาใช้เป็นพื้นฐานของการจัดทำบทเรียน โปรแกรม 3 ประการ คือ

1.1 กฎแห่งความพร้อม (Law of readiness) เป็นการสร้างความพร้อมในการเรียนรู้ของผู้เรียน นั่นคือ การเตรียมบทเรียน เตรียมผู้เรียนให้พร้อม และเมื่อผู้เรียนมีความพร้อมที่จะเรียนรู้ได้ดี เมื่อได้เรียนรู้ก็จะเกิดความพอใจ เกิดความสุข ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น เช่นเดียวกันหากบทเรียนไม่พร้อม ผู้เรียนไม่มีความพร้อม ผู้เรียนจะเรียนด้วยความทุกข์ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ไม่ดีตามไปด้วย

1.2 กฎแห่งการฝึกหัด (Law of exercise) เป็นผลที่เกิดจากการฝึกหัด ทำซ้ำบ่อย ๆ จะทำให้เกิดการเรียนรู้ ทักษะความชำนาญ กลายเป็นความรู้ที่คงทนกับผู้เรียน ซึ่งบทเรียนต้องจัดกิจกรรมให้ผู้เรียน ได้ศึกษาและทำกิจกรรมหรือแบบฝึกหัดต่อเนื่องกันตั้งแต่ต้นจนจบ

1.3 กฎแห่งผล (Law of effect) ผลหรือผลลัพธ์ เป็นรางวัลหรือผลสำเร็จที่เกิดจากการเรียนรู้ จะช่วยให้ผู้เรียนมีกำลังใจในการเรียนมากขึ้น ซึ่งในการสร้างบทเรียนจะมีการเสริมด้วยคำพูด หรือตรวจคำตอบแล้วทราบผลการเรียนรู้ทันที ตอบสนองผลลัพธ์ทันที ทำให้ผู้เรียนเกิดความภูมิใจอยากเรียนรู้ในเรื่องต่อไป

2. ทฤษฎีของสกินเนอร์

ทฤษฎีนี้นำมาใช้ในการสร้างบทเรียนโปรแกรม โดยยึดธรรมชาติและพื้นฐานความต้องการของมนุษย์ 3 ประการ คือ

2.1 เงื่อนไขการตอบสนอง มนุษย์ส่วนใหญ่จะแสดงพฤติกรรมตอบสนองต่อสิ่งเร้า ดังนั้น การสร้างบทเรียนโปรแกรม การสร้างกรอบเนื้อหาสาระกิจกรรมให้น่าสนใจ ผู้เรียนก็จะตั้งใจเรียนหรือตอบสนองต่อบทเรียนด้วยความเต็มใจ

2.2 การเสริมแรงทันที บทเรียนโปรแกรมเน้นการทำกิจกรรมของผู้เรียน เมื่อจบแต่ละครั้งสามารถทราบผลการเรียนรู้ทันที ซึ่งเป็นการเสริมแรงการใช้คำพูดกระตุ้นให้กำลังใจ ผู้เรียนมีความรู้สึกที่ดีในการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น

2.3 ความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้เรียนแต่ละคนมีความสามารถในการเรียนรู้แตกต่างกัน ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยบทเรียนโปรแกรม ต้องมีความหลากหลายของกิจกรรมและให้เวลาในการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ทำให้ผู้เรียนทุกคนมีโอกาสประสบผลสำเร็จจากการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน

ทิสนา แจมมณี (2555, หน้า 50) ได้กล่าวถึง การนำทฤษฎีการเชื่อมโยงของธอร์น ไคค์ มาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน ดังนี้

ก. หลักการเรียนรู้ของทฤษฎี

ทฤษฎีของธอร์น ไคค์เรียกว่าทฤษฎีการเชื่อมโยง (Connectionism Theory) ทฤษฎีนี้กล่าวถึงการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้า (Stimulus - S) กับการตอบสนอง (Response - R) โดยมีหลักเบื้องต้นว่า การเรียนรู้เกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง โดยที่การตอบสนองมักจะออกมาเป็นรูปแบบต่าง ๆ หลายรูปแบบ จนกว่าจะพบรูปแบบที่ดี หรือเหมาะสมที่สุด เราเรียกการตอบสนองเช่นนี้ว่าการลองถูกลองผิด (Trial and error) นั่นคือการเลือกตอบสนองของผู้เรียนจะกระทำด้วยตนเอง ไม่มีผู้ใดมากำหนดหรือชี้ช่องทางในการปฏิบัติให้และเมื่อเกิดการเรียนรู้ขึ้นแล้ว การตอบสนองหลายรูปแบบจะหายไปเหลือเพียงการตอบสนองรูปแบบเดียวที่เหมาะสมที่สุด และพยายามทำให้การตอบสนองเช่นนั้นเชื่อมโยงกับสิ่งเร้าที่ต้องการให้เรียนรู้ต่อไปเรื่อย ๆ

กฎการเรียนรู้ของธอร์น ไคค์ สรุปได้ดังนี้ (ทิสนา แจมมณี, 2555, หน้า 51)

1. กฎแห่งความพร้อม (Law of readiness) การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดี ถ้าผู้เรียนมีความพร้อมทั้งทางร่างกายและจิตใจ

2. กฎแห่งการฝึกหัด (Law of exercise) การฝึกหัดหรือกระทำบ่อย ๆ ด้วยความเข้าใจ จะทำให้การเรียนรู้นั้นคงทนถาวร ถ้าไม่ได้กระทำซ้ำบ่อย ๆ การเรียนรู้จะไม่คงทนถาวร และในที่สุดอาจลืมได้

3. กฎแห่งการใช้ (Law of use and disuse) การเรียนรู้เกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ความมั่งคั่งของการเรียนรู้จะเกิดขึ้น หากได้มีการนำไปใช้บ่อย ๆ หากไม่มีการนำไปใช้อาจมีการลืมเกิดขึ้นได้

4. กฎแห่งผลที่พึงพอใจ (Law of effect) เมื่อบุคคลได้รับผลที่พึงพอใจย่อมอยากจะเรียนรู้ต่อไป แต่ถ้าได้รับผลที่ไม่พึงพอใจ จะไม่ยอมเรียนรู้ ดังนั้นการได้รับผลที่พึงพอใจ จึงเป็นปัจจัยสำคัญในการเรียนรู้

ข. การประยุกต์ใช้ในด้าน การเรียนการสอน

1. การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลองผิดลองถูกด้วยตนเองบาง จะเป็นการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในการแก้ไขปัญหา โดยสามารถจดจำผลจากการเรียนรู้ได้ดี รวมทั้งเกิดความรู้ภาคภูมิใจในการทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง

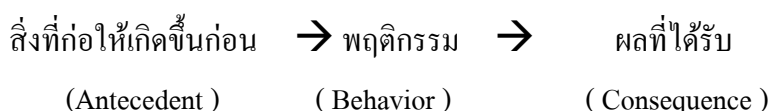
2. การสำรวจความพร้อมหรือการสร้างความพร้อมทางการเรียนให้แก่ผู้เรียนเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องดำเนินการก่อนการเรียนเสมอ

3. หากต้องการให้ผู้เรียนเกิดทักษะในเรื่องใดแล้ว ต้องให้ผู้เรียนมีความรู้และความเข้าใจในเรื่องนั้น ๆ อย่างถ่องแท้ และให้ผู้เรียนฝึกฝนอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ

4. เมื่อผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แล้ว ควรให้ผู้เรียนฝึกนำการเรียนรู้ไปใช้

5. การให้ผู้เรียนได้รับผลที่น่าพึงพอใจ จะช่วยให้การเรียนการสอนประสบความสำเร็จ

นอกจากนี้ทิสนา แคมมณี (2555, หน้า 50) ได้กล่าวถึงการนำเอาทฤษฎีจิตวิทยาการเรียนรู้ของกินเนอร์ (Skinner) ที่นำมาใช้ประโยชน์ในการสร้างบทเรียน โปรแกรม ดังนี้ สกินเนอร์มีความคิดเห็นว่าทฤษฎีการวางเงื่อนไขแบบคลาสสิกนั้น จัดอยู่กับพฤติกรรมการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นเป็นจำนวนน้อยของมนุษย์ พฤติกรรมส่วนใหญ่แล้ว มนุษย์จะเป็นผู้ลงมือปฏิบัติเอง ไม่ใช่เกิดจากการจับคู่ระหว่างสิ่งเร้าใหม่กับสิ่งเร้าเก่าตามคำอธิบายของพาฟลอฟ สกินเนอร์จึงได้อธิบายคำว่า “ พฤติกรรม ” ว่าประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ส่วนคือ



ซึ่งเขาเรียกย่อ ๆ ว่า A – B – C ซึ่งทั้งสามส่วนจะดำเนินต่อเนื่องกันไป ผลที่ได้รับจะกลับกลายเป็นสิ่งที่ก่อให้เกิดขึ้นก่อน อันนำไปสู่การเกิดพฤติกรรม และนำไปสู่ผลที่ได้รับตามลำดับ สกินเนอร์ได้ทำการทดลองหลาย ๆ การทดลอง และสรุปเป็นกฎการเรียนรู้ได้ดังนี้

1. การกระทำใด ๆ ถ้าได้รับการเสริมแรง จะมีแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นอีก ส่วนการกระทำที่ไม่มีการเสริมแรง แนวโน้มที่ความถี่ของการกระทำนั้นจะลดลงและหายไปที่สุด
2. การเสริมแรงที่แปรเปลี่ยนทำให้การตอบสนองคงทนกว่าการเสริมแรงที่ตายตัว
3. การลงโทษทำให้เรียนรู้ได้เร็วและลืมเร็ว
4. การให้แรงเสริมหรือให้รางวัล เมื่ออินทรีย์กระทำพฤติกรรมที่ต้องการ สามารถช่วยปรับหรือปลูกฝังนิสัยที่ต้องการได้

หลักการจัดการการสอนตามทฤษฎีการวางเงื่อนไขแบบการกระทำของสกินเนอร์ ดังนี้

1. ในการสอน การให้แรงเสริมหลังการตอบสนองที่เหมาะสมของเด็กจะช่วยเพิ่มอัตราการตอบสนองที่เหมาะสมนั้น
2. การเว้นระยะการเสริมแรงอย่างไม่เป็นระบบ หรือเปลี่ยนรูปแบบการเสริมแรงจะช่วยให้การตอบสนองของผู้เรียนคงทนถาวร เช่น ถ้าครูชมว่า “ ดี ” ทุกครั้งที่นักเรียนตอบถูกต้องอย่างสม่ำเสมอ นักเรียนจะเห็นความสำคัญของแรงเสริมน้อยลง ครูควรเปลี่ยนเป็นแรงเสริมแบบอื่นบ้าง เช่น ยิ้ม พยักหน้า หรือบางครั้งอาจไม่ให้แรงเสริม

3. การลงโทษที่รุนแรงเกินไป มีผลเสียมาก ผู้เรียนอาจไม่ได้เรียนรู้หรือจำสิ่งที่เรียนได้เลย ควรใช้วิธีการงดการเสริมแรงเมื่อนักเรียนมีพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ เช่น เมื่อนักเรียนใช้ถ้อยคำไม่สุภาพ แม้ได้บอกและตักเตือนแล้วก็ยังใช้อีก ครูควรงดการตอบสนองต่อพฤติกรรมนั้น เมื่อไม่มีใครตอบสนอง นักเรียนจะหยุดพฤติกรรมนั้นไปในที่สุด

4. หากต้องการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม หรือปลูกฝังนิสัยให้แก่ผู้เรียน การแยกแยะขั้นตอนของปฏิกริยาตอบสนองออกเป็นลำดับขั้น โดยพิจารณาให้เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน เช่น หากต้องการปลูกฝังนิสัยในการรักษาความสะอาดห้องปฏิบัติการ และเครื่องมือ สิ่งสำคัญประการแรกคือ ต้องนำพฤติกรรมที่ต้องการมาจำแนกเป็นพฤติกรรมย่อยให้ชัดเจน เช่น การเก็บ การกวาด การเช็ดถู การล้าง การจัดเรียง เป็นต้น ต่อไปจึงพิจารณาแรงเสริมที่จะให้แก่ผู้เรียน เช่น คะแนน คำชมเชย การให้เกียรติ การให้โอกาสแสดงตัว เป็นต้น เมื่อนักเรียนแสดงพฤติกรรมที่พึงประสงค์ ก็ให้การเสริมแรงที่เหมาะสมในทันที

1.5 หลักการสร้างบทเรียนโปรแกรม

หลักการสร้างบทเรียนโปรแกรม มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงไว้หลายประการดังนี้ ประศักดิ์ หอมสนิท (2551, หน้า 255) ได้กล่าววาทเรียนแบบโปรแกรม จะต้องยึดหลักต่อไปนี้

1. ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างกระฉับกระเฉง
2. ให้ผู้เรียนได้รับทราบผลย้อนกลับทันทีทันใด

3. ให้ผู้เรียนได้รับทราบผลสำเร็จของตนเอง

4. ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ทีละน้อยตามลำดับขั้น

บุญชม ศรีสะอาด (2553, หน้า 93) ได้กล่าวว่าการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม จะต้องยึดหลักที่สำคัญ 4 ประการ ดังนี้

1. หลักการเรียนรู้เพิ่มเติมทีละน้อย (Gradual approximation)

การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดีถ้ามีการจัดแบ่งขั้นของกิจกรรมการเรียนการสอนให้เป็นขั้นตอนสั้น ๆ พอสมควร เพื่อให้เป็นพื้นฐานเสริมหรือเชื่อมโยงให้เกิดการเรียนรู้ขั้นต่อ ๆ ไป การสร้างบทเรียนโปรแกรมจึงมีการแบ่งเนื้อหาออกเป็นตอนเป็นกรอบ ผู้เรียนจะค่อย ๆ เรียนรู้สั่งสมขึ้นไปเรื่อย ๆ เมื่อเรียนรู้หลาย ๆ กรอบจนจบบทเรียนก็จะบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ครบตามต้องการ

2. หลักการมีส่วนร่วมอย่างจริงจัง (Active participation)

การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดีถ้าผู้เรียนทำกิจกรรม เช่น คิดแก้ปัญหา ค้นหาความสัมพันธ์ ระลึกความรู้เดิม ผู้เรียนจึงมีส่วนที่จะต้องตอบสนองออกมา โดยเติมข้อความลงในช่องว่างหรือเลือกคำตอบที่เหมาะสม โดยจะต้องตอบสนองอยู่บ่อย ๆ แบบทุกกรอบ บางกรอบอาจตอบมากกว่า 1 ครั้ง ลักษณะดังกล่าวจะทำให้ผู้เรียนคิดตามตลอดเวลา

3. หลักของการรู้ผล (Feedback)

การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดี ถ้าผู้เรียนได้รู้ผลของการกระทำของตน รู้ว่าสิ่งที่ทำไปนั้นถูกหรือผิด ถ้าผิดที่ถูกควรเป็นอย่างไร จากหลักการดังกล่าวในการสร้างบทเรียน โปรแกรมจึงมีเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง ให้ผู้เรียนได้ทราบว่าได้ตอบคำถามไปนั้นถูกต้องหรือไม่โดยเทียบกับคำตอบที่เฉลยไว้แล้ว

4. หลักของความสำเร็จ (Success experience)

การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดี ถ้าผู้เรียนรู้สึกว่าได้รับความสำเร็จ ทำได้ถูกต้อง จากหลักการดังกล่าวนี้จึงมีการปูพื้นฐานเริ่มจากง่าย ๆ มีการเขียนข้อความและที่สำคัญคือในการตอบสนองบทเรียนจะพยายามให้ตอบโดยที่มั่นใจว่า ถ้าผู้เรียนติดตามอย่างตั้งใจก็จะสามารถตอบได้เอง

1.6 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนโปรแกรม

สำหรับขั้นตอนในการสร้างบทเรียน โปรแกรม มีนักวิชาการหลายท่าน ได้เสนอแนวทางไว้ต่าง ๆ กัน ดังนี้

เกริม ท่วมกลาง และจินตนา ท่วมกลาง (2555, หน้า 29 32) ได้แนะนำขั้นตอนการสร้างบทเรียนโปรแกรม ดังนี้

1. ตำรวเรื่องที่จะสร้างบทเรียน

ศึกษาสภาพปัญหา อุปสรรคในการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านมาว่าสาระการเรียนรู้ใดที่ผู้เรียนขาดความรู้ความเข้าใจ เนื้อหาสาระการเรียนรู้ที่ผ่านเรียนรู้สึกเบื่อหน่ายต่อการเรียนเนื้อหาสาระที่ยาก เนื้อหาสาระการเรียนรู้ใหม่ สาระการเรียนรู้ที่ขาดเอกสารสำหรับให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าที่จะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างบทเรียน โปรแกรมจะทำให้ผู้สร้างเข้าใจหลักการสร้างที่ถูกต้อง ทำให้บทเรียนที่สร้างเป็นไปตามหลักและทฤษฎีที่จะส่งผลให้มีคุณภาพ

3. กำหนดประเภทของบทเรียน

กำหนดประเภทของบทเรียน โปรแกรมเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมากเพราะผู้สร้างต้องคำนึงถึงเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ผู้เรียนในแต่ละระดับชั้น ระยะเวลาที่ใช้ ดังนั้น การเลือกประเภทบทเรียนแบบเส้นตรง แบบสาขาหรือแบบไม่แยกกรอบ ก็จะทำให้ผู้สร้างบทเรียนสามารถเลือกและสร้างได้ตรงกับความต้องการหลักในการสร้างบทเรียนแต่ละประเภทมากยิ่งขึ้น

4. กำหนดกรอบสาระการเรียนรู้และ จุดประสงค์การเรียนรู้

เป็นการนำสาระการเรียนรู้หลักมาแตกเป็นกรอบย่อย ๆ ตามความต้องการ โดยเรียงเนื้อหาสาระตามลำดับความสำคัญ ตามความยากง่ายเพื่อให้เนื้อหาสาระการเรียนรู้มีความต่อเนื่องกันตั้งแต่ต้นจนจบ ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้ได้ดี จากนั้นนำสาระการเรียนรู้แต่ละกรอบย่อยมากำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ว่าต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจแล้วแสดงพฤติกรรมออกมาได้อย่างไร

5. เขียนกรอบเนื้อหาสาระย่อย

เมื่อกำหนดกรอบสาระการเรียนรู้ย่อยได้ครบถ้วนสมบูรณ์แล้ว ต่อไปเป็นกระบวนการศึกษาค้นคว้าเพื่อนำเนื้อหาสาระการเรียนรู้จากการค้นคว้าจากหนังสือ แหล่งความรู้ต่าง ๆ มาเรียบเรียงให้มีเนื้อหาสาระครอบคลุม ชัดเจน อ่านเข้าใจง่าย และมีความสมบูรณ์เหมาะสมกับระดับชั้น และวัยของผู้เรียน ผู้สร้างบทเรียนไม่ควรที่จะนำเนื้อหาสาระการเรียนรู้จากหนังสือเพียงเล่มเดียว เพราะจะทำให้ได้เนื้อหาสาระไม่ครอบคลุม การเรียบเรียงต้องใช้ภาษาที่อ่านเข้าใจง่ายสำหรับผู้เรียน

6. สร้างแบบประเมินก่อนเรียน-หลังเรียน

การสร้างแบบประเมินก่อนเรียน-หลังเรียน เป็นการนำเนื้อหาสาระการเรียนรู้แต่ละกรอบ มาสร้างแบบทดสอบ ให้มีความสอดคล้องสัมพันธ์กัน ระหว่างกรอบเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ กับการวัดและประเมินผล

7. กำหนดภาพประกอบและกิจกรรม

เป็นการนำเนื้อหาสาระการเรียนรู้ในแต่ละกรอบย่อยมากำหนดภาพประกอบเพื่อให้ เนื้อหาสาระการเรียนรู้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย สื่อเข้าใจตรงกัน ในการศึกษาแต่ละกรอบและ กำหนดกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะ ทบพทวนความรู้ต่อจากเรื่องที่ศึกษา สร้างความเชื่อมโยง ในการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

8. จัดทำรูปเล่ม

การจัดทำรูปเล่มเพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยนำส่วนต่าง ๆ มาจัดเรียงให้มีความ ต่อเนื่องกันอย่างเป็นระบบตามขั้นตอนการใช้งานจริง เพื่อให้ผู้เรียนสะดวกต่อการ ใช้เรียนรู้ในเรื่อง นั้นต่อไป การจัดเรียงอาจจะตกแต่งให้สวยงามดึงดูดความสนใจ องค์ประกอบของบทเรียน ประกอบด้วย ปก บอกรายละเอียด เรื่องที่เรียนรู้ ระดับชั้น กลุ่มสาระการเรียนรู้ คำนำ สารบัญ สารสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ คำแนะนำในการเรียน แบบทดสอบก่อนเรียน เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบหลังเรียน เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน กิจกรรมเสนอแนะ กิจกรรมเสริมทักษะ บรรณานุกรม

9. ประเมินความเหมาะสม

บทเรียนโปรแกรมที่จัดทำเป็นเล่มแล้ว ก่อนนำไปใช้จริงเพื่อความมั่นใจว่าบทเรียนที่ สร้างขึ้นมีความเหมาะสม ควรนำเสนอผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ความเข้าใจ เรื่อง การจัดทำบทเรียนเพื่อ ประเมินความเหมาะสมของเนื้อหาสาระ ภาษา ภาพประกอบ กิจกรรม อีกครั้ง โดยยึดเกณฑ์การ ประเมินค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป จึงเป็นที่ยอมรับว่าบทเรียนที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสม

10. หาประสิทธิภาพ

บทเรียนโปรแกรมเมื่อประเมินความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญแล้ว เพื่อให้เป็นสื่อหรือ นวัตกรรมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพอย่างแท้จริง ควรนำไปทดลองใช้จริงกับผู้เรียนเพื่อให้แน่ใจ ว่า บทเรียนที่สร้างขึ้นจะต้องปรับปรุงให้สมบูรณ์ที่สุด

วรวิทย์ นิเทศศิลป์ (2551, หน้า 266-267) ได้เสนอขั้นตอนในการสร้างบทเรียน โปรแกรม ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาหลักสูตร เมื่อต้องการทราบว่าต้องการสอนเนื้อหาอะไร ควรมีขอบข่ายแค่ไหน ครอบคลุม ครอบคลุม เวลาที่ใช้สอน คู่มือครูอาจจะมีการสัมภาษณ์จากผู้ซึ่งให้เกิดแนวคิดในการผลิตบทเรียน โปรแกรม

2. กำหนดเนื้อหาและระดับชั้น โดยพิจารณาว่าเนื้อหาที่จะนำมาผลิตเป็นบทเรียน โปรแกรมใช้สอนระดับใด มีเนื้อหาสาระมากน้อยเพียงใด มีการเปลี่ยนแปลงบ่อยหรือไม่ ถ้าล้ำสมัย เร็วเกินไปก็ไม่คุ้มค่ากับการลงทุนผลิตเป็นบทเรียน โปรแกรม เนื้อหา นั้นเคยมีผู้ผลิตมาแล้วหรือไม่ เพราะไม่ควรผลิตขึ้นมาซ้ำซ้อน เมื่อผลิตเป็นบทเรียนแล้วจะช่วยลดเวลาเรียนของผู้เรียนและลดภาระการสอนของครูหรือไม่ ถ้าไม่ช่วยลดอะไร น่าจะใช้เทคนิคการสอน โดยวิธีปกติดีกว่า

3. กำหนดจุดประสงค์ เป็นการกำหนดให้ทราบว่าเมื่อเรียนจบแล้วผู้เรียนจะรู้อะไร มีความสามารถแค่ไหน

4. วางขอบเขตของงาน โดยวางเค้าโครงเรื่อง ลำดับเรื่องราวก่อน หลัง และป้องกันการหลงลืมเรื่องราวบางตอน

5. วิเคราะห์เนื้อหา เป็นขั้นตอนที่สำคัญเพราะเป็นการแตกเนื้อหาออกเป็นเนื้อหาย่อย ๆ และเรียงลำดับจากง่ายไปสู่ยากโดยการวิเคราะห์ภารกิจ (Task analysis) เป็นแนวทางให้ผู้ออกแบบ หรือผลิตบทเรียนทราบว่าเริ่มต้นจากที่ใด และจะไปทางใดจึงจะบรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้

6. สร้างแบบทดสอบ เป็นการออกแบบเนื้อหาที่จะใช้ทดสอบกับผู้เรียนทั้งก่อนและหลัง เรียนในบทเรียนนั้น แบบทดสอบนี้จะเป็เครื่องมือบอกให้ทราบว่า เนื้อหาตอนใดมีประสิทธิภาพหรือไม่ ซึ่งแบบทดสอบนี้จะต้องวัดให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่วางไว้แบบทดสอบนี้จะต้องสร้างขึ้นตามหลักการสร้างแบบทดสอบมีการหาค่าความเชื่อมั่น

7. เขียนบทเรียน โปรแกรม ผู้ออกแบบต้องทราบขั้นตอนการเขียนเป็นอย่างดี ก่อนที่จะเขียนต้องทำความเข้าใจกับขั้นตอนการเรียนนั้น โดยยึดโครงสร้างและขอบเขตของงานเป็นพื้นฐาน

1.7 การทดลองใช้และหาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรม

หลังจากที่เขียนบทเรียน โปรแกรมเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้เขียนบทเรียน โปรแกรมต้องแก้ไขบทเรียนที่เขียนไปครั้งนั้นด้วยการปรับปรุงซ้ำแล้วซ้ำอีก บทเรียนจะดีขึ้น ต้องมีการปรับปรุงแก้ไข ซึ่งวิธีการปรับปรุงบทเรียน โปรแกรม มีดังนี้

เกริม ท่วมกลาง และจินตนา ท่วมกลาง (2555, หน้า 29 32) ได้นำเสนอดังนี้

1. ประเมินตรวจสอบความถูกต้อง ด้านเนื้อหา การนำเสนอเนื้อหา ภาษา กิจกรรม ประกอบ รูปภาพ โดยผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ ความเข้าใจในเรื่องการสร้างบทเรียน โปรแกรม โดยใช้แบบประเมิน ในประเด็นดังนี้

- 1.1 เนื้อหาสาระถูกต้องสอดคล้องกับหลักสูตร
- 1.2 เนื้อหาสาระยากง่ายพอเหมาะกับวัยและระดับชั้น
- 1.3 เนื้อหาสาระมีความสั้นยาวพอเหมาะกับเวลาและความสนใจ
- 1.4 เนื้อหาสาระจัดเรียงตามลำดับความยากง่าย
- 1.5 เนื้อหาสาระถูกต้องตามหลักวิชาและทันสมัย
- 1.6 เนื้อหาสาระสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
- 1.8 ใช้ภาษาที่อ่านเข้าใจง่ายสื่อความหมายได้ชัดเจน
- 1.9 ภาษาเหมาะกับระดับวัยของผู้เรียน
- 1.10 คำศัพท์ถูกต้องเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน
- 1.11 กิจกรรมคำถามมีความยากง่ายพอเหมาะ
- 1.12 กิจกรรมส่งเสริมความรู้ ความเข้าใจ และทักษะการเรียนรู้
- 1.13 กิจกรรมมีความหลากหลาย สนุก ทำทาย
- 1.14 กิจกรรมมีความสัมพันธ์กับสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้
- 1.15 ภาพ แผนภูมิ แผนผัง มีความโดดเด่น สวยงาม
- 1.16 ภาพ แผนภูมิ แผนผัง สื่อให้เข้าใจเนื้อหาสาระมากยิ่งขึ้น
- 1.17 ภาพ แผนภูมิ แผนผัง สัมพันธ์กับเนื้อหาสาระ
- 1.18 รูปเล่มมีองค์ประกอบครบถ้วนสมบูรณ์
- 1.19 รูปเล่มมีเอกภาพโดดเด่นดึงดูดความสนใจ
- 1.20 รูปเล่มกะทัดรัด ง่ายต่อการใช้ศึกษา

2. การนำบทเรียนมาทดลองใช้เพื่อหาประสิทธิภาพก่อนนำไปใช้จริง โดยมีการทดลอง 3 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 การทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง เป็นการนำบทเรียนที่สร้างขึ้นไปทดลองกับผู้เรียนจำนวน 3 คน ที่มีระดับสติปัญญา 3 ระดับ คือ เก่ง 1 คน ปานกลาง 1 คน และอ่อน 1 คน

2.2 การทดลองกลุ่มเล็ก เป็นการนำบทเรียนมาปรับปรุงแก้ไข จากการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ไปทดลองกับผู้เรียนที่มีระดับสติปัญญา 3 ระดับ เก่ง 3 คน ปานกลาง 3 คน และอ่อน 3 คน

2.3 การทดลองภาคสนาม เป็นการนำบทเรียนจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไข จากการทดลองกลุ่มเล็ก ไปทดลองกับนักเรียนจำนวน 20-30 คน เมื่อมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน ประสิทธิภาพแล้วจึงนำไปใช้จริงต่อไป

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, หน้า 11-12) ได้แนะนำขั้นตอนในการทดสอบประสิทธิภาพของสื่อ ดังนี้

1. การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คนทดสอบประสิทธิภาพสื่อกับผู้เรียน 1-3 คน โดยใช้เด็กอ่อน ปานกลาง และเด็กเก่ง ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน ประเมินการเรียนรู้จากกระบวนการ คือกิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบหมายให้ทำและทดสอบหลังเรียน นำคะแนนที่ได้มาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากยังไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพแบบรายบุคคลนี้จะได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาก แต่ไม่ต้องวิตกเมื่อปรับปรุงแล้วจะสูงขึ้นมาก ก่อนนำไปทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม

2. การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อกับผู้เรียน 6-10 คน (ละผู้เรียนที่เก่ง ปานกลางและอ่อน) ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน ประเมินการเรียนรู้จากกระบวนการ คือกิจกรรมหรือภารกิจที่มอบให้ทำและประเมินผลลัพธ์ คือ การทดสอบหลังเรียนและงานสุดท้ายที่มอบให้นักเรียนทำส่งก่อนสอบประจำหน่วย ให้นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากยังไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงกิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น

3. การทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1:100) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คนทดสอบประสิทธิภาพสื่อกับผู้เรียนทั้งชั้นเรียน (ปกติให้ใช้กับผู้เรียน 30 คน แต่ในโรงเรียนขนาดเล็กอนุ โลมให้ 15 คน ขึ้นไป) ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน ประเมินการเรียนรู้จากกระบวนการ คือกิจกรรมหรือภารกิจที่มอบให้ทำและประเมินผลลัพธ์คือการทดสอบหลังเรียนและงานสุดท้ายที่มอบให้นักเรียนทำส่งก่อนสอบประจำหน่วย ให้นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากยังไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงกิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น แล้วนำไปทดสอบภาคสนามซ้ำกับนักเรียนต่างกลุ่ม อาจทดสอบประสิทธิภาพ 2-3 ครั้ง จนได้ค่าประสิทธิภาพถึงเกณฑ์ขั้นต่ำด้วยเหตุนี้ ขั้นตอนทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามจึงเขียนแทนด้วย 1:100

1.8 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรม

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, หน้า 8) ได้ให้ความหมายของเกณฑ์ว่า เป็นขีดกำหนดที่จะยอมรับว่า สิ่งใดหรือพฤติกรรมใดมีคุณภาพหรือปริมาณที่รับได้

การตั้งเกณฑ์ ต้องตั้งไว้ครั้งแรกครั้งเดียว เพื่อจะปรับปรุงคุณภาพให้ถึงเกณฑ์ขั้นต่ำที่ตั้งไว้ จะตั้งเกณฑ์การทดสอบประสิทธิภาพไว้แตกต่างกันไม่ได้ เช่นเมื่อมีการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว ตั้งเกณฑ์ไว้ 60/60 แบบกลุ่มตั้งไว้ 70/70 ส่วนภาคสนามตั้งเกณฑ์ 80/80 ถือว่าไม่ถูกต้อง

เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของสื่อการสอนที่จะช่วยให้เกิดการเรียนรู้ เป็นระดับที่ผู้ผลิตสื่อการสอนจะพึงพอใจว่าหากสื่อการสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้วสื่อการสอนนั้นมีคุณค่าที่จะนำไปสอนผู้เรียนและคุ้มค่าแก่การลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_1 (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และ E_2 (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional behavior) คือ ประเมินผลต่อเนื่อง ซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยหลาย ๆ พฤติกรรม เรียกว่า “กระบวนการ” ของผู้เรียนที่สังเกตจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม รายงานของกลุ่มและรายงานรายบุคคล ได้แก่ งานที่มอบหมายและกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

2. ประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (Terminal behavior) คือ ประเมินผลลัพธ์ ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียนและการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ประสิทธิภาพของสื่อการสอน จะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจโดยกำหนดให้เป็นร้อยละของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงาน และประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อร้อยละของการสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด นั่นคือ E_1 / E_2 คือประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ เช่น 80/80 ซึ่ง 80 ตัวแรก หมายความว่าเมื่อเรียนจากสื่อการเรียนการสอนแล้ว ผู้เรียนสามารถทำแบบฝึกหัดหรือไปงาน ได้ผลเฉลี่ย 80% ส่วน 80 ตัวที่สอง หมายความว่า เมื่อผู้เรียนเรียนจากสื่อการสอนแล้วผลการเรียน จะต้องได้ผลเฉลี่ย 80%

การที่จะกำหนดเกณฑ์ E_1 / E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้น ผู้สอนจะเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจ โดยปกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำจะตั้งไว้ 90/90 85/85 หรือ 80/80 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะกระบวนการหรือเจตคติ จะต้องใช้เวลาไปฝึกฝนและพัฒนา ไม่สามารถให้ถึงเกณฑ์ระดับสูงได้ในห้องเรียนหรือในขณะที่เรียน จึงอนุโลมให้ตั้งไว้ต่ำลง เช่น 75/75

การยอมรับประสิทธิภาพของสื่อการสอน

สุกิจ ศรีพรหม (2541, หน้า 71) ได้กล่าวถึงการยอมรับประสิทธิภาพของสื่อการสอน มี 3 ระดับ คือ

1. สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้เกินกว่าร้อยละ 2.5
2. เท่ากับเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพเท่ากับหรือสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดแต่ไม่เกินร้อยละ 2.5
3. ต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพ ต่ำกว่าเกณฑ์แต่ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 2.5 ถือว่ายังมี

ประสิทธิภาพที่ยอมรับได้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, หน้า 12) ได้กล่าวว่าผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกินร้อยละ 2.5 ก็ให้ยอมรับว่าสื่อมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากค่าที่ได้ต่ำกว่าเกณฑ์มากกว่า -2.5 ให้ปรับปรุงและทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามซ้ำจนกว่าจะถึงเกณฑ์ หากสูงกว่าเกณฑ์ไม่เกิน +2.5 ก็ยอมรับว่าสื่อมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และหากได้ค่าสูงกว่าเกณฑ์ +2.5 ให้ปรับเกณฑ์ขึ้นเป็น 85/85 หรือ 90/90 ตามค่าประสิทธิภาพที่ทดสอบประสิทธิภาพได้

1.9 ประโยชน์และข้อจำกัดของบทเรียนโปรแกรม

ผู้วิจัยได้ศึกษาประโยชน์และข้อจำกัดของบทเรียนโปรแกรม ซึ่งมีนักการศึกษาหลายคนได้แก่ บุญเกื้อ ควรหาเวช (2545, หน้า 56-57) วรวิทย์ นิเทศศิลป์ (2551, หน้า 267) สุวิทย์ มูลคำและอรทัย มูลคำ (2552, หน้า 41) และทีศนา เขมมณี (2555, หน้า 380) สรุปได้ดังนี้

ประโยชน์

1. นักเรียนได้มีโอกาสเรียนรู้ด้วยตนเองตามความสนใจ
2. ตอบสนองความสามารถและความแตกต่างระหว่างบุคคล
3. กระตุ้นหัวใจ ใฝ่เรียนรู้ เพราะมีการเสริมแรงให้กำลังใจระหว่างเรียนรู้
4. ผู้เรียนถูกฝึกให้เป็นคนที่รับผิดชอบและเคารพตนเอง
5. แก้ปัญหาการขาดแคลนสื่อการเรียนรู้
6. แก้ปัญหาการขาดแคลนครู เพราะครูคนเดียวสามารถควบคุมนักเรียนให้เรียนจาก

บทเรียนได้ครวละหลายสิบคน

7. ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถศึกษาค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม หรือทบทวนความรู้ได้ด้วยตนเอง

8. ผู้เรียนที่ขาดเรียนมีโอกาสศึกษาด้วยตนเองเพื่อให้ตามทันผู้อื่น
9. ครูมีโอกาสได้ดูแลนักเรียนเป็นรายบุคคลมากขึ้น

ข้อจำกัด

1. บทเรียนแต่ละบทจำกัดเนื้อหา วิชาและอายุ
2. เนื้อหาอาจจะต้องเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา

3. หากใช้วัสดุอุปกรณ์ไม่ได้คุณภาพ บทเรียนก็จะมีอายุการใช้งานได้ไม่นานตามที่มุ่งหวังไว้

4. ไม่ส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เพราะทำไปตามหัวข้อที่เรียบเรียงไว้

5. ไม่เกิดทักษะการเรียนรู้หนังสือเพราะเขียนเฉพาะการตอบเท่านั้น

6. บทเรียนที่มีคุณภาพไม่ดีพอ เช่น กิจกรรมไม่น่าสนใจ ก็ย่อมส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน

7. การสร้างบทเรียน โปรแกรมจำเป็นต้องใช้เวลาในการจัดทำมากพอสมควรและต้องอาศัยความรู้ความสามารถของผู้เชี่ยวชาญ

1.10 วิธีการสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม

เกริก ท่วมกลาง และจินตนา ท่วมกลาง (2555, หน้า 36) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม ดังนี้

1. เตรียมการเรียนรู้ก่อนใช้บทเรียน

ในขั้นนี้ ครูผู้สอนควรนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบถึงวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ และเข้าใจแนวทางการเรียนจากบทเรียน โปรแกรมที่สร้างขึ้น ซึ่งครูผู้สอนต้องเตรียมบทเรียน กระดาษคำตอบ เตรียมนักเรียนให้มีความพร้อมเข้าในแนวทางการเรียน โดยใช้บทเรียนโปรแกรมก่อน

2. ขั้นการใช้บทเรียนโปรแกรม เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้รับบทเรียนโปรแกรมและเรียนรู้จากบทเรียนเป็นรายบุคคล

2.1 ศึกษาส่วนประกอบของบทเรียน สำระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สำระการเรียนรู้ คำแนะนำในการเรียน

2.2 ทดสอบก่อนเรียน และตรวจคำตอบก่อนเรียน

2.3 ศึกษาเนื้อหาสาระการเรียนรู้ที่ละกรอบ

2.4 ทำกิจกรรมตามที่กำหนด และตรวจคำตอบการทำกิจกรรม

2.5 ทดสอบหลังเรียน และตรวจคำตอบหลังเรียน

2.6 บันทึกผลการเรียนรู้ ผลการทำกิจกรรม

3. ขั้นสรุปองค์ความรู้ เพื่อให้การเรียนรู้จากบทเรียน โปรแกรมเกิดองค์ความรู้แก่นักเรียน ควรจัดกิจกรรมทบทวนความรู้โดยใช้กิจกรรมกลุ่มหรือรายบุคคลให้นำผลจากการเรียนจากบทเรียนมาอภิปราย สรุป บันทึกผลการอภิปราย หรือ สรุปผลการอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งจะทำให้การเรียนรู้จากบทเรียนประสบความสำเร็จมากยิ่งขึ้น

4. ขยายความรู้และแลกเปลี่ยนความรู้ เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่เกิดจากการเรียนรู้ประสบผลสำเร็จและมีความรู้ ความจำ ความเข้าใจที่คงทนแก่ผู้เรียนมากยิ่งขึ้น ควรให้นำเสนอผลการสรุปแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างบุคคล ระหว่างกลุ่ม เพื่อให้องค์ความรู้ที่ได้รับเป็นไปในแนวทางเดียวกัน และเพื่อเสริมความสัมพันธ์ในการเรียนรู้ของผู้เรียนดียิ่งขึ้น

5. ขนึ้นำความรู้ไปใช้ประยุกต์ใช้ เป็นขึ้นที่ครูผู้สอนมอบหมายงานกิจกรรมให้ผู้เรียนไปศึกษา ค้นคว้า ทำกิจกรรมเพิ่มเติม และสามารถมอบหมายให้ผู้เรียนทำกิจกรรมนอกเวลาเพิ่ม เสริมทักษะความรู้และประสบการณ์ในเรื่องนั้น ๆ มากยิ่งขึ้น สรุปปัญหาและอุปสรรคในการเรียนรู้เพื่อใช้เป็นข้อปรับปรุงในครั้งต่อไป และต้องสรุปคุณธรรม ความซื่อสัตย์ที่จำเป็นในการเรียนรู้จากบทเรียนด้วย

ทิสนา เขมมณี (2555, หน้า 378-379) ได้กล่าวถึงวิธีการสอนแบบโปรแกรม คือ กระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยการให้ผู้เรียนได้ศึกษาจากบทเรียนสำเร็จรูปด้วยตนเอง ซึ่งมีลักษณะพิเศษที่แตกต่างไปจากบทเรียนปกติ กล่าวคือเป็นบทเรียนที่นำเนื้อหาสาระที่จะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแต่เป็นหน่วยย่อย เพื่อให้ง่ายแก่ผู้เรียนในการเรียนรู้ และนำเสนอแก่ผู้เรียนในลักษณะที่ให้ผู้เรียนสามารถตอบสนองสิ่งที่เรียน และตรวจสอบผลการเรียนรู้ของตนเอง ได้ทันทีที่ผิดหรือถูก ผู้เรียนสามารถใช้เวลาในการเรียนรู้มากขึ้นน้อยตามความสามารถ และสามารถตรวจสอบผลการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง เพราะบทเรียนจะมีแบบทดสอบทั้งแบบสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนไว้ให้พร้อม

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2552, หน้า 35) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนโปรแกรม เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มีการสร้างบทเรียนโปรแกรมไว้ล่วงหน้าที่จะให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง จะเรียนรู้เร็วหรือช้าตามความสามารถของแต่ละบุคคล โดยบทเรียนจะนำเสนอเนื้อหาสาระที่จะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแบ่งเป็นหน่วยย่อยหลาย ๆ กรอบ เพื่อให้ง่ายต่อการเรียนรู้ในแต่ละกรอบจะมีเนื้อหาอธิบายและคำถามที่เรียงเรียงไว้ ต่อเนื่องกัน โดยเริ่มจากง่ายไปหายาก เพื่อมุ่งให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามลำดับ บทเรียนโปรแกรมที่สมบูรณ์จะมีแบบทดสอบวัดความก้าวหน้าของการเรียน โดยผู้เรียนสามารถทำการทดสอบก่อนและหลังเรียนเพื่อตรวจสอบผลการเรียนรู้ของตนเองได้ทันที

สาโรช โสภีร์รักษ์ (2546, หน้า 28) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม ดังนี้

ขั้นนำ ผู้สอนมีวัตถุประสงค์จะใช้บทเรียน โปรแกรม ต้องวิเคราะห์วัตถุประสงค์ของการใช้ว่าในวัตถุประสงค์ใด เช่น เพื่อเสริมเพิ่มเติม หรือใช้เพื่อแก้ปัญหานักเรียนที่เรียนช้าไม่ทันเพื่อน

หรือใช้บทเรียนร่วมกับสื่อหรือกิจกรรมอื่น ๆ ก่อนที่จะให้ผู้เรียนเรียนก็ต้องอธิบายและผู้เรียนเข้าใจวิธีการก่อน

ขั้นตอนการสอน ให้ผู้เรียนดำเนินการเรียนจากบทเรียนโปรแกรม โดยที่ครูผู้สอนคอยควบคุมดูแลหรือคอยหาให้ ในกรณีที่ให้ผู้เรียนเรียนด้วยตนเองที่บ้านก็ต้องทำความเข้าใจกับผู้เรียนให้ชัดเจนว่าต้องทำอะไรบ้าง

ขั้นสรุป หากเป็นการใช้บทเรียน โปรแกรมร่วมกับสื่ออื่น ๆ ก็ต้องมีการสรุปผลการเรียนหลังจากเฉลยบทเรียนแล้ว

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถด้านสติปัญญาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งจำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ ด้านสติปัญญาในการเรียนคณิตศาสตร์ออกเป็น 4 ระดับ (Wilson, 1971, pp. 643-696 อ้างถึงใน ชานี เกสทอง, 2544) ดังนี้

1. ความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ (Computation) เป็นความสามารถในการระลึกได้ถึงสิ่งที่เรียนมาแล้ว การวิเคราะห์พฤติกรรมมี 3 ด้าน คือ

- 1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง
- 1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม
- 1.3 ความสามารถเกี่ยวกับการใช้กระบวนการคิดคำนวณ

2. ความเข้าใจ (Comprehensive) เป็นความสามารถที่ใช้ในการแปลความหมายตีความและขยายความในปัญหาใหม่ ๆ โดยนำความรู้ที่ได้เรียนมาแล้วไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การแสดงพฤติกรรมมี 6 ขั้นตอน คือ

- 2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอด
- 2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎ และการสรุปอ้างอิง
- 2.3 ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์
- 2.4 ความสามารถในการแปลส่วนประกอบของโจทย์ปัญหาจากรูปแบบหนึ่งไป

อีกรูปแบบหนึ่ง

- 2.5 ความสามารถในการใช้หลักของเหตุผล
- 2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการนำความรู้ ภูมิปัญญา หลักการ ข้อเท็จจริง สูตร ทฤษฎีที่เรียนรู้มาแล้วไปแก้ปัญหาใหม่ที่เกิดขึ้นเป็นผลสำเร็จ การวัดพฤติกรรม มี 4 ชั้น คือ

- 3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน
- 3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ
- 3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.4 ความสามารถในการระลึกได้ซึ่งแบบรูป ความสอดคล้องและลักษณะ

สมมาตรของปัญหา

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการพิจารณาส่วนสำคัญ หาความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญ ซึ่งการที่บุคคลมีความสามารถดังกล่าวมาแล้ว จะทำให้บุคคลนั้นสามารถแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดา หรือ โจทย์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยมาก่อนได้ พฤติกรรมนี้จึงเป็น จุดมุ่งหมายสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งการวัดพฤติกรรม 5 ชั้น ดังนี้

- 4.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดา
- 4.2 ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์
- 4.3 ความสามารถในการแสดงพิสูจน์
- 4.4 ความสามารถในการวิจารณ์และพิสูจน์
- 4.5 ความสามารถในการกำหนดและหาความเที่ยงตรงในการสรุป

จากการศึกษาความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้างต้นสรุปได้ว่า หมายถึง ความรู้ ความสามารถ และทักษะทางด้านวิชาการ รวมทั้งสมรรถภาพของสมองด้านต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการ ค้นคว้า การอบรม การสั่งสอน หรือประสบการณ์ต่าง ๆ ซึ่งวัดได้เครื่องมือในการวัดผลเพื่อช่วยให้รู้ ว่านักเรียนมีความรู้และทักษะมากน้อยเพียงใด

2.2 ความหมายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คำว่าแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นักวัดผลและนักการศึกษามีการเรียกชื่อ ที่แตกต่างกันไป เช่น แบบทดสอบความสัมฤทธิ์ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์หรือแบบสอบผลสัมฤทธิ์ และได้ให้ความหมายไว้ในแนวทางเดียวกัน ดังนี้

บุญชม ศรีสะอาด (2553, หน้า 26) ได้ให้ความหมายไว้ว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ในวิชาต่าง ๆ ในวิชาต่างในโรงเรียนหรือ สถาบันการศึกษา แบบทดสอบที่จะสร้างหรือพัฒนา อาจมุ่งใช้กับประชากรเป้าหมายที่อยู่ในระดับ การศึกษา ระดับชั้นวิชาและสถานที่ต่าง ๆ กัน

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2550, หน้า 96) ได้กล่าวโดยสรุปว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะและความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมาแล้วว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

กล่าวโดยสรุปแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะและความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมาแล้วว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

2.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2550, หน้า 99) กล่าวว่า การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร

การสร้างแบบทดสอบ ควรเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร เพื่อวิเคราะห์เนื้อหาสาระและพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด ตารางวิเคราะห์หลักสูตรจะใช้เป็นกรอบในการออกข้อสอบ ซึ่งระบุจำนวนข้อสอบในแต่ละเรื่องและพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดไว้

2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นพฤติกรรมที่เป็นผลการเรียนรู้ที่ผู้สอนมุ่งหวังจะให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนซึ่งผู้สอนจะต้องกำหนดไว้ล่วงหน้าสำหรับเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน และสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์

3. กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีสร้าง

โดยการศึกษาตารางวิเคราะห์หลักสูตรและจุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาและตัดสินใจเลือกใช้ชนิดของข้อสอบที่จะใช้ว่าจะเป็นอย่างใด โดยต้องเลือกให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของการเรียนรู้และเหมาะกับวัยของผู้เรียน แล้วศึกษาวิธีเขียนข้อสอบชนิดนั้นให้ความรู้ความเข้าใจในหลักและวิธีการเขียนข้อสอบ

4. เขียนข้อสอบ

ผู้ออกข้อสอบ ลงมือเขียนข้อสอบตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตรและให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยอาศัยหลักและวิธีการเขียนข้อสอบที่ได้ศึกษามาแล้วในขั้นที่ 3

5. ตรวจสอบข้อสอบ

เพื่อให้ข้อสอบที่เขียนไว้แล้วในขั้นที่ 4 มีความถูกต้องตามหลักวิชา มีความสมบูรณ์ครบถ้วนตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาทบทวนตรวจทานข้อสอบอีกครั้งก่อนที่จะจัดพิมพ์และนำไปใช้ต่อไป

6. จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง

เมื่อตรวจทานข้อสอบเสร็จแล้วให้พิมพ์ข้อสอบทั้งหมด จัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับทดลองโดยมีคำชี้แจงหรือคำอธิบายวิธีตอบแบบทดสอบ (Direction) แล้วจัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม

7. ทดลองใช้สอบและวิเคราะห์ข้อสอบ

การทดลองใช้แบบทดสอบและวิเคราะห์ข้อสอบเป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบก่อนนำไปใช้จริง โดยนำแบบทดสอบไปทดลองใช้สอบกับกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันกับกลุ่มที่ต้องการสอนจริง แล้วนำผลการสอบมาวิเคราะห์และปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพโดยสภาพการปฏิบัติจริงของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในโรงเรียนมักไม่ค่อยมีการทดลองใช้สอบและวิเคราะห์ข้อสอบ ส่วนใหญ่นำแบบทดสอบไปใช้ทดสอบแล้วจึงวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อปรับปรุงข้อสอบและนำไปใช้ในครั้งต่อไป

8. จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง

จากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ หากพบว่าข้อสอบข้อใดไม่มีคุณภาพหรือมีคุณภาพไม่ดีพอ อาจจะต้องตัดทิ้งหรือปรับปรุงแก้ไขข้อสอบให้มีคุณภาพดีขึ้นแล้วจึงจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับจริงที่จะนำไปทดลองกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ เป็นการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการค้นหาข้อบกพร่องในตัวข้อสอบเพื่อให้ได้ ข้อมูลในการปรับปรุงหรือคัดเลือกข้อสอบที่ไม่ดีออกไป อันมีผลต่อการลดความคลาดเคลื่อนในการวัดสำหรับคุณภาพของแบบทดสอบที่จะกล่าวถึงในการวิจัยในครั้งนี้ เน้นเฉพาะ การตรวจสอบคุณภาพที่สำคัญ ๆ ได้แก่ ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ความเที่ยง และความเชื่อมั่น ดังนี้

1. การวิเคราะห์คุณภาพรายข้อ

หลังจากตรวจสอบคุณภาพขั้นต้นแล้ว นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนขณะทดลองใช้สังเกตหรือซักถามปัญหาอุปสรรคของผู้สอบ สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อเป็นการตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบ หลังจากที้นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับกลุ่มผู้เรียน นำผลการสอบคุณภาพหรือคะแนนมาวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบเป็นรายข้อ ซึ่งเป็นการ

ตรวจสอบคุณภาพในด้านความยากง่าย อำนาจจำแนก และการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

- 1.1 ตรวจสอบกระดาษคำตอบของผู้เรียนแล้วรวมคะแนนของแต่ละคนไว้
- 1.2 นำกระดาษคำตอบของผู้เรียนมาเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย
- 1.3 แบ่งกระดาษคำตอบของผู้เรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มเก่งกับกลุ่มอ่อน โดยใช้เทคนิค 25% หรือ 27% หรือ 33% หรือ 50% แล้วแต่ความเหมาะสมซึ่งพิจารณาจากจำนวนกลุ่มตัวอย่าง และการกระจายของคะแนนโดยยึดหลักว่าจะต้องมีความแตกต่างระหว่างกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนมากที่สุด สำหรับเทคนิค 50% นั้นใช้ในกรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีจำนวนน้อยประมาณ 40 คนหรือน้อยกว่า

1.4 คัดเลือกข้อสอบที่นำไปใช้ได้ คือ ข้อสอบที่มีค่าความยากระหว่าง 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป กล่าวคือต้องอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดทั้งสองค่า ซึ่งผู้วิจัยได้คัดเลือกโดยใช้เกณฑ์การพิจารณาค่า p และ r ตามที่สมนึก ภัททิยธนี (2553, หน้า 204) แนะนำไว้ดังตาราง

ตารางที่ 2-1 เกณฑ์การพิจารณาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r)

ค่า p		ค่า r			
		ค่าลบ	ใช้ไม่ได้	ไม่มีคุณภาพ	
		0.00	ไม่มีอำนาจจำแนก		
0.00 ถึง 0.09	ยากมาก	0.01 ถึง 0.09	ต่ำ		
0.01 ถึง 0.19	ยาก	ไม่มีคุณภาพ	0.10 ถึง 0.19	ค่อนข้างต่ำ	
0.20 ถึง 0.39	ค่อนข้างยาก	มีคุณภาพ	0.20 ถึง 0.40	ปานกลาง	มีคุณภาพ
0.40 ถึง 0.60	ปานกลาง		0.41 ถึง 0.60	ค่อนข้างสูง	
0.61 ถึง 0.80	ค่อนข้างง่าย		0.61 ถึง 1.00	สูง	
0.81 ถึง 0.90	ง่าย	ไม่มีคุณภาพ			
0.91 ถึง 1.00	ง่ายมาก				

2. การตรวจสอบคุณภาพทั้งฉบับ

การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งฉบับ ที่ใช้เพื่อการวัดผลแบบอิงกลุ่ม เป็นการตรวจสอบคุณภาพในด้านความตรงหรือความเที่ยงตรง (Validity) และความเที่ยงหรือความเชื่อมั่น (Reliability) ซึ่งมีวิธีการดังนี้

2.1 ความเที่ยงตรง เป็นความสามารถของแบบทดสอบที่วัดได้ตรงและครอบคลุมขอบเขตของเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด ดังนั้นการตรวจสอบคุณภาพ การตรวจสอบความเที่ยงตรงมี 3 ประเภท คือ ความเที่ยงเชิงเนื้อหา ความเที่ยงตรงเชิงเกณฑ์ และความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎี สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เน้นความเที่ยงเชิงเนื้อหาเป็นสำคัญซึ่งเป็นการตรวจสอบว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นนั้นสามารถวัดได้ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาที่ต้องการวัดหรือไม่ การกำหนดน้ำหนักหรือสัดส่วน จำนวนข้อของแต่ละพฤติกรรมและแต่ละเนื้อหามีความเหมาะสมหรือไม่

2.2 ความเชื่อมั่น เป็นความคงที่ของผลการวัดจะวัดกี่ครั้งก็ตามผลการวัดย่อมเท่าเดิมใกล้เคียงกัน สอดคล้องกันหรืออันดับที่ของผู้สอบยังคงที่เหมือนเดิม ซึ่งการหาความเชื่อมั่นมีหลายวิธี แต่ในที่นี้ผู้วิจัยได้หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากสูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson formula)

3. ดัชนีประสิทธิผล

ค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness : E.I.) หมายถึง ค่าที่แสดงการเรียนรู้ที่ก้าวหน้าขึ้นจากพื้นฐานความรู้เดิมที่มีอยู่แล้ว หลังจากที่ผู้เรียนได้เรียนจากสื่อ นวัตกรรมหรือแผนการจัดการเรียนรู้นั้น ๆ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, หน้า 58-159)

การหาค่าดัชนีประสิทธิผล กรณีรายบุคคล ตามแนวคิดของ Hofland จะใช้สูตรดังนี้

$$\text{ดัชนีประสิทธิผล (E.I.)} = \frac{\text{คะแนนหลังเรียน} - \text{คะแนนก่อนเรียน}}{\text{คะแนนเต็ม} - \text{คะแนนก่อนเรียน}}$$

โดยทั่วไปการหาดัชนีประสิทธิผลมักหาโดยใช้คะแนนของกลุ่ม ซึ่งทำให้มีสูตรเปลี่ยนไป ดังนี้

$$\text{ดัชนีประสิทธิผล (E.I.)} = \frac{\text{ผลรวมคะแนนหลังเรียนของทุกคน} - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนของทุกคน}}{(\text{จำนวนนักเรียน} \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนของทุกคน}}$$

การหาค่าดัชนีประสิทธิผล เป็นการพิจารณาพัฒนาการในลักษณะที่ว่าเพิ่มขึ้นเท่าไรไม่ได้ทดสอบว่าเพิ่มขึ้นอย่างน่าเชื่อถือได้หรือไม่ มีข้อสังเกตบางประการเกี่ยวกับค่าดัชนีประสิทธิผล ดังนี้

ค่าดัชนีประสิทธิผล เป็นเรื่องของอัตราส่วนของผลต่างจะมีค่าสูงสุดเป็น 1.00 ส่วนค่าต่ำสุดไม่สามารถกำหนดได้เพราะมีค่าต่ำกว่า -1.00 ก็ได้ และถ้าเป็นค่าลบแสดงว่าคะแนนสอบก่อนเรียนมากกว่าหลังเรียน ซึ่งมีความหมายว่า ระบบการเรียนการสอนหรือสื่อ ไม่มีคุณภาพ

1. ถ้าผลสอบก่อนเรียนของนักเรียนทุกคนได้คะแนนรวมเท่าไรก็ได้ (ยกเว้นได้คะแนนเต็มทุกคน) และถ้าผลการสอบหลังเรียนของนักเรียนทุกคนทำได้ถูกหมดทุกข้อ (ได้คะแนนเต็มทุกคน) ค่าดัชนีประสิทธิผล จะเป็น 1.00

2. ถ้าผลการสอบก่อนเรียนมากกว่าหลังเรียน ค่าดัชนีประสิทธิผลจะมีค่าต่ำกว่า -1.00 ก็ได้

3. การแปลความหมายของค่าดัชนีประสิทธิผลไม่น่าจะแปลความหมายเฉพาะค่าที่คำนวณได้ว่านักเรียนมีพัฒนาการขึ้นเท่าใด คิดเป็นร้อยละเท่าไร แต่ควรจะดูข้อมูลเดิมประกอบด้วยว่าหลังจากนักเรียนมีคะแนนเพิ่มขึ้นเท่าไร ในบางครั้งคะแนนหลังเรียนเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเป็นเพราะว่ากลุ่มนั้นมีความรู้เดิมในเรื่องนั้นมากอยู่แล้ว ซึ่งไม่ใช่เรื่องเสียหาย

ดังนั้น ค่าดัชนีประสิทธิผล ที่เกิดขึ้นแต่ละกลุ่มไม่สามารถเปรียบเทียบกันได้ เพราะไม่ได้เริ่มจากฐานความรู้ที่เท่ากัน ค่าดัชนีประสิทธิผลของแต่ละกลุ่มจะอธิบายเฉพาะกลุ่มเท่านั้น

4. ความพึงพอใจ

4.1 ความหมายของความพึงพอใจ

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ.2554 (ราชบัณฑิตยสถาน, 2556, หน้า 840) ได้ให้ความหมายของ ความพึงพอใจไว้ว่า พึงพอใจ หมายถึง รัก ชอบใจ และ พึงใจ หมายถึง พอใจ ชอบใจ

พัลลภ คงนุรัตน์ (2547, หน้า 34) ได้กล่าวไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึก ความนึกคิด ความเชื่อที่มีแนวโน้มที่แสดงออกของพฤติกรรม ต่อการปฏิบัติกิจกรรมที่ทำให้เกิดความเจริญงอกงามในทุกด้านของแต่ละบุคคล อาจเป็นทางด้านบวกหรือทางด้านลบของพฤติกรรมนั้น

สยาม สิงหาทอง (2549, หน้า 47) ได้สรุปไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิด หรือเจตคติของบุคคลต่อการทำงานหรือการปฏิบัติกิจกรรมในเชิงบวก ดังนั้น ความพึงพอใจในการเรียนรู้หมายถึง ความรู้สึกพึงพอใจ ชอบใจ ในการร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนและต้องการดำเนินกิจกรรมนั้น ๆ จนบรรลุความสำเร็จ

สรชัย พิศาลบุตร (2550, หน้า 47) ได้กล่าวถึงความพึงพอใจของผู้ใช้บริการหมายถึง การที่ผู้ใช้บริการได้รับในสิ่งที่ต้องการแต่ต้องอยู่ในขอบเขตที่ผู้ให้บริการสามารถจัดหาหรือทำให้ได้โดยไม่ขัดต่อวัตถุประสงค์หรือความถูกต้องเหมาะสมในการให้บริการ

เกริก ท่วมกลาง และจินตนา ท่วมกลาง (2555, หน้า 274) กล่าวว่า ความพึงพอใจการเรียนรู้ หมายถึง ความรู้สึกพอใจ ชอบใจในการร่วมปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ และการต้องการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้นั้น จนบรรลุผลสำเร็จในกาจัดการเรียนการสอน การทำให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจ องค์ประกอบสำคัญที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือ กิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดให้กับนักเรียนได้เรียนรู้ด้วยความประทับใจ และยังได้กล่าวถึง ความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้สื่อ/นวัตกรรม หมายถึง ความรู้สึกพอใจ ประทับใจ ความรู้สึกที่ดี ชอบในใจการร่วมปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีสื่อ/ นวัตกรรมที่สร้างขึ้นเป็นองค์ประกอบสำคัญในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้จนบรรลุผลสำเร็จในการเรียนรู้ การทำให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจในการเรียนรู้สื่อ/นวัตกรรมที่สร้างขึ้นจึงเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ทำทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพตามวัตถุประสงค์ของการสร้างสื่อ/ นวัตกรรม

จากการศึกษาความหมายของความพึงพอใจ สรุปได้ว่า ความพึงพอใจในการเรียน หมายถึง ความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อการเรียนที่แสดงออกมาในรูปแบบชอบใจต่อสิ่งที่ได้รับจากการเรียน และความพึงพอใจของนักเรียนต่อบทเรียนโปรแกรม หมายถึง ความรู้สึกชอบหรือไม่ชอบของนักเรียนต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ด้วยบทเรียน โปรแกรม เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

4.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

สำหรับทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

ทฤษฎีแรงจูงใจของมาสโลว์ (Maslow's theory motivation)

สอรานต์ ไคว้ตระกูล (2554, หน้า 158 – 159) ได้กล่าวว่า นักจิตวิทยามนุษยนิยม มีความเชื่อในหลักการพื้นฐานว่า ทุกคนมีแรงจูงใจที่จะประกอบกิจกรรมอยู่เสมอ ถือว่าแรงจูงใจเป็นแรงขับที่ใ้มนุษย์เจริญเติบโตและพัฒนา ผู้ที่ได้ตั้งทฤษฎีเกี่ยวกับแรงจูงใจคือ มาสโลว์ ได้แบ่งความต้องการพื้นฐานออกเป็น 5 ประเภท คือ ความต้องการทางกาย (Physiological needs) ความต้องการความมั่นคง ปลอดภัยหรือสวัสดิการ (Safety needs) ความต้องการความรักและเป็นส่วนหนึ่งของหมู่ (Love & belong needs) ความต้องการรู้สึกว่าคุณค่า (Esteem needs) และความต้องการรู้จักตนเองและพัฒนาตนเองเต็มที่ตามศักยภาพของตน (self – actualization needs) มาสโลว์ได้จัดลำดับขั้นของความต้องการจากต่ำไปสูง เริ่มจากความต้องการทางสรีระ ซึ่งมาสโลว์เชื่อว่าเป็นความต้องการพื้นฐานเป็นแรงผลักดันรุนแรงที่สุด ถ้าความต้องการนี้ขาด จะเป็นแรงผลักดันให้บุคคลนั้นมีพฤติกรรมตอบสนองจนเป็นที่พอใจ ถึงจะมีความต้องการขั้นสูงขึ้นไป ตัวอย่างเช่น คนที่มีความหิวมาก ๆ มักจะไม่สนใจว่าคนจะเป็นที่ยอมรับหรือของเพื่อนหรือไม่ หรือคนที่มีชีวิตอยู่ในช่วงที่อันตรายเพราะมีคนปองร้าย จะไม่มีความต้องการที่จะรู้สึกว่าคุณค่า ความต้องการขั้นสูงสุดคือ

ความต้องการที่จะรู้จักตนเองอย่างแท้จริง และพัฒนาตนเองตามศักยภาพของตน จะเกิดได้ก็ต่อเมื่อความต้องการทั้ง 4 ประเภท ได้รับการตอบสนองก่อน นอกจากความต้องการ 5 ประเภท ดังกล่าวแล้ว ทฤษฎีของมาสโลว์ยังมีความต้องการอีก 2 ประเภท รวมอยู่ด้วยนั่นคือ ความต้องการที่จะรู้และเข้าใจ (Need to know and understand) และความต้องการทางสุนทรียภาพ (Aesthetic needs) เป็นลำดับขั้นที่ 6 และลำดับขั้นที่ 7 ตามลำดับ

จากทฤษฎีแรงจูงใจของมาสโลว์ จะเห็นว่ามีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับการสร้างควมพึงพอใจในการเรียน จึงได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับแรงจูงใจเพิ่มเติม ดังนี้

แรงจูงใจภายในและแรงจูงใจภายนอก

สุรางค์ โคว์ตระกูล (2554, หน้า 169) ได้กล่าวว่า แรงจูงใจภายใน หมายถึงแรงจูงใจที่เกิดจากภายในตัวบุคคล และเป็นแรงขับที่ทำให้บุคคลนั้น แสดงพฤติกรรมโดยไม่หวังรางวัลหรือแรงเสริมภายนอก ตัวอย่างแรงจูงใจภายใน เช่น ความอยากที่จะมีสมรรถภาพ ส่วนวรรณี ลิ้มอักษร (2551, หน้า 117) ได้กล่าวถึงแรงจูงใจภายใน เป็นแรงจูงใจให้บุคคลเกิดความสนใจ พยายามแสวงหาความรู้ มีการฝึกฝน ทุ่มเทศกำลังความสามารถในการทำงานให้ประสบความสำเร็จโดยไม่หวังรางวัล แต่บุคคลใช้ความสำเร็จในกิจกรรมหรืองานที่ทำเป็นรางวัลสำหรับตนเองเรียบร้อยแล้ว หรือสรุปได้ว่า แรงจูงใจภายในเป็นแรงจูงใจให้บุคคลแสดงพฤติกรรมหรือทำกิจกรรมบางอย่างอย่างมีความสุข ด้วยความเต็มใจ และมุ่งกระทำเพื่อความสำเร็จ ความภาคภูมิใจ หรือกระทำโดยมีจุดหมายปลายทางอยู่ที่กิจกรรม เช่นศึกษาเล่าเรียนหรืออ่านหนังสือเพราะอยากรู้

สุรางค์ โคว์ตระกูล (2554, หน้า 171) ได้กล่าวว่า แรงจูงใจภายนอก หมายถึง แรงจูงใจที่ได้รับอิทธิพลจากภายนอก เช่น มาจากแรงเสริมชนิดต่าง ๆ ตั้งแต่คำชม จนถึงการได้รับรางวัลเป็นของขวัญ หรือเงินและตัวแปรต่าง ๆ ที่มาจากบุคคลและลักษณะของเหตุการณ์ สิ่งแวดล้อมภายนอก เช่น การให้ข้อมูลป้อนกลับ ความคาดหวังของผู้อื่น การอ้างสาเหตุพฤติกรรมโดยผู้อื่น การตั้งเป้าหมายในการทำงาน ในกรณีของนักเรียน การตั้งเป้าหมายว่าจะให้ได้เกรดดี เช่น A หรือ B ก็มีค่าอิทธิพลแรงจูงใจในการเรียนรู้ หรือความตั้งใจ ความคาดหวังของผู้ปกครอง รวมทั้งการตั้งรางวัลของผู้ปกครอง นักจิตวิทยาที่ได้ทำวิจัยเรื่องการเรียนการสอน ได้เห็นความสำคัญของแรงจูงใจภายนอก เพราะตระหนักว่าวิชาที่สอนในโรงเรียนไม่ได้มีคุณลักษณะหรือแรงจูงใจนักเรียนให้เรียนรู้ โดยอาศัยความสนใจในวิชา และสนุกสนานในประสบการณ์ จึงได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการใช้แรงจูงใจภายนอก ดังต่อไปนี้

- ครูควรบอกให้นักเรียนทราบว่าครูมีความคาดหวังอะไรจากนักเรียน เช่น ควรจะบอกวัตถุประสงค์ของบทเรียนให้แจ่มแจ้ง นักเรียนควรจะประกอบกิจกรรมอะไรบ้าง การวัดผล

และประเมินผลมีเกณฑ์อะไรบ้าง และเมื่อนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในบทเรียนและเรียนรู้แล้ว มีประโยชน์ที่จะได้รับอะไรบ้าง

- ครูควรจะให้ข้อมูลป้อนกลับแก่นักเรียนอย่างแจ่มแจ้ง ตรงกับความหมายของคำว่า “ข้อมูลป้อนกลับ” (Feedback) ซึ่งหมายความว่า การให้ข้อมูลข่าวสารให้นักเรียนเมื่อพบงานที่นักเรียนทำดีหรือไม่ดี ถูกหรือไม่ถูกอย่างไร โดยขยายความให้นักเรียนทราบว่า มีข้อดีและข้อเสียอะไรบ้าง

- ครูควรพยายามให้ข้อมูลป้อนกลับทันทีทุกโอกาสที่ทำได้ นอกจากนี้ควรจะให้บ่อยครั้ง เพื่อจะให้นักเรียนมีแรงจูงใจสม่ำเสมอ ผลก็คือ จะตั้งใจเรียนสม่ำเสมอ

ทั้งแรงจูงใจภายในและแรงจูงใจภายนอก มีความสำคัญต่อการจัดการเรียนการสอนพอ ๆ กัน ในหลายกิจกรรมอาจจูงใจภายในโดยการกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจ มีความอยากรู้อยากเห็น หรืออยากประสบความสำเร็จในการเรียนได้ แต่ก็ไม่อาจจูงใจได้ในทุกกิจกรรม บางครั้งจำเป็นต้องใช้การจูงใจภายนอกโดยการใช้เกรด คะแนนหรือ โอกาสทางสังคมมาเป็นเครื่องจูงใจ จึงจะทำให้ผู้เรียนมีความแรงจูงใจในการเรียนเกิดขึ้น ซึ่งผลจากการจูงใจก็อาจจะสามารถสร้างความพึงพอใจในการเรียนได้

ความสำคัญของแรงจูงใจในการเรียนการสอน

วรรณิ ลิ้มอักษร (2551, หน้า 131) กล่าวว่า แรงจูงใจเป็นองค์ประกอบสำคัญของการเรียนการสอน ซึ่งมีความสำคัญในแง่มุมต่าง ๆ ดังนี้

1. สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียน ความตั้งใจ และมีความพยายามในการเรียน การเข้าร่วมกิจกรรมหรือการทำงานต่าง ๆ สูง
2. ช่วยให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียน โดยทำงานตามความสามารถ และความถนัดที่มีอยู่อย่างเต็มที่
3. ช่วยกระตุ้นและชี้แนะแนวทางให้ผู้เรียนมีการประพฤติปฏิบัติในทางที่ดีงาม
4. ช่วยให้ผู้เรียนทราบถึงระดับความสามารถที่ตนเองมีอยู่
5. ช่วยปลูกฝังเจตคติที่ดีต่อการเรียน

บทบาทของครูเกี่ยวกับการส่งเสริมแรงจูงใจ

สุรางค์ ไคว์ตระกูล (2554, หน้า 180) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการส่งเสริมแรงจูงใจที่เกี่ยวข้องกับครูและนักเรียนโดยตรง ดังนี้

1. การปรับปรุงวิธีการสอนของครูโดยตรง
 - 1.1 ควรจัดห้องเรียนให้มีบรรยากาศที่ท้าทายความอยากรู้อยากเห็น
 - 1.2 บอกวัตถุประสงค์ให้ชัดเจน

1.3 พยายามให้งานกับนักเรียนตามความสามารถและให้โอกาสนักเรียนทุกคน มีประสบการณ์เกี่ยวกับความสำเร็จในการเรียนรู้

1.4 พยายามให้ข้อมูลป้อนกลับแก่นักเรียนและให้นักเรียนใช้ข้อมูลป้อนกลับ ช่วยปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น

1.5 พยายามพบนักเรียนเป็นรายบุคคล

1.6 บรรยากาศของห้องเรียนต้องปราศจากการขู่เข็ญ

2. การทำงานร่วมกับนักเรียน

2.1 ช่วยนักเรียนในการตั้งจุดประสงค์การเรียนรู้

2.2 ช่วยนักเรียนให้รู้จักวางแผนในการทำงานทั้งระยะสั้นและระยะยาว

2.3 ช่วยให้นักเรียนรู้จักประเมินผลงานของงานที่ทำและนำข้อมูลย้อนกลับมา ใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอน

2.4 ช่วยนักเรียนวิเคราะห์สาเหตุของความสำเร็จหรือไม่ของงาน

2.5 ชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจในความแตกต่างระหว่างบุคคล

4.3 การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ

เกริก ท่วมกลาง และจินตนา ท่วมกลาง (2555, หน้า 274) ได้แนะนำขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1. ศึกษาหลักการ แนวคิด ทฤษฎีการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ

เป็นการศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นองค์ความรู้ในการสร้าง และพัฒนาแบบสอบถามได้ถูกต้อง

2. สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ

เป็นขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีการจัดกิจกรรม การเรียนรู้โดยใช้สื่อ/ นวัตกรรมประเภทนั้น ๆ โดยทั่วไปจะแยกประเด็นที่จะสร้างความพึงพอใจ ออกเป็นด้านเนื้อหา ด้านกิจกรรม ด้านภาษา ด้านรูปภาพประกอบ ด้านรูปเล่ม ด้านประโยชน์ที่ได้รับ เป็นต้น จากนั้นกำหนดแบบสอบถามทั้งหมด จำนวนข้อ เพื่อให้ครอบคลุมทุกด้านเกี่ยวกับ สอบถามความพึงพอใจ ส่วนมากนิยมสร้างแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ หรือ 3 ระดับสำหรับผู้เรียนเป็นเด็กเล็ก ๆ

3. ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ

เป็นการนำแบบสอบถามเสนอผู้เชี่ยวชาญในเบื้องต้น เพื่อขอคำแนะนำ หัวข้อ ประเมิน เป็นต้น

4. ประเมินความสอดคล้องของข้อคำถามกับเรื่องที่ถาม

เป็นการนำเสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 หรือ 5 คน เพื่อพิจารณาให้ความเห็นและลงคะแนน

5. วิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง

เป็นการนำคะแนนที่ได้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่า IOC เป็นรายชื่อ

6. ทดลองใช้

เป็นการนำแบบสอบถามมาทดลองใช้กับนักเรียนระดับเดียวกัน แล้วนำมาหาค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่น ซึ่งค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความพึงพอใจทั้งหมดตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป จึงจะเป็นแบบสอบถามที่มีค่าความเชื่อมั่น

7. จัดพิมพ์และนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

ไพศาล วรรค้ำ (2555, หน้า 251) ได้สรุปขั้นตอนการสร้างแบบสอบถาม มีขั้นตอนดังนี้

1. ระบุตัวแปรและกลุ่มประชากรที่จะศึกษา
2. กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรที่ต้องการวัด
3. ระบุวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งต้องพิจารณาถึงธรรมชาติของตัวแปรที่ศึกษา ธรรมชาติของกลุ่มประชากรเป้าหมาย และทรัพยากรที่มีอยู่ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
4. เลือกรูปแบบของแบบสอบถามที่ต้องการ
5. ร่างคำถามที่ต้องการถาม โดยการวางโครงสร้างของแบบสอบถามคร่าว ๆ ให้ครอบคลุมประเด็นที่ต้องการถาม เขียนข้อคำถามและเรียงลำดับคำถามก่อนหลังให้เหมาะสม
6. นำเสนอผู้เชี่ยวชาญด้านทางด้านเนื้อหา ด้านจิตวิทยา ด้านการวัดและประเมินผล หรือด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
7. ทดลองใช้แบบสอบถาม โดยอาจเริ่มด้วยการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างขนาดเล็กเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในข้อคำถาม และเก็บข้อมูลอื่น ๆ เพื่อปรับปรุงแบบสอบถามให้เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่าง หลังจากนั้นก็เขียนคำชี้แจง และนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ประมาณ 30-50 คน เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม และพิจารณาเวลาที่เหมาะสมในการตอบแบบสอบถาม โดยกลุ่มตัวอย่างที่ทดลองใช้เครื่องมือต้องเป็นคนละกลุ่มกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย แต่มีลักษณะที่คล้ายกัน
8. พิจารณาคัดเลือกหรือปรับปรุงแบบสอบถามในกรณีที่มีความเชื่อมั่นต่ำ โดยอาจมีการตัดข้อคำถามบางข้อหรือเพิ่มข้อคำถามตามความเหมาะสม แต่ต้องคงข้อคำถามที่ครอบคลุมประเด็นที่ต้องการวัดหรือตัวแปรที่ต้องการศึกษา ปรับปรุงคำถามและกลุ่มตัวเลือกให้ชัดเจน

เหมาะสม ปรับปรุงคำชี้แจง เขียนจุดมุ่งหมายของแบบสอบถาม ขอความร่วมมือในการตอบ
ตลอดจนให้สัญญาต่าง ๆ ที่จะรักษาความลับของผู้ตอบ

9. จัดทำแบบสอบถามฉบับสมบูรณ์

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาบทเรียน โปรแกรม ดังนี้

อรสุชา มูลประसार (2556, หน้า 69) ได้สร้างบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง
ระบบจำนวนจริง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า

1. บทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนจริง สำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 81.67/78.22 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 75/75
2. ค่าดัชนีประสิทธิผลของบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนจริง
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่าเท่ากับ 0.6475
3. นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนจริง มี
เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ด้วยบทเรียนดังกล่าวอยู่ในระดับเห็นด้วย

อัมพร ดอนชัย (2546, บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อสร้างบทเรียน โปรแกรมวิชา
คณิตศาสตร์เรื่อง สมการและการแก้สมการ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า
บทเรียน โปรแกรมทุกชุดมีประสิทธิภาพ 80/80 ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ การศึกษาการเปรียบเทียบคะแนน
หลังเรียนและก่อนเรียนที่เรียนด้วยบทเรียน โปรแกรมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ
0.01 ผลการศึกษาความคงทนของการเรียนรู้โดยการเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรม จากการ
เปรียบเทียบคะแนนการทดสอบหลังเรียน 2 ครั้ง เว้นระยะห่างกัน 4 สัปดาห์ ไม่แตกต่างกัน แสดง
ว่าการเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรมมีความคงทนของการเรียนรู้ และยังพบว่า โดยภาพรวมนักเรียนมี
เจตคติที่ดีต่อการเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรมในระดับเห็นด้วย

จารุณี อนันตริยกุล (2547, บทคัดย่อ) ได้ทำการพัฒนาบทเรียน โปรแกรมเรื่อง เศษส่วน
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนชาร โบริกันูเคราะห์ จังหวัดราชบุรี ผลการวิจัยพบว่า
ประสิทธิภาพของบทเรียน โปรแกรมเรื่องเศษส่วน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 90.55/82.80
เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และเจตคติของนักเรียนที่มีต่อบทเรียน โปรแกรมเรื่อง เศษส่วน
ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นอยู่ในระดับดี

สุกัลลักษณ์ สีใส (2545, หน้า 96) ได้พัฒนาบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์
ปัญหาสมการ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า บทเรียน โปรแกรมวิชา

คณิตศาสตร์เรื่องโจทย์ปัญหาสมการ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพ 91.43/86.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้

ศรินยา อินทรประเสริฐ (2556, บทคัดย่อ) ได้สร้างบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วนของพหุนาม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า บทเรียน โปรแกรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.58/78.19 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ค่าดัชนีประสิทธิผล มีค่าเท่ากับ 0.62 และ นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียน

พิกุลทอง บุญคำ (2557, บทคัดย่อ) ได้สร้างบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า บทเรียน โปรแกรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.65/84.55 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ค่าดัชนีประสิทธิผล มีค่าเท่ากับ 0.79 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และ นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียน

เอกพงษ์ โตชัยศรี (2556, บทคัดย่อ) ได้สร้างบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสตรีอ่างทอง จังหวัดอ่างทอง ผลการวิจัยพบว่า

1. บทเรียนโปรแกรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 77.67/76.43 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 ที่ตั้งไว้
2. ค่าดัชนีประสิทธิผลของบทเรียน มีค่าเท่ากับ 0.6803
3. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนโปรแกรมอยู่ในระดับมาก

ปุลณนุช รัตนกุล (2557, บทคัดย่อ) ได้สร้างบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเสนาให้ “วิมลวิทยานุกูล” อำเภอเสนาให้ จังหวัด สระบุรี ผลการวิจัยพบว่า บทเรียน โปรแกรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.46/76.43 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 ที่ตั้งไว้ มีค่าดัชนีประสิทธิผลของบทเรียนโปรแกรม เท่ากับ 0.70 และความพึงพอใจของนักเรียนต่อบทเรียนอยู่ในระดับมาก

อริสรา ชินตะวัน (2557, บทคัดย่อ) ได้สร้างบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เมทริกซ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนที่บึงกรวิทยาพัฒนา (ทวีวัฒนา) ใน พระราชูปถัมภ์ ฯ เขตทวีวัฒนา กรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า บทเรียน โปรแกรมที่สร้างขึ้นมี ประสิทธิภาพเท่ากับ 79.16/72.38 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 ที่ตั้งไว้ มีค่าดัชนีประสิทธิผลของบทเรียน โปรแกรม เท่ากับ 0.64 และความพึงพอใจของนักเรียนต่อบทเรียนอยู่ในระดับมาก

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้บทเรียน โปรแกรม พอดีสรุปได้ว่า ส่วนใหญ่แล้วบทเรียนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดและสามารถ

ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น แสดงให้เห็นว่าบทเรียน โปรแกรมเป็นสื่อการเรียน การสอนที่ดี เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องการดังกล่าว ผู้วิจัยเห็นว่าบทเรียน โปรแกรม เป็นสื่อการเรียนการสอนหรือเครื่องมือทางการศึกษาที่มีประสิทธิภาพอย่างหนึ่ง เหมาะสมที่จะ นำไปใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดีและเป็นสื่อการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียน เรียนเป็นรายบุคคลตามความสามารถและศักยภาพของตนเอง โดยมีครูเป็นผู้วางแผนการจัดการ เกี่ยวกับการเรียนรู้ และนอกจากนี้บทเรียน โปรแกรม เป็นสื่อสิ่งพิมพ์ที่เหมาะสมกับการให้นักเรียน ได้ เรียนรู้ด้วยตนเองหรือเพื่อใช้ทบทวนบทเรียนที่นักเรียนยังขาดความรู้ความเข้าใจอย่างถ่องแท้ การนำบทเรียนโปรแกรมมาใช้จะเป็นการช่วยสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ได้เป็นอย่างดี เนื่องจากบทเรียน โปรแกรมเป็นบทเรียนที่นำเนื้อหาสาระที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแตกเป็นหน่วยย่อย เพื่อให้ง่ายต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน จะเริ่มต้นจากเนื้อหาอย่างง่าย และค่อย ๆ เพิ่มยากขึ้นตามลำดับ ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ตามความสามารถและพื้นฐานของตนเอง ซึ่งอาจใช้เวลาในการเรียนรู้แตกต่างกัน ไปในแต่ละบุคคลและสามารถตรวจสอบผลการเรียนรู้ได้ทันที นอกจากนี้แล้ว ผู้เรียนยังสามารถ ใช้ศึกษาได้ด้วยตนเองนอกเวลาเรียนได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสร้างบทเรียน โปรแกรมวิชา คณิตศาสตร์เพิ่มเติมเรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อใช้ ประกอบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งบทเรียนที่สร้างขึ้นนี้เป็น แบบเส้นตรง

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) มุ่งหวังเพื่อให้ได้บทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 และค่าดัชนีประสิทธิผลสูงกว่า 0.50 ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินการ ตามหัวข้อดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
 - 3.1 การสร้างบทเรียนโปรแกรม
 - 3.2 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้
 - 3.3 การสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 3.4 การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรม
4. แบบแผนการทดลอง
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ
8. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดปัตตานี ที่เรียนรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ตามหลักสูตรรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) จำนวน 5 ห้องเรียน นักเรียนทั้งสิ้น 197 คน ซึ่งนักเรียนแต่ละห้องเป็นแบบลดความสามารถของผู้เรียน

2. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/2 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดปัตตานี อำเภอเมืองปัตตานี จังหวัดปัตตานี 1 ห้องเรียน จำนวน 37 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เนื่องจากเป็นห้องเรียนที่ผู้วิจัยได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติการสอนและผลความสามารถของผู้เรียน ซึ่งสามารถใช้เป็นตัวแทนของนักเรียนที่เป็นประชากรได้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1. บทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 9 ชุด ประกอบด้วย

ชุดที่ 1 เรื่อง ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

ชุดที่ 2 เรื่อง มัชฐาน

ชุดที่ 3 เรื่อง ฐานนิยมและค่าเฉลี่ยเรขาคณิต

ชุดที่ 4 เรื่อง ค่าเฉลี่ยฮาร์มอนิก ข้อสังเกต และหลักเกณฑ์ในการใช้ค่ากลางชนิดต่าง ๆ

ชุดที่ 5 เรื่อง การวัดตำแหน่งที่ของข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่

ชุดที่ 6 เรื่อง พิสัย ส่วนเบี่ยงเบนควอร์ไทล์ และส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย

ชุดที่ 7 เรื่อง การวัดตำแหน่งที่ของข้อมูลที่แจกแจงความถี่เป็นอันตรภาคชั้น

ชุดที่ 8 เรื่อง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และความแปรปรวนของข้อมูล

ชุดที่ 9 เรื่อง การวัดการกระจายสัมพัทธ์ของข้อมูล

2. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

3. แผนการจัดการเรียนรู้ประกอบการใช้บทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

4. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น จำนวน 13 ข้อ

การสร้างและการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. การสร้างบทเรียนโปรแกรม

ในการสร้างบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

1.1 วิเคราะห์สาระการเรียนรู้

1.1.1 ศึกษาหลักการ ทฤษฎีและวิธีการสร้างบทเรียน โปรแกรมจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.1.2 ศึกษาเนื้อหาและผลการเรียนรู้ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล จากหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติมคณิตศาสตร์ เล่ม 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 และคู่มือครู จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ เพื่อกำหนด เวลาเรียน การแบ่งเนื้อหาและคำแนะนำในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

1.2 กำหนดขอบข่ายเนื้อหาและเวลาเรียน

วิเคราะห์เนื้อหา และเวลาเรียน เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยแบ่งเนื้อหาที่ใช้ในการจัดทำบทเรียน โปรแกรม ออกเป็น 3 ตอน จำนวนทั้งสิ้น 9 ชุด ใช้เวลาในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้บทเรียน โปรแกรม เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น จำนวน 20 คาบ ดังตาราง

ตารางที่ 3-1 รายละเอียดของบทเรียน โปรแกรม เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

ชุดที่	หน่วย/เนื้อหา	เวลา (คาบ)
ตอนที่ 1 การหาค่ากลางของข้อมูล		
1	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต	3
2	มัธยฐาน	2
3	ฐานนิยมและค่าเฉลี่ยเรขาคณิต	2
4	ค่าเฉลี่ยฮาร์มอนิก ข้อสังเกต และหลักเกณฑ์ในการใช้ค่ากลางชนิดต่าง ๆ	2
ตอนที่ 2 การวัดตำแหน่งที่ของข้อมูล		
5	การวัดตำแหน่งที่ของข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่	2
6	การวัดตำแหน่งที่ของข้อมูลที่ได้แจกแจงความถี่เป็นอันตรภาคชั้น	2

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

ชุดที่	หน่วย/เนื้อหา	เวลา (คาบ)
ตอนที่ 3 การวัดการกระจายของข้อมูล		
7	พิสัย ส่วนเบี่ยงเบนควอร์ไทล์ และส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย	3
8	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และความแปรปรวนของข้อมูล	2
9	การวัดการกระจายสัมพัทธ์ของข้อมูล	2
รวม		20

1.3 กำหนดผลการเรียนรู้และวัตถุประสงค์ ดังนี้

1.3.1 กำหนดผลการเรียนรู้ ที่สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ตามหลักสูตร การเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ตามหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมคณิตศาสตร์ เล่ม 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ ดังนี้

ตารางที่ 3-2 ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
1. เลือกวิธีวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นและอธิบายผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้ถูกต้อง	- การหาค่ากลางของข้อมูล - การวัดตำแหน่งที่ของข้อมูล - การวัดการกระจายของข้อมูล
2. นำความรู้เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลไปใช้ได้	- โจทย์ปัญหา

1.3.2 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน โปรแกรมในแต่ละชุด ดังนี้

ตารางที่ 3-3 จุดประสงค์การเรียนรู้

ชุดที่	เรื่อง	จุดประสงค์การเรียนรู้
1	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต	<p>นักเรียนสามารถ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. หาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่ไม่แจกแจงความถี่ได้ 2. หาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่แจกแจงความถี่ได้ 3. หาค่าเฉลี่ยเลขคณิตแบบถ่วงน้ำหนักได้ 4. หาค่าเฉลี่ยเลขคณิตรวมได้ 5. บอกสมบัติของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลได้ 6. นำสมบัติของค่าเฉลี่ยเลขคณิตไปใช้ในการแก้ปัญหาได้
2	มัธยฐาน	<p>นักเรียนสามารถ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. อธิบายความหมายของมัธยฐานได้ 2. หาค่ามัธยฐานของข้อมูลที่ไม่แจกแจงความถี่ได้ 3. หาค่ามัธยฐานของข้อมูลที่แจกแจงความถี่ได้ 4. นำสมบัติของมัธยฐานไปใช้ในการแก้ปัญหาได้
3	ฐานนิยมและค่าเฉลี่ยเรขาคณิต	<p>นักเรียนสามารถ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. บอกความหมายของฐานนิยมได้ 2. หาฐานนิยมของข้อมูลที่ไม่แจกแจงความถี่ได้ 3. หาฐานนิยมของข้อมูลที่แจกแจงความถี่ได้ 4. ค่าเฉลี่ยเรขาคณิตของข้อมูลที่ไม่แจกแจงความถี่ได้
4	ค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิก ข้อสังเกต และ หลักเกณฑ์ในการใช้ ค่ากลางชนิดต่าง ๆ	<p>นักเรียนสามารถ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิกของข้อมูลที่ไม่แจกแจงความถี่ได้ 2. สามารถเลือกใช้และอธิบายค่ากลางชนิดต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับข้อมูลได้
5	การวัดตำแหน่งที่ของ ข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจง ความถี่	<p>นักเรียนสามารถ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. อธิบายความหมายของการวัดตำแหน่งที่ของข้อมูลได้ 2. หาควอร์ไทล์ของข้อมูลที่ไม่แจกแจงความถี่ได้ 3. หาเดซิล์ของข้อมูลที่ไม่แจกแจงความถี่ได้ 4. หาเปอร์เซ็นต์ไทล์ของข้อมูลที่ไม่แจกแจงความถี่ได้

ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

ชุดที่	เรื่อง	จุดประสงค์การเรียนรู้
6	การวัดตำแหน่งที่ของ ข้อมูลที่แจกแจงความถี่ เป็นอันตรภาคชั้น	นักเรียนสามารถ 1. หาคอว์ไทล์ของข้อมูลที่แจกแจงความถี่ได้ 2. หาเดไซล์ของข้อมูลที่แจกแจงความถี่ได้ 3. หาเปอร์เซ็นต์ไทล์ของข้อมูลที่แจกแจงความถี่ได้
7	พิสัย ส่วนเบี่ยงเบน คอว์ไทล์ และ ส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย	นักเรียนสามารถ 1. ระบุวิธีการวัดการกระจายสัมบูรณ์ได้ 2. หาพิสัยของข้อมูลที่กำหนดให้ 3. หาส่วนเบี่ยงเบนคอว์ไทล์ของข้อมูลที่กำหนดให้ 4. หาส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยของข้อมูลที่กำหนดให้
8	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และความแปรปรวนของ ข้อมูล	นักเรียนสามารถ 1. หาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจง ความถี่ได้ 2. หาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลที่แจกแจงความถี่ได้ 3. หาคความแปรปรวนของข้อมูลที่กำหนดให้ 4. บอกและอธิบายสมบัติของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานได้
9	การวัดการกระจาย สัมพัทธ์ของข้อมูล	นักเรียนสามารถ 1. ระบุวิธีการวัดการกระจายสัมพัทธ์ได้ 2. หาสัมประสิทธิ์ของพิสัยได้ 3. หาสัมประสิทธิ์ของส่วนเบี่ยงเบนคอว์ไทล์ได้ 4. หาสัมประสิทธิ์ของส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยได้ 5. หาสัมประสิทธิ์ของความแปรผันได้ 6. เปรียบเทียบการกระจายของข้อมูลตั้งแต่ 2 ชุดขึ้นไปได้

1.4 สร้างบทเรียนโปรแกรมเป็นแบบเส้นตรง โดยยึดหลักการและวิธีการสร้างตามที่ได้ศึกษามาแล้ว ให้ครอบคลุมเนื้อหาตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ บทเรียน โปรแกรมแต่ละชุดจะมีกรอบเนื้อหา กรอบนำเสนอตัวอย่าง กรอบแบบฝึกหัด และมีกรอบเฉลยแบบฝึกหัด ตามลำดับ และจะมีแนวทางการประเมินตนเอง และคำแนะนำให้ผู้เรียนปฏิบัติ

1.5 สร้างแบบทดสอบหลังเรียนของบทเรียน โปรแกรมแต่ละชุด ให้สอดคล้องกับ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ โดยมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1.5.1 สร้างแบบทดสอบที่วัดพฤติกรรมการเรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ในบทเรียน โปรแกรมแต่ละชุด ให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้

1.5.2 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ ชุดเดิมจำนวน 3 คน พิจารณา ความสอดคล้องของข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ พร้อมทั้งเนื้อหา จำนวน ภาษา โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบวัดตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบวัดไม่ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

และนำผลที่ได้คำนวณหาค่า IOC เป็นรายชื่อ แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

1.6 นำบทเรียน โปรแกรมพร้อมแบบทดสอบหลังเรียนที่สร้างขึ้นเสนอผู้เชี่ยวชาญ ด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความถูกต้องของ ภาษาที่ใช้ และการออกแบบบทเรียน โปรแกรม แล้วนำบทเรียน โปรแกรมมาปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติม

1.7 นำบทเรียน โปรแกรมที่ปรับปรุงแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้อง และประเมินความเหมาะสมโดยใช้แบบประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ 5 4 3 2 และ 1 ตามลำดับ โดยยึดเกณฑ์ความเหมาะสมตั้งแต่ระดับคะแนนเฉลี่ย 3.50 ขึ้น ไปจึงถือว่าเป็น บทเรียนที่ใช้ได้ (เกริก ท่วมกลาง และจินตนา ท่วมกลาง, 2555)

1.8 นำบทเรียน โปรแกรมที่ได้ปรับปรุงแก้ไข ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทดสอบประสิทธิภาพโดยการทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดปัตตานี อำเภอเมืองปัตตานี จังหวัดปัตตานี โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว

นำบทเรียน โปรแกรมเรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับ นักเรียน จำนวน 3 คน จากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียน เบญจมราชูทิศ จังหวัดปัตตานี ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วยคนเก่ง 1 คน ปานกลาง 1 คนและ อ่อน 1 คน โดยทดลองใช้กับนักเรียนแบบตัวต่อตัว เพื่อตรวจสอบความชัดเจนของภาษา ความยากง่ายของเนื้อหา ความเหมาะสมของเวลา ความเหมาะสมเนื้อหาแต่ละกรอบ ความเหมาะสมของ คำถาม โดยให้ผู้เรียนเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรม แสดงความคิดเห็น และมีการทดสอบหลังเรียน แล้วนำผลที่ได้มาหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียน โปรแกรม และนำข้อคิดเห็นและข้อสังเกต เหล่านั้นเป็นข้อสรุปเพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ของบทเรียน โปรแกรม

ขั้นการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม

นำบทเรียนโปรแกรม เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียน จำนวน 6 คน จากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดปัตตานี ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วยคนเก่ง 2 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 2 คน โดยให้นักเรียนเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรมด้วยตนเองและมีการทดสอบเก็บคะแนนหลังเรียนของบทเรียน โปรแกรมแต่ละชุด และทำทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แล้วนำผลที่ได้มาหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรม และข้อบกพร่องของบทเรียนมาปรับปรุงแก้ไข และจัดพิมพ์เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

ขั้นการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม

นำบทเรียน โปรแกรม เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/2 โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดปัตตานี จำนวน 37 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ที่ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน โปรแกรม ศึกษาดัชนีประสิทธิผลของบทเรียน โปรแกรมและศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรม

2. การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ ได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดปัตตานี

2.2 ศึกษาสาระ ผลการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ สำหรับเนื้อหา เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

2.3 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการและวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับบทเรียน โปรแกรม เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

2.4 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ในบทเรียน โปรแกรม เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย

2.4.1 ผลการเรียนรู้

2.4.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ ด้านความรู้ ด้านทักษะและกระบวนการ และด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

2.4.3 สาระการเรียนรู้

2.4.4 กิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วยขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นจัดกิจกรรม การเรียนการสอนและขั้นสรุป

2.4.5 สื่อการเรียนรู้

2.4.6 การวัดผลและประเมินผล

2.4.7 บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

2.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบการใช้บทเรียน โปรแกรม เรื่อง การวิเคราะห์ ข้อมูลเบื้องต้น ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความ เหมาะสมและความถูกต้องของจุดประสงค์การเรียนรู้ สารการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ/ แหล่งเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผล ภาษาและระยะเวลาที่ใช้

2.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้ในการวิจัย

3. การสร้างและหาคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

3.1 ศึกษาหลักสูตร คู่มือครู แบบเรียน และวิธีสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

3.2 ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหาและผลการเรียนรู้ เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อกำหนด จุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวนข้อสอบ พฤติกรรมที่ใช้วัดในแต่ละเนื้อหา หรือจุดประสงค์การเรียนรู้

3.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 38 ข้อ ให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้

3.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่สร้างขึ้นเสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน เพื่อพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ซึ่งเป็นการตรวจสอบความสอดคล้องของ ข้อสอบกับจุดประสงค์ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบวัดตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบวัดไม่ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

นำผลจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคำนวณหาค่า IOC (Index of item objective congruence) เป็นรายชื่อ พิจารณาคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป แล้วจัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบ ฉบับใหม่

3.5 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้ไปทดลองใช้ (Try-out)

กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/5 โรงเรียนเคหะปัตตนิยานุกูล อำเภอเมืองปัตตานี จังหวัดปัตตานี จำนวน 40 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ซึ่งได้เรียนเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ผ่านมาแล้ว และตรวจให้คะแนน ถ้านักเรียนตอบตัวเลือกที่ถูกต้องได้ 1 คะแนน ถ้าตอบตัวเลือกอื่นได้ 0 คะแนน แล้วนำคะแนนที่ได้ไปหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายชื่อ

3.6 คัดเลือกแบบทดสอบแบบเลือกตอบที่มีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จำนวน 30 ข้อ โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาค่า p และ r ตามที่สมนึก กัททิษณี (2553) แนะนำไว้

3.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่คัดเลือกแล้ว จำนวน 30 ข้อ หาค่าความเชื่อมั่นโดยการคำนวณจากสูตร KR-20 ของ คูเดอร์- ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson formula)

3.8 จัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์

4. การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนโปรแกรม เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

4.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนโปรแกรม จากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

4.2 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนโปรแกรม เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นจำนวน 15 ข้อ มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มี 5 ระดับและข้อความเป็นทางบวก ซึ่งมีเกณฑ์การตรวจให้คะแนนในแต่ละรายการความพึงพอใจ ดังนี้

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

และประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนโปรแกรม โดยใช้เกณฑ์ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, หน้า 162) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00	หมายถึง	นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50	หมายถึง	นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50	หมายถึง	นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50	หมายถึง	นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับน้อย
ค่าเฉลี่ย 0.00 – 1.50	หมายถึง	นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

4.3 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างขึ้นจำนวน 15 ข้อ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมของคำถามและภาษาที่ใช้ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าคำถามมีความเหมาะสม

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าคำถามมีความเหมาะสม

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าคำถามวัดไม่เหมาะสม

นำผลจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคำนวณหาค่า IOC เป็นรายชื่อ พิจารณาคัดเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป แล้วจัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับใหม่

4.4 จัดทำเป็นแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรม เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น เป็นฉบับสมบูรณ์แล้วนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

แบบแผนการทดลอง

การวิจัยนี้ได้ใช้แบบแผนการทดลอง มีกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One Group Pretest Posttest Design) (อนุวัติ คุณแก้ว, 2555, หน้า 118) ดังนี้

ตารางที่ 3-4 แบบแผนการทดลอง

สอบก่อนเรียน	ทดลอง	สอบหลังเรียน
T_1	X_1	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

T_1 หมายถึง การทดสอบก่อนเรียน (Pretest)

X_1 หมายถึง การทดลองใช้บทเรียน โปรแกรม

T_2 หมายถึง การทดสอบหลังเรียน (Posttest)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองสอนด้วยตนเอง โดยใช้บทเรียนโปรแกรมและเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ชี้แจงให้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทราบ เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนโปรแกรม เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ในคาบแรก
2. ทำการทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ใช้เวลา 1 คาบ (คาบละ 50 นาที)
3. ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรม จำนวน 9 ชุด สัปดาห์ละ 4 คาบ โปรแกรม จำนวนทั้งสิ้น 20 คาบ เป็นเวลา 5 สัปดาห์พร้อมบันทึกคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนในบทเรียนโปรแกรมแต่ละชุดเป็นคะแนนระหว่างเรียน
4. หลังจากเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรมเสร็จสิ้นทั้ง 9 ชุด แล้วในคาบต่อไป (ไม่ควรเกิน 3 วันหลังจากเรียนเสร็จ) ให้นักเรียนทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ฉบับเดียวกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียน ใช้เวลา 1 คาบ
5. ให้นักเรียนทำแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น โดยให้นักเรียนทำนอกเวลาเรียน
6. ตรวจสอบให้คะแนนจากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และแบบสอบถามความพึงพอใจ แล้วนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยนี้ได้วิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. ทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียน โปรแกรม เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น โดยการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) จากค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่ม ที่ได้จากการทำแบบทดสอบย่อยหรือแบบทดสอบหลังเรียน ในบทเรียน โปรแกรมแต่ละชุดรวมกันกับประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) หาจากค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่ม ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น หลังสิ้นสุดการทดลอง จากนั้นนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบและหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70
2. หาค่าดัชนีประสิทธิผลของบทเรียนโปรแกรม วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการนำคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนนำไปวิเคราะห์

3. หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการให้นักเรียนตอบแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรม

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง กำหนดโดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

1. ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (Index of item objective congruence : IOC) (สมนึก ภัททิยธนี, 2553, หน้า 220)

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

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2. หาค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อเฉพาะตัวถูก (สมนึก ภัททิยธนี, 2553, หน้า 199) จากสูตร

$$p = \frac{H + L}{2N}$$

และ
$$r = \frac{H - L}{N}$$

เมื่อ p แทน ค่าความยากของข้อสอบ

r แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงตอบถูก

L แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำตอบถูก

N แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

3. ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบแบบเลือกตอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน กำหนดได้จากสูตรดังต่อไปนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2553, หน้า 223)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \frac{\sum p_i q_i}{S^2}$$

เมื่อ r_{tt}	แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
n	แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบทั้งฉบับ
p	แทน อัตราส่วนของผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้น
q	แทน อัตราส่วนของผู้ที่ตอบผิดในข้อนั้น
S^2	แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

4. ค่าประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น โดยใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพ E_1 / E_2 ของ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, หน้า 10) หาได้จากสูตรดังนี้

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1	แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ
$\sum X$	แทน คะแนนรวมของแบบฝึกปฏิบัติกิจกรรมหรืองานที่ทำระหว่างเรียน
A	แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกปฏิบัติทุกชิ้นรวมกัน
N	แทน จำนวนนักเรียน

$$\text{และ } E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2	แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
$\sum F$	แทน คะแนนรวมของผลลัพธ์หรือการประเมินหลังเรียน
B	แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
N	แทน จำนวนนักเรียน

5. ค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness index : E.I.) หาโดยใช้คะแนนรวมของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด มีสูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, หน้า 159)

$$E.I. = \frac{\text{ผลรวมคะแนนหลังเรียนของทุกคน} - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนของทุกคน}}{(\text{จำนวนนักเรียน} \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนของทุกคน}}$$

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของตัวอย่าง (Mean) คำนวณจากสูตร (สมนึก ภัททิยธนี, 2553, หน้า 237)

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

เมื่อ $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 n แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มตัวอย่าง

2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง (Standard deviation) คำนวณจากสูตร (สมนึก ภัททิยธนี, 2553, หน้า 250)

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

เมื่อ X แทน คะแนนของนักเรียนแต่ละคน
 \bar{X} แทน คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
 n แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4

ผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัย ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ข้อมูล แปลผล และนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

ลำดับขั้นในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 6 ตอน ตามลำดับ ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ตอนที่ 2 ผลการสร้างบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล

เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และการทดสอบประสิทธิภาพ แบบเดี่ยว และแบบกลุ่ม

ตอนที่ 3 ผลการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วย

บทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง

การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการ ทดลองใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

ตอนที่ 5 ผลการศึกษาดัชนีประสิทธิผลของบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง

การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ตอนที่ 6 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียน โปรแกรมวิชา

คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบที่นำไปใช้ในการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนซึ่งนำผลที่ได้ไปหาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) และหาค่าดัชนีประสิทธิผลของบทเรียน โปรแกรม เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น แบบทดสอบที่สร้างขึ้นนี้เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ โดยออกข้อสอบให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร จำนวน 38 ข้อ หลังจากนั้นดำเนินการ ดังนี้

1.1 ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา และความสอดคล้องระหว่างข้อสอบ และจุดประสงค์การเรียนรู้ IOC ซึ่งผลปรากฏว่า มีข้อสอบที่มีค่า IOC ไม่ต่ำกว่า 0.5 จำนวน 36 ข้อ โดยมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 ถึง 1.00 แล้วจัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับใหม่ (รายละเอียดในภาคผนวก ข หน้า 95)

1.2 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้จำนวน 36 ข้อไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/5 โรงเรียนเคหะปัตตานยานุกูล อำเภอเมืองปัตตานี จังหวัดปัตตานี จำนวน 40 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ซึ่งได้เรียน เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ผ่านมาแล้ว เพื่อหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อ ผลปรากฏว่าแบบทดสอบที่ได้มีค่าความยากอยู่ในเกณฑ์ตั้งแต่ 0.2 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนก 0.2 ขึ้นไป มีจำนวน 32 ข้อ จึงได้คัดเลือกให้เหลือเพียง 30 ข้อ ให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้มีค่าความยากตั้งแต่ 0.40 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.65 (รายละเอียดในภาคผนวก ข หน้า 97)

1.3 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่คัดเลือกแล้ว จำนวน 30 ข้อ หาค่าความเชื่อมั่น ปรากฏว่าได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.84 (รายละเอียดในภาคผนวก ข หน้า 99)

ตอนที่ 2 ผลการสร้างบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวและแบบกลุ่ม

ในการวิจัยนี้ ได้สร้างบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 9 ชุด เป็นบทเรียน โปรแกรมแบบเส้นตรง ในบทเรียนแต่ละชุด ได้สร้างแบบทดสอบหลังเรียนของบทเรียน โปรแกรม ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ โดยสร้างแบบทดสอบที่วัดพฤติกรรมการเรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ในบทเรียน โปรแกรมแต่ละชุด ให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) เป็นรายชื่อ ปรากฏว่าข้อสอบที่ได้ทุกข้อมีค่า IOC มากกว่า 0.50 โดยมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 ถึง 1.00 (รายละเอียดในภาคผนวก ข หน้า 104)

เมื่อสร้างบทเรียน โปรแกรมและแบบทดสอบหลังเรียนของแต่ละชุดแล้ว ได้ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความถูกต้องของภาษาที่ใช้ แล้วนำบทเรียน โปรแกรมมาปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติม หลังจากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมประเมินความเหมาะสมโดยใช้แบบประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ 5 4 3 2 และ 1 ตามลำดับ โดยยึดเกณฑ์ความเหมาะสมตั้งแต่ระดับคะแนนเฉลี่ย 3.50 ขึ้นไปจึงถือว่าเป็นบทเรียนที่ใช้ได้ ซึ่งปรากฏว่าโดยภาพรวมบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น มีคะแนนประเมินเฉลี่ยเท่ากับ 4.21 ซึ่งมีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้ (รายละเอียดในภาคผนวก ค หน้า 107)

เมื่อสร้างบทเรียน โปรแกรมและแบบทดสอบหลังเรียนของแต่ละชุด แล้วผ่านขั้นตอนการให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและประเมิน ได้นำไปทดลองใช้เบื้องต้น เพื่อตรวจสอบความชัดเจนของภาษา ความยากง่ายของเนื้อหา ความเหมาะสมของเวลา ความเหมาะสมเนื้อหาแต่ละกรอบ และทดสอบประสิทธิภาพในขั้นการทดสอบแบบเดี่ยว และแบบกลุ่มในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ดังนี้

ขั้นการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว

นำบทเรียน โปรแกรมเรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียน จำนวน 3 คน จากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดปัตตานี ประกอบด้วยคนเก่ง 1 คน ปานกลาง 1 คนและอ่อน 1 คน โดยทดลองใช้กับนักเรียนแบบตัวต่อตัว เพื่อตรวจสอบความชัดเจนของภาษา ความยากง่ายของเนื้อหา ความเหมาะสมของเวลา ความเหมาะสมเนื้อหาแต่ละกรอบ ความเหมาะสมของคำถาม เพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง ต่าง ๆ ในบทเรียน โปรแกรม และทดสอบประสิทธิภาพในเบื้องต้น

ปรากฏว่า ประสิทธิภาพของบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น จากการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวนี้อาจมีค่า 76.54/74.44 (รายละเอียดในภาคผนวก ค หน้า 108)

ขั้นการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม

นำบทเรียน โปรแกรม เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขหลังจาก ขั้นการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียน จำนวน 6 คน จากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดปัตตานี ประกอบด้วยคนเก่ง 2 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 2 คน โดยให้นักเรียนเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรมด้วยตนเอง เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนหลังจากที่ทำการปรับปรุงแก้ไขแล้ว ปรากฏว่า ประสิทธิภาพของบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น จากการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม มีค่า 76.85/75.00 (รายละเอียดในภาคผนวก ค หน้า 109)

หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงพัฒนาบทเรียนให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ก่อนที่จะนำไปทดลองในขั้นการทดสอบประสิทธิภาพกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างต่อไป

ตอนที่ 3 ผลการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ผู้วิจัยสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรม เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น จำนวน 15 ข้อ มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด แล้วนำแบบสอบถามที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมของคำถามและภาษาที่ใช้ และประเมินความเหมาะสม นำผลจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคำนวณหาค่า IOC เป็นรายชื่อ พิจารณาคัดเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ปรากฏว่ามีข้อคำถามที่คัดเลือกได้จำนวน 13 ข้อ ซึ่งมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 ถึง 1.00 แล้วจัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับใหม่เพื่อนำไปใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างต่อไป (รายละเอียดในภาคผนวก ง หน้า 113-114)

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง

การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการทดลองใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

จากการนำบทเรียน โปรแกรมที่ผ่านการประเมินเบื้องต้นจากผู้เชี่ยวชาญ และแก้ไขปรับปรุงจากการทดสอบประสิทธิภาพจากเบื้องต้นในขั้นการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว และขั้นการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มแล้วไปใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 6/2 โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดปัตตานี ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557
จำนวน 37 คน ปรากฏผลดังตาราง

ตารางที่ 4-1 ประสิทธิภาพของบทเรียน โปรแกรมจำแนกรายชุด ตามเกณฑ์ E_1

ชุด ที่	เรื่อง	คะแนน เต็ม	คะแนน เฉลี่ย	คิดเป็น ร้อยละ
1	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต	8	6.43	80.38
2	มัธยฐาน	6	4.70	78.33
3	ฐานนิยมและค่าเฉลี่ยเรขาคณิต	5	4.16	83.20
4	ค่าเฉลี่ยฮาร์มอนิก ข้อสังเกต และหลักเกณฑ์ในการใช้ ค่ากลางชนิดต่าง ๆ	6	4.65	77.50
5	การวัดตำแหน่งที่ของข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่	6	4.59	76.50
6	พิสัย ส่วนเบี่ยงเบนควอร์ไทล์ และส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย	5	4.03	80.60
7	การวัดตำแหน่งที่ของข้อมูลที่ได้แจกแจงความถี่เป็น อันตรภาคชั้น	6	4.57	76.17
8	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และความแปรปรวนของข้อมูล	6	4.54	75.67
9	การวัดการกระจายสัมพัทธ์ของข้อมูล	6	4.46	74.33
รวม		54	42.13	78.02

จากตารางที่ 4-1 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบย่อยในบทเรียน
โปรแกรม จากการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง มีคะแนนเฉลี่ย
42.13 คะแนน จากคะแนนเต็ม 54 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 78.02

ตารางที่ 4-2 ประสิทธิภาพของบทเรียน โปรแกรม ตามเกณฑ์ E_2

การทดสอบ	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	คิดเป็นร้อยละ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	30	22.86	76.20

จากตารางที่ 4-2 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรม เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น จากการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง มีคะแนนเฉลี่ย 22.86 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.20

จากตารางที่ 4-1 และตารางที่ 4-2 สรุปได้ว่า บทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 78.02/76.20 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 70/70 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

ตอนที่ 5 ผลการศึกษาดัชนีประสิทธิผลของบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง

การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ผลการศึกษาดัชนีประสิทธิผลของบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปรากฏผลดังตาราง

ตารางที่ 4-3 ดัชนีประสิทธิผลของบทเรียน โปรแกรม

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	คะแนนรวม	\bar{X}	E.I.	คิดเป็นร้อยละ
ก่อนเรียน	37	30	359	9.70	0.6485	64.85
หลังเรียน	37	30	846	22.86		

จากตารางที่ 4-3 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดปัตตานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 37 คน ก่อนเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรม สามารถทำคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียน ด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีคะแนนเต็ม 30 คะแนน ได้คะแนนรวมของนักเรียน ทั้งหมด 359 คะแนน มีคะแนนเฉลี่ย 9.70 คะแนน และหลังเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรมสามารถทำ คะแนนรวมจากการทดสอบด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดเดิม ได้คะแนนรวม ของนักเรียนทั้งหมด 846 คะแนน มีคะแนนเฉลี่ย 22.86 คะแนน หากค่าดัชนีประสิทธิผลของบทเรียน โปรแกรมได้เท่ากับ 0.6485 แสดงว่าหลังจากใช้บทเรียน โปรแกรม ผู้เรียนมีคะแนนเพิ่มขึ้นร้อยละ 64.85 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

ตอนที่ 6 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ปรากฏผลดังตาราง

ตารางที่ 4-4 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความพึงพอใจ

ข้อที่	รายการ	\bar{X}	S.D.	แปลผล
1	การจัดเรียงลำดับจากง่ายไปยากของตัวอย่าง	4.38	0.55	มาก
2	จำนวนข้อของตัวอย่าง	4.68	0.53	มากที่สุด
3	เฉลยแบบฝึกหัดมีความละเอียดชัดเจน อ่านเข้าใจง่าย	3.92	0.43	มาก
4	การเรียนโดยใช้บทเรียน โปรแกรมไม่น่าเบื่อหน่าย	4.00	0.00	มาก
5	บทเรียน โปรแกรมแต่ละชุดมีเนื้อหาไม่มากหรือน้อยเกินไป	4.08	0.55	มาก
6	แบบทดสอบหลังเรียนของชุด ไม่ยากหรือง่ายเกินไป	4.14	0.59	มาก
7	การใช้บทเรียน โปรแกรมทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ต่อเนื่อง	4.43	0.50	มาก
8	การใช้บทเรียน โปรแกรมทำให้นักเรียนสามารถทราบคำตอบได้ทันทีที่ถูกหรือผิด	4.78	0.42	มากที่สุด
9	การใช้บทเรียน โปรแกรมทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามศักยภาพของตนเอง	4.54	0.51	มากที่สุด
10	การใช้บทเรียน โปรแกรมทำให้นักเรียนมีวินัย ซื่อสัตย์ และรู้จักควบคุมตนเอง	4.11	0.31	มาก
11	นักเรียนสามารถทบทวนบทเรียนได้ด้วยตนเอง	4.46	0.51	มาก
12	บทเรียน โปรแกรมทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้มากขึ้น	3.97	0.73	มาก
13	การเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรมเหมาะสมสำหรับวิชาคณิตศาสตร์	4.16	0.44	มาก
โดยภาพรวม		4.28	0.56	มาก

จากตารางที่ 4-4 พบว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ในสามอันดับแรกได้แก่ ข้อ 8 การใช้บทเรียน โปรแกรมทำให้นักเรียนสามารถทราบคำตอบได้ทันทีที่ถูกหรือผิด ($\bar{X} = 4.78$, S.D. = 0.42) ข้อ 2 จำนวนข้อของ

ตัวอย่าง ($\bar{X} = 4.68$, S.D. = 0.53) และข้อ 9 การใช้ทฤษฎีบทเรียนโปรแกรมทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้
ได้ตามศักยภาพของตนเอง ($\bar{X} = 4.54$, S.D. = 0.51) เมื่อพิจารณาโดยภาพรวม พบว่า นักเรียน
มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.28$, S.D. = 0.56) เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 ศึกษาดัชนีประสิทธิผลของบทเรียน โปรแกรมและศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรม เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดปัตตานี โดยการเลือกแบบเจาะจง 1 ห้องเรียน จำนวน 37 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย บทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น จำนวน 9 ชุด แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.40 ถึง 0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.65 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.84 และแบบสอบถามความความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรม เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับตามวิธีของลิเคอร์ท ซึ่งเป็นข้อความเชิงบวก จำนวน 13 ข้อ

การวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้ วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามเกณฑ์ 70/70 โดยใช้สูตรประสิทธิภาพของกระบวนการต่อประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_1/E_2) ของชัยยงค์ พรหมวงศ์ หาค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของบทเรียน โปรแกรม โดยใช้สูตรของบุญชม ศรีสะอาด และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรม โดยการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วแปลความหมายค่าเฉลี่ยตามแนวคิดของ บุญชม ศรีสะอาด

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัย สรุปได้ดังนี้

1. บทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น มีประสิทธิภาพของกระบวนการต่อประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_1/E_2) มีค่าเท่ากับ 78.02/76.20 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 70/70 เป็นไปตามตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

2. ค่าดัชนีประสิทธิผลของบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น เท่ากับ 0.6485 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

3. นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น มีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนดังกล่าว ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.28, S.D. = 0.56$)

อภิปรายผล

จากผลการวิจัย สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ผลการทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า มีประสิทธิภาพของกระบวนการต่อประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_1/E_2) เท่ากับ 78.02/76.20 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 ที่ตั้งไว้ จากค่าประสิทธิภาพดังกล่าวยอมรับได้ว่าบทเรียน โปรแกรมมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556) แสดงว่าบทเรียน โปรแกรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้สามารถนำไปจัดการเรียนรู้เพื่อทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในบทเรียน ทำให้การจัดการเรียนรู้เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพด้วย จากประสิทธิภาพที่ได้ 78.02 ตัวแรก หมายความว่า นักเรียนสามารถทำคะแนนจากการทำแบบทดสอบย่อยหรือแบบทดสอบหลังเรียนของแต่ละชุดในบทเรียน โปรแกรม มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 78.02 เนื่องจากบทเรียน โปรแกรมที่สร้างขึ้น แต่ละชุดจะมีคำชี้แจง จุดประสงค์การเรียนรู้ก่อนเรียน บทเรียนจะนำเสนอเนื้อหาสาระทีละน้อยต่อเนื่องกัน ไปตามลำดับ ซึ่งเรียกว่ากรอบ โดยกรอบต่าง ๆ จะเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายากเมื่อเรียนจบแต่ละเนื้อหา มีแบบฝึกหัดให้นักเรียนได้ประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองได้ทันที ถ้าทำไม่ถูกต้องหรือมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้เรียนสามารถย้อนกลับมาทบทวนเนื้อหาหรือตัวอย่างในบทเรียนได้ และเมื่อเรียนจบแต่ละชุด นักเรียนสามารถทำแบบทดสอบหลังเรียนของแต่ละชุดเพื่อประเมินผลการเรียนรู้ของตนเอง หากไม่ผ่านเกณฑ์ก็สามารถย้อนกลับมาศึกษาบทเรียน โปรแกรมได้อีก และในการจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนศึกษาในคาบเรียนปกติและนอกเวลาเรียนเพิ่มเติม สอดคล้องกับทิสนา เขมมณี (2555) ที่กล่าวว่า นักเรียนสามารถศึกษาบทเรียนโดยใช้เวลาตามความสามารถหรือความต้องการของตนได้ และ 76.20 ตัวหลัง หมายความว่าคะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนทำได้จากการทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรม คิดเป็นร้อยละ 76.20 แสดงว่านักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาของบทเรียนตามเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งเป็นเพราะบทเรียนได้ผ่านการสร้างอย่างมีระบบ และใช้วิธีการที่เหมาะสม ผ่านการประเมินเบื้องต้นจากผู้เชี่ยวชาญ เก็บข้อมูล

คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียน โปรแกรมการสอนอย่างเป็นขั้นตอนตามที่ชัยงค์ พรหมวงศ์ (2556) แนะนำไว้และมีการปรับปรุง แก้ไข ตัวอย่าง แบบฝึกหัด และกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมมีความสมบูรณ์เพิ่มขึ้นอย่างเป็นลำดับ ผลที่ได้ดังกล่าว สอดคล้องกับผลการวิจัยของ อรสุชา มูลประसार (2556) พบว่า บทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนจริง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 81.67/78.22 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 75/75 อัมพร ดอนชัย (2546) พบว่า บทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการและการแก้สมการ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ทุกชุดมีประสิทธิภาพ 80/80 ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ จารุณี อนันตริยกุล (2547) พบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียน โปรแกรมเรื่อง เศษส่วน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 90.55/82.80 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ สุกลักษณ์ สีใส (2545) พบว่าบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 91.43/86.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ศรีนยา อินทรประเสริฐ (2556) พบว่า บทเรียน โปรแกรม เรื่อง เศษส่วนของพหุนาม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.58/78.19 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ พิกุลทอง บุญคำ (2557) พบว่า บทเรียน โปรแกรม เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.65/84.55 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เอกพงษ์ โดชัยศรี (2556) พบว่าบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ 77.67/76.43 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 ที่ตั้งไว้ ปุณยนุช รัตนกุล (2557) พบว่าบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.46/76.43 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 ที่ตั้งไว้ และ สอดคล้องกับอริสรา ชินตะวัน (2557, บทคัดย่อ) พบว่าบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เมทริกซ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 79.16/72.38 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 ที่ตั้งไว้

2. ดัชนีประสิทธิผลของบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น เท่ากับ 0.6485 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 0.50 แสดงว่า หลังจากใช้บทเรียน โปรแกรม ผู้เรียนมีคะแนนเพิ่มขึ้นร้อยละ 64.85 ซึ่งเป็นเพราะนักเรียนได้ทราบผลการทดสอบก่อนเรียนของตนเอง และเมื่อเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรม ผู้เรียนมีโอกาสได้ประเมินตนเองตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ในแต่ละเนื้อหาซึ่งจะมีแบบฝึกหัดให้นักเรียนได้ทำและทำเฉลยให้นักเรียนได้ทำการประเมินตนเองได้ทันที และเมื่อเรียนจบแต่ละชุดมีแบบทดสอบหลังเรียนให้นักเรียนได้ตรวจสอบความก้าวหน้าของตนเอง หากไม่เข้าใจสามารถย้อนกลับไปศึกษาได้ตลอดเวลา ผลการวิจัยดังกล่าว สอดคล้องกับผลการวิจัยของนักวิจัยของ อรสุชา มูลประसार (2556) พบว่า บทเรียน โปรแกรมวิชา

คณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนจริง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.6475 ศรีนยา อินทรประเสริฐ (2556) พบว่า บทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วนของพหุนาม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.62 และ สอดคล้องกับพิกุลทอง บุญคำ (2557) ที่พบว่า บทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.79 เอกพงษ์ โตชัยศรี (2556) พบว่าบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างขึ้น มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.6803 ปุณยนุช รัตนกุล (2557) พบว่า บทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่สร้างขึ้นมีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.70 และสอดคล้องกับอริสรา ชินตะวัน (2557, บทคัดย่อ) พบว่า บทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เมทริกซ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่สร้างขึ้นมีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.64

3. นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น มีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนดังกล่าวในระดับมาก ($\bar{X} = 4.28$, S.D. = 0.56) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า รายการที่มีความพึงพอใจมากที่สุดในสาม อันดับแรกได้แก่ การใช้บทเรียน โปรแกรมทำให้นักเรียนสามารถทราบคำตอบได้ทันทีว่าถูกหรือผิด ($\bar{X} = 4.78$, S.D. = 0.42) จำนวนข้อของตัวอย่าง ($\bar{X} = 4.68$, S.D. = 0.53) และ การใช้บทเรียน โปรแกรมทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามศักยภาพของตนเอง ($\bar{X} = 4.54$, S.D. = 0.51) ผลที่ได้เนื่องมาจากบทเรียน โปรแกรมที่สร้างขึ้นมีการนำเสนอเนื้อหาสาระที่ละเอียดต่อเนื่องกันไปตามลำดับ เมื่อเรียนจบแต่ละเนื้อหา มีแบบฝึกหัดให้นักเรียนได้ประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองได้ทันที ถ้าทำไม่ถูกต้องหรือมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้เรียนสามารถย้อนกลับมาทบทวนเนื้อหาหรือตัวอย่างในบทเรียนได้ และเมื่อเรียนจบแต่ละชุด นักเรียนสามารถทำแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อประเมินผลการเรียนรู้ของตนเอง หากไม่ผ่านเกณฑ์ก็สามารถย้อนกลับมาศึกษาบทเรียน โปรแกรมได้อีกซึ่งสอดคล้องกับวิธีการสอนโดยใช้บทเรียน โปรแกรมที่ทศนา แจมมณี (2553) ส่วนสำหรับรายการที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดที่ได้แก่ บทเรียน โปรแกรมทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้มากขึ้น ($\bar{X} = 3.97$, S.D. = 0.73) ซึ่งอยู่ในระดับมากและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับข้ออื่น ๆ อาจเนื่องมาจากว่าการเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรมผู้สอนจะให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองตามความสามารถของผู้เรียน ซึ่งอาจใช้เวลาอย่างน้อยต่างกัน แต่เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้พื้นฐานเดิมน้อยซึ่งสังเกตได้จากคะแนนทดสอบก่อนเรียน จึงทำให้นักเรียนบางส่วนใช้เวลาค่อนข้างนานและคิดว่า การเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรมเข้าใจเนื้อหาได้ยาก จึงทำให้รายการประเมินนี้มีผลการประเมินต่ำสำหรับผล ที่ได้นี้กล่าวคือความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ

จารุณี อนันตริยกุล (2547) พบว่า เจตคติของนักเรียนที่มีต่อบทเรียน โปรแกรมเรื่อง เศษส่วนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นอยู่ในระดับดี อรุษา มูลประสาร (2556) พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียน โปรแกรมวิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนจริง มีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ด้วยบทเรียนดังกล่าวอยู่ในระดับเห็นด้วย และสอดคล้องกับ ศรีนยา อินทรประเสริฐ (2556) พิกุลทอง บุญคำ (2557) พบว่านักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรมที่สร้างขึ้น และสอดคล้องกับเอกพงษ์ โดชัยศรี (2556) ปุณยนุช รัตนกุล (2557) และอริสรา ชินตะวัน (2557) ที่พบว่าความพึงพอใจของนักเรียนต่อบทเรียนอยู่ในระดับมาก

ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 บทเรียน โปรแกรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ครูผู้สอนสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งจะส่งผลดีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเพิ่มพูนประสิทธิภาพในการสอนของครูได้ หรือนำไปทดลองใช้เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพให้ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานที่สูงขึ้น เช่น 75/75 หรือ 80/80 เป็นต้น

1.2 ควรพัฒนาบทเรียน โปรแกรมให้อยู่ในรูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งมีข้อความ ภาพ และเสียงประกอบ เพื่อให้เกิดความน่าสนใจมากขึ้น สำหรับครูหรือ โรงเรียนที่มีความพร้อม

1.3 ควรเพิ่มเวลาเรียนให้สำหรับบทเรียน โปรแกรมชุดที่ 9 อีก 1 คาบ ให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้พื้นฐานเดิมก่อนก่อนจะทำแบบทดสอบหลังเรียน

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการพัฒนาบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ในเนื้อหาอื่น ๆ

2.2 ควรศึกษาตัวแปรอื่น ๆ นอกเหนือจากประสิทธิภาพและดัชนีประสิทธิผลของบทเรียน และความพึงพอใจ เช่น ความคงทนในการเรียนรู้ เป็นต้น

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนเบญจมราชูทิศจังหวัดปัตตานี. (2553). *หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. ปัตตานี: โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดปัตตานี.
- เกริก ท่วมกลาง และจินตนา ท่วมกลาง. (2555). *การพัฒนาสื่อ/ นวัตกรรมทางการศึกษาเพื่อเลื่อนวิทยฐานะ*. กรุงเทพฯ: เอลโล่การพิมพ์(1998).
- จารุณี อนันตริยกุล. (2547). *พัฒนาบทเรียน โปรแกรมเรื่อง เศษส่วน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนซาร โบริกาณูเคราะห์ จังหวัดราชบุรี*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*, 5(1), 7-19.
- ทิสนา เขมมณี. (2555). *ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 16). กรุงเทพฯ: ด่านสุทธาการพิมพ์.
- ธานี เกสทอง. (2544). *ผลการใช้บทเรียน โปรแกรมแบบเส้นตรงและบทเรียน โปรแกรมแบบผสม เรื่องการเมืองและการปกครอง สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. นครสวรรค์: สถาบันราชภัฏนครสวรรค์.
- บุญเกื้อ ควรรหาเวช. (2545). *นวัตกรรมการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: เอส พี พรินต์ติ้ง.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2553). *การวิจัยสำหรับครู* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ประศักดิ์ หอมสนิท. (2551). *เอกสารการสอนชุดวิชา เทคโนโลยีการศึกษา หน่วยที่ 1-8* (พิมพ์ครั้งที่ 8). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ปยุตตฤกษ์ รัตนกุล. (2557). *การสร้างบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542. (2542, 19 สิงหาคม). *ราชกิจจานุเบกษา*. หน้า 7-9.

- พัลลภ คงนุรัตน์. (2547). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจในวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องโจทย์ปัญหาการบวก ลบ. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการ ประถมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พิกุลทอง บุญคำ. (2557). การสร้างบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชา คณิตศาสตร์ศึกษา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- พิชิต ฤทธิจรูญ. (2550). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: เฮ้าส์ ออฟ เคอร์มิสต์.
- ไพศาล วรคำ. (2555). การวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 5). มหาสารคาม: ดัศศิลาการพิมพ์.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2556). พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ.2554 เฉลิมพระเกียรติ พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวเนื่องใน โอกาสพระราชพิธีมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา 7 รอบ 5 ธันวาคม 2554 . กรุงเทพฯ: ราชบัณฑิตยสถาน.
- วรรณิ ลิมอักษร. (2551). จิตวิทยาการศึกษา. สงขลา: นำศิลป์โฆษณา.
- วรวิทย์ นิเทศศิลป์. (2551). สื่อและนวัตกรรมแห่งการเรียนรู้. ปทุมธานี: สกายบุคส์.
- ศรินยา อินทรประเสริฐ. (2556). การสร้างบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วนของ พหุนาม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). ครูคณิตศาสตร์มืออาชีพ เส้นทางสู่ ความสำเร็จ. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). ทักษะ/ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ส เจริญ การพิมพ์.
- สมนึก ภัทษชณี. (2553). การวัดผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 5). กอสินธุ์ : ประสานการพิมพ์.
- สมวงษ์ แปลงประสพโชค. (2551). เทคนิคการเรียนวิชาคณิตศาสตร์. เข้าถึงได้จาก <https://sites.google.com/site/porbanbunchu/thekhnikh-kar-reiyn-wicha-khnitsastr>.
- สมวงษ์ แปลงประสพโชค, สมเดช บุญประจักษ์ และจรรยา ภูอุดม. (2551). ผลสำรวจสาเหตุ เด็กไทยอ่อนคณิตศาสตร์ และแนวทางแก้ไข. วารสารคณิตศาสตร์, 52(599 – 601), 20 – 28.

- สยาม สิงหาทอง. (2549). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ความคงคนในการเรียนเรียนรู้และความพึงพอใจต่อวิธีการสอนแบบโครงงาน เรื่องการนำเสนอข้อมูลทางสถิติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.
- สรชัย พิศาลบุตร. (2550). การสร้างและประมวลผลข้อมูลจากแบบสอบถาม. กรุงเทพฯ: วิทยพัฒน์.
- สาโรช โสภีร์กข์. (2546). นวัตกรรมการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ: บั๊กพอยท์จำกัด.
- สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 15. (2557, 8 เมษายน). ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขึ้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2556. ที่ ศช 04245/1139. จดหมาย.
- สุกิจ ศรีพรหม. (2541). ชุดการสอน. วารสารวิชาการ, 7(2), 17-20.
- สุกฤษณ์ สีใส. (2545). การสร้างบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการสำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สุรางค์ ใคว์ตระกูล. (2554). จิตวิทยาการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2552). 20 วิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.
- อนุวัติ คุณแก้ว. (2555). การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ผู้ผลงานทางวิชาการเพื่อการเลื่อนวิทยฐานะ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อรสุชา มูลประसार. (2556). การสร้างบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนจริงสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- อริสรา ชินตะวัน. (2557). การสร้างบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เมทริกซ์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- อัมพร ดอนชัย. (2546). การพัฒนาบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการและการแก้สมการสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชุมชนบ้านไม้ลุงชนมิตรภาพที่ 169 อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน (คณิตศาสตร์), สำนักบัณฑิตศึกษา, สถาบันราชภัฏเชียงราย.

- เอกพงษ์ โตชัยศรี. (2556). *การสร้างบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและอนุพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- Rey, R. E., Lindquist, M. M., Lambdin, D. V., Smith, L. N., & Suydam, M. N. (2003). *Helping Children Learn Mathematic* (6th ed). New York: John Wiley @Sons.
- Wilson, J. W. (1971). Evaluation of Learning in Secondary Mathematics. In B.S. Blom, J. T. Hastingsm, & G. F. Madaus (Eds.), *Handbook on Formative Summative Evaluation of student Leaning* (pp.643-369).New York: McGraw-Hill.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

1. อ.ดร.อลิสรา ชมชื่น

ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

การศึกษา ค.ศ. (หลักสูตรและการสอน) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาฟีฟี ลาเต๊ะ

ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาประเมินผลและวิจัยทางการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

การศึกษา ปร.ค. (การวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา) มหาวิทยาลัยบูรพา

3. นางสุวิมล โมอำหมัด

ตำแหน่ง ครู คศ.3 ชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนเดชะปัตตนยานุกูล อำเภอเมืองปัตตานี จังหวัดปัตตานี
ประสบการณ์การสอนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กว่า 20 ปี

การศึกษา ระดับปริญญาตรี ในสาขาคณิตศาสตร์
ปริญญาโท สาขาจิตวิทยาการศึกษา

ภาคผนวก ข
การหาคุณภาพของแบบทดสอบ

ตารางที่ ข-1 ตารางวิเคราะห์หลักสูตร

ชุดที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ
1	นักเรียนสามารถ 1. หาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่ไม่แจกแจงความถี่ได้ 2. หาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่แจกแจงความถี่ได้ 3. หาค่าเฉลี่ยเลขคณิตแบบถ่วงน้ำหนักได้ 4. หาค่าเฉลี่ยเลขคณิตรวมได้ 5. บอกสมบัติของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลได้ 6. นำสมบัติของค่าเฉลี่ยเลขคณิตไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	8
2	นักเรียนสามารถ 1. อธิบายความหมายของมัธยฐานได้ 2. หาค่ามัธยฐานของข้อมูลที่ไม่แจกแจงความถี่ได้ 3. หาค่ามัธยฐานของข้อมูลที่แจกแจงความถี่ได้ 4. นำสมบัติของมัธยฐานไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	3
3	นักเรียนสามารถ 1. บอกความหมายของฐานนิยมได้ 2. หาฐานนิยมของข้อมูลที่ไม่แจกแจงความถี่ได้ 3. หาฐานนิยมของข้อมูลที่แจกแจงความถี่ได้ 4. ค่าเฉลี่ยเรขาคณิตของข้อมูลที่ไม่แจกแจงความถี่ได้	4
4	นักเรียนสามารถ 1. ค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิกของข้อมูลที่ไม่แจกแจงความถี่ได้ 2. สามารถเลือกใช้และอธิบายค่ากลางชนิดต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับข้อมูลได้	3
5	นักเรียนสามารถ 1. อธิบายความหมายของการวัดตำแหน่งที่ของข้อมูลได้ 2. หาควอร์ไทล์ของข้อมูลที่ไม่แจกแจงความถี่ได้ 3. หาเดซิล์ของข้อมูลที่ไม่แจกแจงความถี่ได้ 4. หาเปอร์เซ็นต์ไทล์ของข้อมูลที่ไม่แจกแจงความถี่ได้	4

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

ชุดที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ
6	นักเรียนสามารถ 1. หาควอร์ไทล์ของข้อมูลที่แจกแจงความถี่ได้ 2. หาเดิซัลของข้อมูลที่แจกแจงความถี่ได้ 3. หาเปอร์เซ็นต์ไทล์ของข้อมูลที่แจกแจงความถี่ได้	2
7	นักเรียนสามารถ 1. ระบุวิธีการวัดการกระจายสัมบูรณ์ได้ 2. หาพิสัยของข้อมูลที่กำหนดให้ 3. หาส่วนเบี่ยงเบนควอร์ไทล์ของข้อมูลที่กำหนดให้ 4. หาส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยของข้อมูลที่กำหนดให้	4
8	นักเรียนสามารถ 1. หาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่ได้ 2. หาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลที่แจกแจงความถี่ได้ 3. หาความแปรปรวนของข้อมูลที่กำหนดให้ 4. บอกและอธิบายสมบัติของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานได้	4
9	นักเรียนสามารถ 1. ระบุวิธีการวัดการกระจายสัมพัทธ์ได้ 2. หาสัมประสิทธิ์ของพิสัยได้ 3. หาสัมประสิทธิ์ของส่วนเบี่ยงเบนควอร์ไทล์ได้ 4. หาสัมประสิทธิ์ของส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยได้ 5. หาสัมประสิทธิ์ของความแปรผันได้ 6. เปรียบเทียบการกระจายของข้อมูลตั้งแต่ 2 ชุดขึ้นไปได้	6

ตารางที่ ข-2 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ผลการประเมิน																										
		-1	0	+1																								
หาควอร์ไทล์ เดิซัล และ เปอร์เซ็นไทล์ของข้อมูลที่ แจกแจงความถี่ได้	<p>23. วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน 100 คน ดังนี้</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>คะแนน</th> <th>จำนวนนักเรียน</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>30 – 39</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>40 – 49</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>50 – 59</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>60 – 69</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>70 – 79</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>80 – 89</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table> <p>ข้อใดต่อไปนี้ ผิด</p> <p>ก. ควอร์ไทล์ที่ 2 ของคะแนนสอบเท่ากับ 57</p> <p>ข. เดิซัลที่ 5 ของคะแนนสอบเท่ากับ 57</p> <p>ค. เปอร์เซ็นไทล์ที่ 60 ของคะแนนสอบเท่ากับ 59</p> <p>ง. ความถี่สะสมจากน้อยไปหามากของ อันดับภาคชั้น 70 – 79 เท่ากับ 95</p>	คะแนน	จำนวนนักเรียน	30 – 39	5	40 – 49	15	50 – 59	40	60 – 69	20	70 – 79	15	80 – 89	5													
คะแนน	จำนวนนักเรียน																											
30 – 39	5																											
40 – 49	15																											
50 – 59	40																											
60 – 69	20																											
70 – 79	15																											
80 – 89	5																											
หาควอร์ไทล์ เดิซัล และ เปอร์เซ็นไทล์ของข้อมูลที่ แจกแจงความถี่ได้	<p>24. จากตารางแจกแจงความถี่สะสมต่อไปนี้ เป็นคะแนน สอบของนักเรียน จำนวน 63 คน</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>คะแนน</th> <th>50-</th> <th>55-</th> <th>60-</th> <th>65-</th> <th>70-</th> <th>75-</th> <th>80-</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>54</td> <td>59</td> <td>64</td> <td>69</td> <td>74</td> <td>79</td> <td>84</td> </tr> <tr> <td>ความถี่</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>11</td> <td>10</td> <td>12</td> <td>21</td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table> <p>ถ้าคะแนนแต่ละคนที่สอบได้เป็นจำนวนเต็ม แล้ว นักเรียนที่สอบได้คะแนนเป็นอันดับ 7 อาจได้คะแนน สูงสุดถึงเท่าใด</p> <p>ก. 59.5</p> <p>ข. 72.5</p> <p>ค. 79.5</p> <p>ง. 80</p>	คะแนน	50-	55-	60-	65-	70-	75-	80-		54	59	64	69	74	79	84	ความถี่	1	2	11	10	12	21	6			
คะแนน	50-	55-	60-	65-	70-	75-	80-																					
	54	59	64	69	74	79	84																					
ความถี่	1	2	11	10	12	21	6																					

ตารางที่ ข-2 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ผลการประเมิน		
		-1	0	+1
บอกสมบัติของส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐานได้	32. พิจารณาข้อความต่อไปนี้ 1) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจะมากกว่าหรือเท่ากับศูนย์เสมอ 2) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจะเท่ากับศูนย์ก็ต่อเมื่อ ค่าทุกค่าเท่ากันหมด และเท่ากับค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลชุดนั้น 3) ถ้านำจำนวนจริง b ไปบวกกับแต่ละค่าของข้อมูลชุดเดิมแล้ว ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลใหม่จะเท่าเดิม ข้อความใดบ้างที่ถูกต้อง ก. 1) กับ 2) ข. 1) กับ 3) ค. 2) กับ 3) ง. 1), 2) และ 3)			
ระบุวิธีการวัดการกระจาย สัมพัทธ์ได้	33. ข้อใดไม่ใช่วิธีการวัดการกระจายสัมพัทธ์ ก. สัมประสิทธิ์ของพิสัย ข. สัมประสิทธิ์ของส่วนเบี่ยงเบนควอร์ไทล์ ค. สัมประสิทธิ์ของความแปรผัน ง. สัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน			
หาสัมประสิทธิ์ของพิสัยได้	34. อายุของบุตรในครอบครัวที่หนึ่ง 5, 4, 3, 1 แล้วสัมประสิทธิ์ของพิสัยเท่ากับเท่าใด ก. 0.5 ข. 0.67 ค. 1.5 ง. 4			

ตารางที่ ข-2 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ผลการประเมิน													
		-1	0	+1											
เปรียบเทียบการกระจายของข้อมูลตั้งแต่ 2 ชุดขึ้นไปได้	38. ข้อมูลการออมเงินต่อวันของนักเรียน โรงเรียนแห่งหนึ่งเป็นดังนี้														
	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>ม.4</th> <th>ม.5</th> <th>ม.6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ค่าเฉลี่ย(บาท)</td> <td>15</td> <td>10</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(บาท)</td> <td>5</td> <td>2</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table> <p>ข้อใดถูกต้อง</p> <p>ก. การกระจายของจำนวนเงินออมของนักเรียน ม.4 มากที่สุด</p> <p>ข. การกระจายของจำนวนเงินออมของนักเรียน ม.4 และ ม.6 เท่ากัน</p> <p>ค. การกระจายของจำนวนเงินออมของนักเรียน ม.5 และ ม.6 เท่ากัน</p> <p>ง. การกระจายของจำนวนเงินออมของนักเรียน ม.4 ม.5 และ ม.6 เท่ากัน</p>		ม.4	ม.5	ม.6	ค่าเฉลี่ย(บาท)	15	10	12	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(บาท)	5	2	4		
	ม.4	ม.5	ม.6												
ค่าเฉลี่ย(บาท)	15	10	12												
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(บาท)	5	2	4												

เฉลยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

ข้อ	เฉลย	ข้อ	เฉลย	ข้อ	เฉลย	ข้อ	เฉลย	ข้อ	เฉลย	ข้อ	เฉลย
1	ก	8	ง	15	ก	22	ค	29	ก	36	ค
2	ข	9	ก	16	ก	23	ค	30	ง	37	ก
3	ข	10	ค	17	ข	24	ง	31	ก	38	ข
4	ข	11	ค	18	ง	25	ค	32	ง		
5	ค	12	ค	19	ก	26	ง	33	ง		
6	ก	13	ง	20	ข	27	ก	34	ข		
7	ง	14	ข	21	ข	28	ก	35	ก		

ตารางที่ ข-3 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) เป็นรายชื่อ
ของแบบทดสอบ จำนวน 38 ข้อ

ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ คนที่			IOC	แปลผล	ผลการคัดเลือก
	1	2	3			
1	1	1	1	1.00	มีความสอดคล้อง	คัดเลือกไว้
2	1	1	1	1.00	มีความสอดคล้อง	คัดเลือกไว้
3	1	1	1	1.00	มีความสอดคล้อง	คัดเลือกไว้
4	1	1	1	1.00	มีความสอดคล้อง	คัดเลือกไว้
5	1	1	1	1.00	มีความสอดคล้อง	คัดเลือกไว้
6	-1	1	0	0.00	ไม่มีความสอดคล้อง	คัดทิ้ง
7	0	1	1	0.67	มีความสอดคล้อง	คัดเลือกไว้
8	1	1	1	1.00	มีความสอดคล้อง	คัดเลือกไว้
9	1	1	1	1.00	มีความสอดคล้อง	คัดเลือกไว้
10	1	1	1	1.00	มีความสอดคล้อง	คัดเลือกไว้
11	1	1	1	1.00	มีความสอดคล้อง	คัดเลือกไว้
12	1	1	1	1.00	มีความสอดคล้อง	คัดเลือกไว้
13	1	1	1	1.00	มีความสอดคล้อง	คัดเลือกไว้
14	1	1	1	1.00	มีความสอดคล้อง	คัดเลือกไว้
15	1	1	1	1.00	มีความสอดคล้อง	คัดเลือกไว้
16	1	1	1	1.00	มีความสอดคล้อง	คัดเลือกไว้
17	1	1	1	1.00	มีความสอดคล้อง	คัดเลือกไว้
18	1	1	1	1.00	มีความสอดคล้อง	คัดเลือกไว้
19	1	1	1	1.00	มีความสอดคล้อง	คัดเลือกไว้
20	1	1	1	1.00	มีความสอดคล้อง	คัดเลือกไว้
21	1	1	1	1.00	มีความสอดคล้อง	คัดเลือกไว้
22	1	1	1	1.00	มีความสอดคล้อง	คัดเลือกไว้
23	1	1	1	1.00	มีความสอดคล้อง	คัดเลือกไว้
24	-1	1	1	0.33	ไม่มีความสอดคล้อง	คัดทิ้ง
25	1	1	1	1.00	มีความสอดคล้อง	คัดเลือกไว้

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ คนที่			IOC	แปลผล	ผลการคัดเลือก
	1	2	3			
26	1	1	1	1.00	มีความสอดคล้อง	คัดเลือกไว้
27	1	1	1	1.00	มีความสอดคล้อง	คัดเลือกไว้
28	1	1	1	1.00	มีความสอดคล้อง	คัดเลือกไว้
29	1	1	1	1.00	มีความสอดคล้อง	คัดเลือกไว้
30	1	1	1	1.00	มีความสอดคล้อง	คัดเลือกไว้
31	1	1	1	1.00	มีความสอดคล้อง	คัดเลือกไว้
32	1	1	1	1.00	มีความสอดคล้อง	คัดเลือกไว้
33	1	1	1	1.00	มีความสอดคล้อง	คัดเลือกไว้
34	1	1	1	1.00	มีความสอดคล้อง	คัดเลือกไว้
35	1	1	1	1.00	มีความสอดคล้อง	คัดเลือกไว้
36	1	1	1	1.00	มีความสอดคล้อง	คัดเลือกไว้
37	1	1	1	1.00	มีความสอดคล้อง	คัดเลือกไว้
38	1	1	1	1.00	มีความสอดคล้อง	คัดเลือกไว้

หมายเหตุ ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกไว้ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

คัดเลือกแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น เฉพาะข้อที่มีค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป จะเห็นว่าสามารถคัดเลือกไว้ 36 ข้อ ซึ่งมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 – 1.00 และคัดทิ้ง 2 ข้อ ได้แก่ข้อ 6 และข้อ 24

ตารางที่ ข-4 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ จำนวน 36 ข้อ

ข้อ ที่	H	L	p	r	ผลการพิจารณา		ผลการคัดเลือก
					ค่า p	ค่า r	
1	20	15	0.88	0.25	ง่าย	ปานกลาง	คัดทิ้ง
2	16	6	0.55	0.50	ปานกลาง	ค่อนข้างสูง	คัดเลือกไว้
3	19	13	0.80	0.30	ค่อนข้างง่าย	ปานกลาง	คัดเลือกไว้
4	17	4	0.53	0.65	ปานกลาง	สูง	คัดเลือกไว้
5	19	8	0.68	0.55	ค่อนข้างง่าย	ค่อนข้างสูง	คัดเลือกไว้
6	15	10	0.63	0.25	ค่อนข้างง่าย	ปานกลาง	คัดเลือกไว้
7	15	7	0.55	0.40	ปานกลาง	ปานกลาง	คัดเลือกไว้
8	17	11	0.70	0.30	ค่อนข้างง่าย	ปานกลาง	คัดเลือกไว้
9	15	8	0.58	0.35	ปานกลาง	ปานกลาง	คัดเลือกไว้
10	10	6	0.40	0.20	ปานกลาง	ปานกลาง	คัดเลือกไว้
11	18	11	0.73	0.35	ค่อนข้างง่าย	ปานกลาง	คัดเลือกไว้
12	18	15	0.83	0.15	ง่าย	ค่อนข้างต่ำ	คัดทิ้ง
13	15	10	0.63	0.25	ค่อนข้างง่าย	ปานกลาง	คัดเลือกไว้
14	15	9	0.60	0.30	ปานกลาง	ปานกลาง	คัดเลือกไว้
15	11	7	0.45	0.20	ปานกลาง	ปานกลาง	คัดเลือกไว้
16	13	9	0.55	0.20	ปานกลาง	ปานกลาง	คัดเลือกไว้
17	16	11	0.68	0.25	ค่อนข้างง่าย	ปานกลาง	คัดเลือกไว้
18	13	8	0.53	0.25	ปานกลาง	ปานกลาง	คัดเลือกไว้
19	19	13	0.80	0.30	ค่อนข้างง่าย	ปานกลาง	คัดเลือกไว้
20	19	13	0.80	0.30	ค่อนข้างง่าย	ปานกลาง	คัดทิ้ง *
21	15	11	0.65	0.20	ค่อนข้างง่าย	ปานกลาง	คัดเลือกไว้
22	15	8	0.58	0.35	ปานกลาง	ปานกลาง	คัดเลือกไว้
23	18	15	0.83	0.15	ง่าย	ค่อนข้างต่ำ	คัดทิ้ง
24	17	16	0.83	0.05	ง่าย	ต่ำ	คัดทิ้ง
25	13	8	0.53	0.25	ปานกลาง	ปานกลาง	คัดเลือกไว้

ตารางที่ ข-4 (ต่อ)

ข้อ ที่	H	L	p	r	ผลการพิจารณา		ผลการคัดเลือก
					ค่า p	ค่า r	
26	14	8	0.55	0.30	ปานกลาง	ปานกลาง	คัดเลือกไว้
27	17	13	0.75	0.20	ค่อนข้างง่าย	ปานกลาง	คัดเลือกไว้
28	13	6	0.48	0.35	ปานกลาง	ปานกลาง	คัดเลือกไว้
29	17	12	0.73	0.25	ค่อนข้างง่าย	ปานกลาง	คัดเลือกไว้
30	15	7	0.55	0.40	ปานกลาง	ปานกลาง	คัดเลือกไว้
31	17	13	0.75	0.20	ค่อนข้างง่าย	ปานกลาง	คัดทิ้ง *
32	17	10	0.68	0.35	ค่อนข้างง่าย	ปานกลาง	คัดเลือกไว้
33	14	6	0.50	0.40	ปานกลาง	ปานกลาง	คัดเลือกไว้
34	20	9	0.73	0.55	ค่อนข้างง่าย	ค่อนข้างสูง	คัดเลือกไว้
35	17	7	0.60	0.50	ปานกลาง	ค่อนข้างสูง	คัดเลือกไว้
36	14	5	0.48	0.45	ปานกลาง	ค่อนข้างสูง	คัดเลือกไว้

หมายเหตุ * หมายถึง ข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่สามารถคัดเลือกไว้แต่ผู้รายงานได้พิจารณาคัดทิ้ง

ผู้รายงานได้คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากตั้งแต่ ตั้งแต่ 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป โดยมีข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่สามารถคัดเลือกได้จำนวน 32 ข้อ และเนื่องจากผู้รายงานต้องการแบบทดสอบเพียง 30 ข้อ จึงพิจารณาคัดทิ้งไปอีก 2 ข้อ ดังนี้

- ข้อ 20 เนื่องจากเป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย และมีจุดประสงค์การเรียนรู้ในทำนองเดียวกับข้อ 19 และ 21

- ข้อ 31 เนื่องจากเป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย

และจากตารางจะเห็นได้ว่าข้อสอบที่คัดเลือกไว้ 30 ข้อ มีค่าความยาก ตั้งแต่ 0.40 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.65

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

คนที่	ข้อที่																														รวม (x)	(x ²)		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30				
16	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	18	324	
17	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	23	529
18	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	26	676
19	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	18	324
20	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	400
21	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	17	289	
22	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	16	256	
23	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	17	289	
24	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	14	196	
25	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	17	289		
26	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	11	121		
27	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	14	196	
28	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	13	169	
29	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	13	169	
30	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	14	196		

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

คนที่	ข้อที่																														รวม (x)	(x ²)	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30			
31	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	64	
32	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	16	256	
33	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	14	196	
34	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	12	144	
35	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	13	169	
36	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	14	196	
37	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	12	144	
38	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	12	144	
39	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	8	64
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	6	36		
รวม	22	32	21	27	25	22	28	23	16	29	25	24	18	22	27	21	32	26	23	21	22	30	19	29	22	27	20	29	24	19	725	14,547	
p _i	0.55	0.80	0.53	0.68	0.63	0.55	0.70	0.58	0.40	0.73	0.63	0.60	0.45	0.55	0.68	0.53	0.80	0.65	0.58	0.53	0.55	0.75	0.48	0.73	0.55	0.68	0.50	0.73	0.60	0.48			
q _i	0.45	0.20	0.48	0.23	0.38	0.45	0.30	0.43	0.60	0.28	0.38	0.40	0.55	0.45	0.33	0.48	0.20	0.35	0.43	0.48	0.45	0.25	0.53	0.28	0.45	0.33	0.50	0.28	0.40	0.53			
p _i q _i	0.25	0.16	0.25	0.15	0.23	0.25	0.21	0.24	0.24	0.20	0.23	0.24	0.25	0.25	0.22	0.25	0.16	0.23	0.24	0.25	0.25	0.19	0.25	0.20	0.25	0.22	0.25	0.20	0.24	0.25	6.79		

$$\begin{aligned}
 \text{เนื่องจาก } S^2 &= \frac{n\sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)} \\
 &= \frac{40(14,547) - (725)^2}{40(40-1)} \\
 &= \frac{581,880 - 525,625}{1,560} \\
 &= 36.06
 \end{aligned}$$

คำนวณค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson formula) ดังนี้ (สมนึก กัททิยชนี, 2553, หน้า 223)

$$\begin{aligned}
 r_{tt} &= \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right] \\
 &= \frac{30}{30-1} \left[1 - \frac{6.79}{36.06} \right] \\
 &= 0.84
 \end{aligned}$$

ตารางที่ ข-6 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบหลังเรียนในแต่ละชุด

ชุดที่	ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ คนที่			IOC	ผลการคัดเลือก
		1	2	3		
1	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	2	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	3	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	4	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	5	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	6	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	7	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	8	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
2	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	2	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	3	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	4	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	5	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	6	0	1	1	0.67	คัดเลือกไว้
3	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	2	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	3	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	4	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	5	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
4	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	2	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	3	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	4	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	5	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	6	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้

ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

ชุดที่	ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ คนที่			IOC	ผลการคัดเลือก
		1	2	3		
5	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	2	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	3	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	4	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	5	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	6	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
6	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	2	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	3	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	4	0	1	1	0.67	คัดเลือกไว้
	5	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
7	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	2	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	3	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	4	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	5	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	6	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
8	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	2	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	3	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	4	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	5	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	6	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้

ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

ชุดที่	ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ คนที่			IOC	ผลการคัดเลือก
		1	2	3		
9	1	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	2	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	3	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	4	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	5	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้
	6	1	1	1	1.00	คัดเลือกไว้

จากตารางที่ ข-6 พบว่า แบบทดสอบสอบหลังเรียนของบทเรียนโปรแกรมแต่ละชุด มีความสอดคล้องกันระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ และมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 ถึง 1.00 ซึ่งสามารถคัดเลือกได้ทุกข้อ

ภาคผนวก ค

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรม

ตารางที่ ค-1 ผลการประเมินบทเรียน โปรแกรม โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อความ	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			\bar{X}	แปลผล
	1	2	3		
1. ด้านเนื้อหา					
1.1 เนื้อหาตรงตามหลักสูตร	5	5	5	5.00	ใช้ได้
1.2 ความสอดคล้องของเนื้อหากับจุดประสงค์	5	5	5	5.00	ใช้ได้
1.3 ความถูกต้องของเนื้อหา	4	5	4	4.33	ใช้ได้
1.4 การแบ่งเนื้อหา มีความชัดเจน อ่านเข้าใจง่าย	4	4	4	4.00	ใช้ได้
2. ด้านรูปแบบ					
2.1 ขนาดและความชัดเจนของตัวอักษร	5	4	4	4.33	ใช้ได้
2.2 การออกแบบและการจัดวางรูปแบบ	4	3	4	3.67	ใช้ได้
3. ด้านความเหมาะสม					
3.1 เวลาที่ใช้	4	4	4	4.00	ใช้ได้
3.2 การใช้ภาษา	4	4	4	4.00	ใช้ได้
3.3 ความต่อเนื่องของเนื้อหา	4	5	5	4.67	ใช้ได้
3.4 วัตถุประสงค์และประเมินผลตรงตามจุดประสงค์	4	5	5	4.67	ใช้ได้
โดยภาพรวม				4.21	ใช้ได้

ผู้วิจัยใช้เกณฑ์ความเหมาะสมตั้งแต่ระดับคะแนนเฉลี่ย 3.50 ขึ้นไปจึงถือว่าเป็นบทเรียนที่
ใช้ได้ (เกริก ท่วมกลาง และจินตนา ท่วมกลาง, 2555) จะเห็นว่าบทเรียน โปรแกรมที่สร้างขึ้นโดย
ภาพรวมมีค่าเฉลี่ย 4.21 ซึ่งมีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้

ตารางที่ ค-2 ประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรม จากการทดสอบแบบเดี่ยว

คนที่	คะแนนจากบทเรียนโปรแกรมชุดที่									รวม	คะแนน หลังเรียน
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
	(8)	(6)	(5)	(6)	(6)	(5)	(6)	(6)	(6)	54 คะแนน	30 คะแนน
1	7	5	4	5	5	4	5	5	6	46	25
2	6	5	4	5	5	4	5	5	4	43	24
3	5	4	3	4	4	3	4	4	4	35	18
รวม	18	14	11	14	14	11	14	14	14	124	67

จากตารางที่ ค-2 พบว่า $\sum X = 124$, $N = 3$, $A = 54$, $\sum F = 67$ และ $B = 30$

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100 = \frac{\frac{124}{3}}{54} \times 100 = 76.54$$

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100 = \frac{\frac{67}{3}}{30} \times 100 = 74.44$$

นั่นคือ ประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น
จากการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว เท่ากับ 76.54/74.44

ตารางที่ ค-3 ประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรม จากการทดสอบแบบกลุ่ม

คนที่	คะแนนจากบทเรียนโปรแกรมชุดที่									รวม	คะแนน หลังเรียน
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
	(8)	(6)	(5)	(6)	(6)	(5)	(6)	(6)	(6)	54 คะแนน	30 คะแนน
1	8	5	5	6	5	5	5	5	6	50	26
2	6	5	4	5	6	4	5	5	4	44	22
3	6	4	4	5	4	4	4	5	5	41	26
4	5	5	4	4	5	4	3	4	4	38	18
5	5	3	4	4	4	3	3	4	4	34	21
6	6	5	4	5	4	4	5	5	4	42	22
รวม	36	27	25	29	28	24	25	28	27	249	135

จากตารางที่ ค-3 พบว่า $\sum X = 249$, $N = 6$, $A = 54$, $\sum F = 135$ และ $B = 30$

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N} \times 100}{A} = \frac{\frac{249}{6} \times 100}{54} = 76.85$$

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N} \times 100}{B} = \frac{\frac{135}{6} \times 100}{30} = 75.00$$

นั่นคือ ประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น
จากการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม เท่ากับ 76.85/75.00

ตารางที่ ค-4 ประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรม จากการทดสอบภาคสนามกับกลุ่มตัวอย่าง

คนที่	คะแนนจากบทเรียนโปรแกรมชุดที่									รวม 54 คะแนน	คะแนน หลังเรียน 30 คะแนน
	1 (8)	2 (6)	3 (5)	4 (6)	5 (6)	6 (5)	7 (6)	8 (6)	9 (6)		
1	5	4	2	3	3	2	4	2	2	27	14
2	5	4	3	3	3	3	4	3	3	31	18
3	6	5	4	5	6	4	5	5	4	44	15
4	7	5	4	5	4	4	5	5	5	44	26
5	7	5	4	4	5	4	3	4	4	40	25
6	5	3	4	4	4	3	3	4	4	34	24
7	6	4	4	3	3	4	4	3	3	34	23
8	4	4	4	3	3	4	4	3	2	31	14
9	7	5	4	4	5	4	3	5	5	42	26
10	7	4	4	4	4	4	3	4	4	38	23
11	5	4	4	3	4	4	3	3	4	34	23
12	6	5	4	3	4	4	3	4	4	37	22
13	5	4	3	3	3	4	3	3	3	31	14
14	8	5	4	5	5	4	5	5	5	46	26
15	5	3	4	5	5	4	5	5	3	39	24
16	4	3	4	3	5	3	5	3	3	33	14
17	4	3	2	3	3	3	2	3	3	26	10
18	8	6	5	6	6	4	6	6	6	53	28
19	7	5	5	6	5	4	5	5	5	47	26
20	5	4	5	6	5	5	5	5	4	44	23
21	6	4	5	6	5	3	5	5	5	44	26
22	7	5	5	6	5	3	5	5	5	46	24
23	8	6	5	6	6	5	6	6	6	54	28
24	6	5	4	6	4	3	5	5	4	42	24
25	6	4	3	4	4	3	4	4	4	36	17

ตารางที่ ค-4 (ต่อ)

คนที่	คะแนนจากบทเรียนโปรแกรมชุดที่									รวม 54 คะแนน	คะแนน หลังเรียน 30 คะแนน
	1 (8)	2 (6)	3 (5)	4 (6)	5 (6)	6 (5)	7 (6)	8 (6)	9 (6)		
26	8	6	5	6	5	5	5	6	6	52	28
27	8	6	5	6	6	5	6	6	6	54	29
28	8	6	5	5	5	5	6	6	6	52	28
29	8	6	5	6	6	5	6	6	6	54	29
30	8	5	5	6	5	5	6	5	6	51	23
31	8	6	5	6	6	5	6	6	6	54	30
32	8	6	5	6	6	5	6	6	5	53	28
33	8	6	5	6	6	5	6	6	6	54	30
34	5	4	3	4	4	4	4	3	4	35	19
35	8	6	5	5	5	5	6	6	6	52	27
36	6	4	4	4	4	4	4	4	4	38	20
37	6	4	3	3	3	4	3	3	4	33	18
รวม	238	174	154	172	170	149	169	168	165	1559	846

จากตารางที่ ค-4 พบว่า $\sum X = 1559$, $N = 37$, $A = 54$, $\sum F = 846$ และ $B = 30$

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N} \times 100}{A} = \frac{\frac{1559}{37} \times 100}{54} = 78.02$$

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N} \times 100}{B} = \frac{\frac{846}{37} \times 100}{30} = 76.20$$

นั่นคือ ประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น จากการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง เท่ากับ 78.02/76.20

ภาคผนวก ง

การหาคุณภาพของแบบสอบถามความพึงพอใจ

ตารางที่ ง-1 แบบประเมินแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ตลอดจนความเหมาะสมของภาษาของแบบสอบถาม ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรม เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้เชี่ยวชาญ				
กำหนดการให้คะแนนดังนี้				
	ให้คะแนน	+1	เมื่อแน่ใจว่าข้อความมีความตรงเชิงโครงสร้าง	
	ให้คะแนน	0	เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อความมีความตรงเชิงโครงสร้าง	
	ให้คะแนน	-1	เมื่อแน่ใจว่าข้อความไม่มีความตรงเชิงโครงสร้าง	
ข้อที่	ข้อความ	ผลการประเมิน		
		-1	0	+1
1	ความถูกต้องของเนื้อหา			
2	ความเหมาะสมของบทเรียน โปรแกรม			
3	การจัดเรียงลำดับจากง่ายไปยากของตัวอย่าง			
4	จำนวนข้อของตัวอย่าง			
5	เฉลยแบบฝึกหัดมีความละเอียดชัดเจน อ่านเข้าใจง่าย			
6	การเรียนโดยใช้บทเรียน โปรแกรมไม่น่าเบื่อหน่าย			
7	บทเรียน โปรแกรมแต่ละชุดมีเนื้อหาไม่มากหรือน้อยเกินไป			
8	แบบทดสอบหลังเรียนของชุด ไม่ยากหรือง่ายเกินไป			
9	การใช้บทเรียน โปรแกรมทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ต่อเนื่อง			
10	การใช้บทเรียน โปรแกรมทำให้นักเรียนสามารถทราบคำตอบได้ทันทีที่ถูกต้องหรือผิด			
11	การใช้บทเรียน โปรแกรมทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้เรียนรู้ได้ตามศักยภาพของตนเอง			
12	การใช้บทเรียน โปรแกรมทำให้นักเรียนมีวินัย ซื่อสัตย์ และรู้จักควบคุมตนเอง			
13	นักเรียนสามารถทบทวนบทเรียนได้ด้วยตนเอง			
14	บทเรียน โปรแกรมทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้มากขึ้น			
15	การเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรมเหมาะสมสำหรับวิชาคณิตศาสตร์			

ตารางที่ ง-2 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบถามความพึงพอใจ

ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC	แปลผล	ผลการคัดเลือก
	1	2	3			
1	-1	1	1	0.33	ไม่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา	คัดทิ้ง
2	-1	1	0	0.00	ไม่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา	คัดทิ้ง
3	1	1	1	1.00	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา	คัดเลือกไว้
4	1	1	1	1.00	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา	คัดเลือกไว้
5	1	1	1	1.00	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา	คัดเลือกไว้
6	1	1	1	1.00	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา	คัดเลือกไว้
7	0	1	1	0.67	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา	คัดเลือกไว้
8	1	1	1	1.00	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา	คัดเลือกไว้
9	1	1	1	1.00	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา	คัดเลือกไว้
10	1	1	1	1.00	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา	คัดเลือกไว้
11	1	1	1	1.00	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา	คัดเลือกไว้
12	1	1	1	1.00	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา	คัดเลือกไว้
13	1	1	1	1.00	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา	คัดเลือกไว้
14	1	1	1	1.00	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา	คัดเลือกไว้
15	1	1	1	1.00	มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา	คัดเลือกไว้

จากตารางที่ ง-2 จะเห็นได้ว่า สามารถคัดเลือกทุกข้อมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ได้แก่ ข้อที่ 3 ถึงข้อที่ 15 และคัดทิ้งจำนวน 2 ข้อ ได้แก่ ข้อ 1 ความถูกต้องของเนื้อหา และข้อ 2 ความเหมาะสมของบทเรียน โปรแกรม เนื่องจากผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่านักเรียนยังมีความรู้ยังไม่สามารถประเมินความถูกต้องของเนื้อหาและความเหมาะสมของบทเรียน โปรแกรมได้ จึงคัดเลือกแบบสอบถามไว้จำนวน 13 ข้อ

ภาคผนวก จ
คำดัชนีประสิทธิผล

ตารางที่ จ-1 ค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของบทเรียนโปรแกรม

คนที่	คะแนนก่อนเรียน (30 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (30 คะแนน)
1	6	14
2	12	18
3	4	15
4	11	26
5	9	25
6	10	24
7	9	23
8	2	14
9	11	26
10	7	23
11	13	23
12	6	22
13	0	14
14	5	26
15	14	24
16	2	14
17	0	10
18	2	28
19	12	26
20	8	23
21	11	26
22	11	24
23	13	28
24	11	24
25	4	17

ตารางที่ จ-1 (ต่อ)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน (30 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (30 คะแนน)
26	12	28
27	8	29
28	10	28
29	15	29
30	13	23
31	23	30
32	14	28
33	21	30
34	7	19
35	17	27
36	17	20
37	9	18
รวม	359	846
เฉลี่ย	9.70	22.86

หาค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness index : E.I.) ของบทเรียน โปรแกรมวิชา
คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้สูตรดังนี้
(บุญชม ศรีสะอาด, 2553, หน้า 159)

$$\begin{aligned}
 E.I. &= \frac{\text{ผลรวมคะแนนหลังเรียนของทุกคน} - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนของทุกคน}}{(\text{จำนวนนักเรียน} \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนของทุกคน}} \\
 &= \frac{846 - 359}{37 \times 30 - 359} \\
 &= 0.6485
 \end{aligned}$$

ภาคผนวก ฉ
หนังสือราชการ



ที่ ศธ ๖๖๑๕.๑/ว ๐๘๑๙

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑๓ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๕๗

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือวิทยานิพนธ์

เรียน อาจารย์ ดร.อลิสรา ชมชื่น

ด้วยนายสุลัยมาน บากา นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ภาคพิเศษ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา กำลังดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การสร้าง บทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อารีรักษ์ ชัยวร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ในกรณีนี้ เพื่อให้การทำ วิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย และมีประสิทธิภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จึงขอความอนุเคราะห์ ท่านตรวจสอบเครื่องมือวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ศิริพรรณ บรรหาร)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

สำนักงานคณบดี งานบริการการศึกษา

โทรศัพท์ ๐๓๘-๑๐๓๐๘๕

โทรสาร ๐๓๘-๑๐๓๐๕๑



ที่ ศธ ๖๖๑๕.๑/ว ๐๘๑๘

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑๓ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๕๗

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์อาฟีฟี ลาเต๊ะ

ด้วยนายสุลัยมาน บากา นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ภาคพิเศษ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา กำลังดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การสร้าง บทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อารีรักษ์ ชัยวร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ในการนี้ เพื่อให้การทำ วิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย และมีประสิทธิภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จึงขอความอนุเคราะห์ ท่านตรวจสอบเครื่องมือวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ศิริพรรณ บรรหาร)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

สำนักงานคณบดี งานบริการการศึกษา

โทรศัพท์ ๐๓๘-๑๐๓๐๘๕

โทรสาร ๐๓๘-๑๐๓๐๕๑



ที่ ศธ ๖๖๑๕.๑/ว ๐๘๖๗

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๖๓ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๕๗

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือวิทยานิพนธ์

เรียน นางสาววิมล โมฮัมหมัด

ด้วยนายสุลัยมาน บากา นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
ภาคพิเศษ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา กำลังดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การสร้าง
บทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖
โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อารีรักษ์ ชัยวร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ในกรณีนี้ เพื่อให้การทำ
วิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย และมีประสิทธิภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จึงขอความอนุเคราะห์
ท่านตรวจสอบเครื่องมือวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ศิริพรรณ บรรหาร)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

สำนักงานคณบดี งานบริการการศึกษา

โทรศัพท์ ๐๓๘-๑๐๓๐๘๕

โทรสาร ๐๓๘-๑๐๓๐๕๑

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- ตัวอย่างบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น
- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้
- แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนโปรแกรม
- แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6



จัดทำโดย

นายสุลายมาน บากา

โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดปัตตานี
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 15

คำนำ

บทเรียนนี้ เรียกว่า บทเรียน โปรแกรม เป็นสื่อการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเองไปตามความสามารถของตน หรือใช้ประกอบการสอนโดยแบ่งเนื้อหาออกเป็นส่วนย่อย เรียงลำดับจากง่ายไปหายาก มีการตั้งคำถามให้ผู้เรียนประเมินผลตนเอง และสามารถทราบผลทันทีว่าถูกหรือผิด ซึ่งบทเรียนนี้จะใช้ประกอบการจัดการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาเพิ่มเติม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น นักเรียนสามารถใช้บทเรียนนี้ในการเรียนรู้ด้วยตนเองหรือทบทวนบทเรียน ซึ่งในแต่ละบทเรียน โปรแกรม มีแบบฝึกหัดและเฉลยที่สามารถให้นักเรียนทราบคำตอบได้ทันที บทเรียน โปรแกรมที่สร้างขึ้นนี้มีทั้งหมด 3 ตอน จำนวน 9 ชุด ดังนี้

ตอนที่ 1 การหาค่ากลางของข้อมูล มีบทเรียนจำนวน 4 ชุด ได้แก่

ชุดที่ 1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

ชุดที่ 2 มัธยฐาน

ชุดที่ 3 ฐานนิยมและค่าเฉลี่ยเรขาคณิต

ชุดที่ 4 ค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิก ข้อสังเกตและหลักเกณฑ์ในการใช้ค่ากลางชนิดต่าง ๆ

ตอนที่ 2 การวัดตำแหน่งที่ของข้อมูล มีบทเรียนจำนวน 2 ชุด ได้แก่

ชุดที่ 5 การวัดตำแหน่งที่ของข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่

ชุดที่ 6 การวัดตำแหน่งที่ของข้อมูลที่ได้แจกแจงความถี่แล้ว

ตอนที่ 3 การวัดการกระจายของข้อมูล มีบทเรียนจำนวน 3 ชุด ได้แก่

ชุดที่ 7 พิสัย ส่วนเบี่ยงเบนควอร์ไทล์ และส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย

ชุดที่ 8 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และความแปรปรวนของข้อมูล

ชุดที่ 9 การวัดการกระจายสัมพัทธ์ของข้อมูล

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า บทเรียน โปรแกรมนี้จะเป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งในการพัฒนาการเรียน การสอนคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิผลยิ่งขึ้นต่อไป หากพบเจอข้อผิดพลาดประการใดกรุณาแจ้งมายังผู้จัดทำเพื่อจะได้ทำการปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ต่อไป

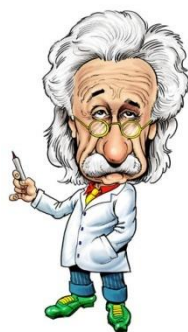
สุลาيمان บากา

คำแนะนำในการใช้บทเรียน

สำหรับนักเรียน

ในการเรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมนี้ ให้นักเรียนปฏิบัติตามดังนี้

1. ศึกษาเนื้อหาไปที่ละกรอบ
2. ศึกษาเนื้อหาอย่างละเอียดและตอบคำถามจากกรอบแบบฝึกหัดในแต่ละกรอบที่กำหนดให้ ตามลำดับ อย่าศึกษาข้ามกรอบใดกรอบหนึ่งไปเป็นอันขาดเพราะอาจทำให้นักเรียนขาดความเข้าใจในบางเนื้อหา
3. เมื่อนักเรียนทำแบบฝึกหัดแต่ละกรอบเสร็จแล้ว ให้ตรวจสอบเฉลยทันที แล้วประเมินตนเองและปฏิบัติตามคำแนะนำที่กำหนด ถ้าหากนักเรียนมีข้อผิดพลาดในการตอบคำถามหรือแสดงวิธีทำ ควรย้อนกลับไปศึกษาทำความเข้าใจกับเนื้อหาในกรอบที่เกี่ยวข้อง
4. ให้นักเรียนตอบคำถามในบทเรียนที่กำหนดให้ครบทุกกรอบ พยายามอย่าเปิดดูเฉลยก่อนเขียนคำตอบหรือแสดงวิธีทำ เพราะคะแนนที่ได้จากบทเรียนนี้ไม่ได้นำไปคำนวณเป็นคะแนนเก็บของนักเรียนแต่อย่างใด ความสำเร็จที่ได้เป็นความภาคภูมิใจของนักเรียนเอง
5. นักเรียนต้องมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง โดยไม่ควรเปิดดูเฉลยก่อนที่จะตอบคำถาม เพราะจะทำให้นักเรียนไม่เข้าใจเนื้อหาเท่าที่ควร



ตั้งใจเรียนกันนะ ลูก ๆ
ทั้งหลาย
แล้วอย่าลืมอ่านคำชี้แจง
ของแต่ละชุดด้วยนะครับ

ตอนที่ 1

การวัดค่ากลางของข้อมูล



ชุดที่ 1

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

นักเรียนสามารถ

1. หาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่ไม่แจกแจงความถี่ได้
2. หาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่แจกแจงความถี่ได้
3. หาค่าเฉลี่ยเลขคณิตแบบถ่วงน้ำหนักได้
4. หาค่าเฉลี่ยเลขคณิตรวมได้
5. บอกสมบัติของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลได้
6. นำสมบัติของค่าเฉลี่ยเลขคณิตไปใช้ในการแก้ปัญหาได้

ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (P)

ส่งเสริมและฝึกฝนให้นักเรียนเกิดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. การแก้ปัญหา : นำสมบัติของค่าเฉลี่ยเลขคณิตไปใช้ในการแก้ปัญหาได้
2. การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ : สามารถเขียนสัญลักษณ์และสูตรในการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตได้ถูกต้อง

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551

ข้อที่ 2 : ซื่อสัตย์สุจริต

ตัวชี้วัดที่ 2.1 ประพฤติตรงตามความเป็นจริงต่อตนเองทั้งทางกาย วาจา ใจ

พฤติกรรมบ่งชี้ 2.1.2 ปฏิบัติตนโดยคำนึงถึงความถูกต้อง ละเอียดและเกรงกลัวต่อการกระทำผิด

ตัวชี้วัดที่ 2.2 ประพฤติตรงตามความเป็นจริงต่อผู้อื่นทั้งทางกาย วาจา ใจ

พฤติกรรมบ่งชี้ 2.2.1 ไม่ถือเอาสิ่งของหรือผลงานของผู้อื่นมาเป็นของตนเอง

ข้อที่ 4 : ใฝ่เรียนรู้

ตัวชี้วัดที่ 4.1 ตั้งใจ เพียรพยายามในการเรียนและเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้

พฤติกรรมบ่งชี้ 4.1.1 ตั้งใจเรียน

พฤติกรรมบ่งชี้ 4.1.2 เอาใจใส่และมีความเพียรพยายามในการเรียนรู้

ข้อที่ 6 : มุ่งมั่นในการทำงาน

ตัวชี้วัดที่ 6.1 ตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ที่ทำงาน

พฤติกรรมบ่งชี้ 6.1.1 เอาใจใส่ต่อการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

พฤติกรรมบ่งชี้ 6.1.2 ตั้งใจและรับผิดชอบในการทำงานจนสำเร็จ

พฤติกรรมบ่งชี้ 6.1.3 ปรับปรุงและพัฒนาการทำงานด้วยตนเอง

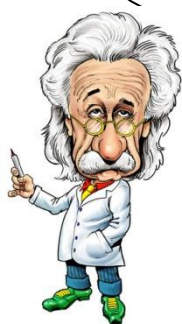
คำชี้แจง

การใช้บทเรียน

บทเรียนเล่มนี้เป็นบทเรียนที่ให้นักเรียนใช้ศึกษาด้วยตนเองตามความสามารถ โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็นส่วนย่อยเรียกว่า กรอบ เรียงลำดับจากง่ายไปหายาก ประกอบด้วย กรอบเนื้อหา กรอบตัวอย่าง กรอบแบบฝึกหัดและกรอบเฉลยที่สามารถให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบหรือวิธีทำได้ทันที พร้อมแนวทางการประเมินตนเอง ขอให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้
2. อ่านคำชี้แจง
3. ศึกษาเนื้อหาอย่างละเอียดและตอบคำถามจากกรอบแบบฝึกหัดในแต่ละกรอบ ที่กำหนดให้ตามลำดับ อย่าศึกษาข้ามกรอบใดกรอบหนึ่งไปเป็นอันขาด เพราะอาจจะทำให้นักเรียนขาดความเข้าใจในบางเนื้อหา
4. เมื่อนักเรียนทำแบบฝึกหัดแต่ละกรอบเสร็จแล้ว ให้ตรวจสอบเฉลยทันที แล้วประเมินตนเองตามเกณฑ์และปฏิบัติตามคำแนะนำที่กำหนด ถ้าหากนักเรียนมีข้อผิดพลาดในการตอบคำถามหรือแสดงวิธีทำ ควรย้อนกลับไปศึกษาทำความเข้าใจกับเนื้อหาในกรอบที่เกี่ยวข้องตามคำแนะนำ
5. เมื่อนักเรียนศึกษาทุกกรอบแล้วในบทเรียน โปรแกรมชุดที่ 1 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังชุดที่ 1 บันทึกคะแนนที่ได้ และควรปฏิบัติตามเกณฑ์การประเมินที่แนะนำไว้
6. บทเรียน โปรแกรมชุดที่ 1 นี้ให้นักเรียนศึกษาในคาบเรียนปกติจำนวน 3 คาบ หากนักเรียนศึกษายังไม่เสร็จหรือยังไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่ตั้งไว้ ให้นักเรียนศึกษาด้วยตนเองนอกเวลาเรียนจนบรรลุผล

การศึกษายบทเรียนนี้จะไม่บรรลุผล
ถ้านักเรียนขาดความซื่อสัตย์



มาเริ่มเรียนกันเลย
นะครับ

กรอบที่ 1

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการหาค่ากลางของข้อมูล

การวัดค่ากลางของข้อมูลเป็นอีกวิธีการหนึ่งซึ่งช่วยบรรยายลักษณะข้อมูลแต่ละชุดที่รวบรวมได้ โดยใช้เพียงค่าเดียวหรือใช้ค่าใดค่าหนึ่งเป็นตัวแทนของข้อมูลทั้งชุด เพื่อสะดวกในการจดจำและสรุปเรื่องราวที่สำคัญของข้อมูลชุดนั้น ค่าที่ได้จะช่วยให้ทราบลักษณะของข้อมูลทั้งชุดว่ามีลักษณะเป็นอย่างไร เช่น

1) ผู้อำนวยการโรงเรียนต้องการทราบผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นต่าง ๆ ของปีที่ผ่านมาว่าเป็นอย่างไร ผู้อำนวยการอาจทราบเพียงค่าเฉลี่ยของคะแนนวิชาคณิตศาสตร์ในแต่ละชั้นซึ่งเป็นการเพียงพอที่จะทราบผลการเรียนของนักเรียนในแต่ละชั้นว่าเป็นอย่างไร โดยไม่ต้องทราบคะแนนของนักเรียนทุกคนในแต่ละชั้น

2) ในการพิจารณาของรัฐบาลเกี่ยวกับผลผลิตทางการเกษตรของพืชบางชนิด รายได้ของประชากร และราคาสินค้าต่าง ๆ ก็เช่นเดียวกัน อาจพิจารณาในระดับเบื้องต้นจากค่าเฉลี่ยของข้อมูลเหล่านี้ได้ เป็นต้น

นอกจากนี้ค่ากลางของข้อมูลบางชนิดยังนำไปใช้ช่วยในการวิเคราะห์เรื่องอื่น ๆ ของข้อมูล เช่น การวัดการกระจาย ตลอดจนการนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลชั้นสูงต่อไป เพื่อให้การสรุปสารสนเทศของข้อมูลมีความชัดเจนยิ่งขึ้น



จะมีวิธีใดบ้าง
ในการหาค่ากลางคะ

กรอบที่ 2

การวัดค่ากลางของข้อมูลมีวิธีการหาได้หลายวิธี ได้แก่

1. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic mean)
2. มัชยฐาน (Median)
3. ฐานนิยม (Mode)
4. ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต (Geometric mean)
5. ค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิก (Harmonic mean)

แต่ละวิธีมีทั้งข้อดีและข้อเสีย และความเหมาะสมในการนำไปใช้ไม่เหมือนกันขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูล และวัตถุประสงค์ของผู้ใช้ข้อมูลชนิดนั้น ๆ

มาเริ่มเรียนเรื่องแรกกันนะครับ



การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่

หาได้โดยตรงจากข้อมูลที่มีอยู่ทั้งหมด โดยการหารผลรวมของข้อมูลด้วยจำนวนข้อมูล กล่าวคือ ถ้าให้ $x_1, x_2, x_3, \dots, x_N$ เป็นข้อมูล N จำนวนจากประชากร (Popular)

ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของประชากร (population mean) เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ μ หาได้จาก

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}$$

สำหรับประชากร

สัญลักษณ์ μ อ่านว่า มิว เป็นสัญลักษณ์แทนค่าเฉลี่ยเลขคณิตของประชากร

Σ อ่านว่า ซัมเมชัน เป็นสัญลักษณ์แทนผลบวก

หรือ ถ้า $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ เป็นข้อมูลเพียง n จำนวนจากตัวอย่าง (sample) ซึ่งเป็นตัวแทนของประชากร ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของตัวอย่าง (sample mean) เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ \bar{x} หาได้จาก

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

สำหรับตัวอย่าง

\bar{x} อ่านว่า เอ็กซ์บาร์ เป็นสัญลักษณ์แทนค่าเฉลี่ยเลขคณิตของตัวอย่าง

หมายเหตุ ในเอกสารเล่มนี้ถ้าโจทย์ไม่ได้ระบุว่าเป็นข้อมูลของระดับตัวอย่างให้ใช้สูตรของระดับประชากร



นักเรียนต้องสังเกตให้ดีจากโจทย์นั้น ๆ ว่า
ข้อมูลที่ให้มาเป็นข้อมูลจากประชากรหรือ ข้อมูลตัวอย่าง
และต้องใช้สัญลักษณ์ให้ถูกต้อง นะคะ

มาศึกษาตัวอย่างกัน

กรอบที่ 4

ตัวอย่างที่ 1

คะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 8 คนเป็นดังนี้
79, 88, 65, 75, 76, 68, 76 และ 90 จงหาคะแนนเฉลี่ย

วิธีทำ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบ $\mu = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}$ (ข้อมูลระดับประชากร)

$$\begin{aligned} \text{จะได้ } \mu &= \frac{79 + 88 + 65 + 75 + 76 + 68 + 76 + 90}{8} \\ &= \frac{617}{8} \\ &= 77.125 \end{aligned}$$

ดังนั้น คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มนี้เท่ากับ 77.125 คะแนน

ข้อสังเกต เนื่องจากโจทย์ไม่ได้
กำหนดว่าเป็นข้อมูลตัวอย่าง
เราจึงใช้สูตรสำหรับประชากร

กรอบที่ 5

แบบฝึกหัด : ให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดและอนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณได้

1. จากการตรวจสอบราคาขงพาราแผ่นดิบในจังหวัดปัตตานี ที่รับซื้อจากจากชาวสวนยาง
ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2557 โดยตรวจสอบเพียงบางร้าน ปรากฏว่าราคารับซื้อต่อกิโลกรัมเป็นดังนี้

65.6, 63.7, 63.25, 61.70, 59.80, 57.30, 56.90, 61.70, 60 และ 61

จงหาราคาเฉลี่ยต่อกิโลกรัมของราคาขงพาราแผ่นดิบที่ร้านค้ารับซื้อ

วิธีทำ

.....

.....

.....

2. ข้อมูลต่อไปนี้เป็นน้ำหนักแรกเกิดของเด็ก 5 คน คิดเป็นกรัม 2600, 2750, 3000, 3200 และ
3710 ตามลำดับ จงหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลข้างต้น

วิธีทำ

.....

.....

.....

ตรวจสอบคำตอบจากกรอบต่อไปนะคะ

เฉลยแบบฝึกหัดจากกรอบที่ 5

1. วิธีทำ ราคาเฉลี่ยต่อกิโลกรัมของราคาขางพาราแผ่นดิน $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$ (ข้อมูลระดับตัวอย่าง)

$$\begin{aligned} \text{จะได้ } \bar{x} &= \frac{65.6+63.7+63.25+61.70+59.80+57.30+56.90+61.70+60+61}{10} \\ &= \frac{610.95}{10} \\ &= 61.095 \end{aligned}$$

ดังนั้น ราคาขางพาราแผ่นดินเฉลี่ยประมาณ 61.095 บาทต่อกิโลกรัม

2. วิธีทำ จากสูตร $\mu = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}$ (ข้อมูลระดับประชากร)

$$\begin{aligned} &= \frac{2,600 + 2,750 + 3,000 + 3,710}{5} \\ &= \frac{12,060}{5} \\ &= 2,412 \end{aligned}$$

ดังนั้น น้ำหนักแรกเกิดของเด็ก 5 คน โดยเฉลี่ย เท่ากับ 2,412 กรัม

แนวการประเมินตนเอง

การแสดงวิธีทำ	คำแนะนำ
เขียนสูตรได้ถูกต้อง ได้แก่ ข้อที่ 1 $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$ และข้อที่ 2 $\mu = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}$ พร้อมหาค่าเฉลี่ยได้ถูกต้องทั้ง 2 ข้อ	ศึกษากรอบต่อไปได้
มีข้อผิดพลาด บางส่วน เช่น 1) เขียนสูตร μ หรือ \bar{x} ไม่ถูกต้อง 2) หาค่าเฉลี่ยไม่ถูกต้อง	1) ควรศึกษาเรื่อง ประชากร และตัวอย่าง ให้เข้าใจก่อน 2) คำนวนใหม่ให้ถูกต้อง แล้วศึกษา กรอบต่อไป

นักเรียนทำถูกต้องแล้วใช่ไหมครับ
มาศึกษาเรื่องต่อไปกันนะครับ



การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตแบบถ่วงน้ำหนัก

ในบางครั้งการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลต่าง ๆ อาจจะทำให้ความสำคัญหรือน้ำหนักของข้อมูลแต่ละตัวไม่เท่ากัน เช่น ในการทดสอบกลางภาคและปลายภาค คะแนนสอบครั้งละ 100 คะแนนเท่ากัน แต่การสอบปลายภาคให้น้ำหนักเป็น 2 เท่าของการสอบกลางภาค ถ้ากลางภาคสอบได้ 93 คะแนน และปลายภาคได้ 84 คะแนน จะได้คะแนนเฉลี่ย ดังนี้

$$\begin{aligned}\mu &= \frac{93 + (2 \times 84)}{1 + 2} \\ &= 87\end{aligned}$$

เรียกการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตแบบนี้ว่า ค่าเฉลี่ยเลขคณิตแบบถ่วงน้ำหนัก

ถ้าให้ $w_1, w_2, w_3, \dots, w_N$ เป็นความสำคัญหรือน้ำหนักของค่าสังเกตตัวที่ 1 ถึงตัวที่ N

$x_1, x_2, x_3, \dots, x_N$ เป็นค่าสังเกตตัวที่ 1 ถึงตัวที่ N

$$\begin{aligned}\text{ค่าเฉลี่ยเลขคณิตถ่วงน้ำหนัก } \mu &= \frac{w_1x_1 + w_2x_2 + w_3x_3 + \dots + w_Nx_N}{w_1 + w_2 + w_3 + \dots + w_N} \\ &= \frac{\sum_{i=1}^N w_i x_i}{\sum_{i=1}^N w_i}\end{aligned}$$



ศึกษาตัวอย่างกันนะคะ

ตัวอย่างที่ 2

ในการทดสอบทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนคนหนึ่งซึ่งมีคะแนนการทดสอบและความสำคัญของคะแนนทั้งหมดรวม 5 ด้าน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ดังข้อมูลในตารางหาคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนคนนี้

ด้านที่	ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	คะแนนที่ได้	ความสำคัญของคะแนน
1	การแก้ปัญหา	54	30
2	การให้เหตุผล	65	20
3	การสื่อสาร การสื่อความหมายและการนำเสนอ	70	15
4	การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์	55	20
5	ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	75	15
รวม			100

วิธีทำ คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนคนนี้

$$\begin{aligned} \text{คือ } \mu &= \frac{\sum_{i=1}^5 w_i x_i}{\sum_{i=1}^5 w_i} && \text{นำคะแนนแต่ละค่าคูณค่าน้ำหนัก} \\ &= \frac{30(54) + 20(65) + 15(70) + 20(55) + 15(75)}{30 + 20 + 15 + 20 + 15} && \text{ผลรวมของค่าน้ำหนัก} \\ &= \frac{6195}{100} \\ &= 61.95 \end{aligned}$$

ดังนั้น คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนคนนี้เท่ากับ 61.95 คะแนน



เมื่อพี่ๆศึกษาให้เข้าใจแล้ว
มาฝึกทำแบบฝึกหัดกันครับ

แบบฝึกหัด : ให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียด และอนุญาตใช้เครื่องคำนวณได้

1. ผลการเรียนของนักเรียนคนหนึ่ง เป็นดังนี้

รายวิชา	หน่วยกิต	ผลการเรียน
คณิตศาสตร์พื้นฐาน	1.0	3
คณิตศาสตร์เพิ่มเติม	2.0	2.5
ภาษาอังกฤษ	1.5	4
สุขศึกษา	0.5	4
เคมี	1.5	2
ฟิสิกส์	2.0	1

จงหาผลการเรียนเฉลี่ยของนักเรียนคนนี้

วิธีทำ ผลการเรียนเฉลี่ยของนักเรียนคนนี้ หาได้จากสูตร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ในการสอบวิชาคณิตศาสตร์ 3 ครั้ง กำหนดให้น้ำหนักในการสอบเป็น 30%, 30% และ 40% ตามลำดับ นักเรียนคนหนึ่งสอบได้คะแนนแต่ละครั้งเป็น 72, 64 และ 82 คะแนน ตามลำดับ จงหาคะแนนเฉลี่ยในการสอบวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนคนนี้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



ตรวจสอบคำตอบจากกรอบต่อไปนะคะ

เฉลยแบบฝึกหัด จากกรอบที่ 9

1. วิธีทำ ผลการเรียนเฉลี่ยของนักเรียนคนนี้ หาได้จากสูตร
$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^6 w_i x_i}{\sum_{i=1}^6 w_i}$$

คำนวณหาค่าต่าง ๆ จากตารางได้ดังนี้

รายวิชา	หน่วยกิต (w_i)	เกรดเฉลี่ย (x_i)	$w_i x_i$
คณิตศาสตร์พื้นฐาน	1.0	3	3
คณิตศาสตร์เพิ่มเติม	2.0	2.5	5
ภาษาอังกฤษ	1.5	4	6
สุขศึกษา	0.5	4	2
เคมี	1.5	2	3
ฟิสิกส์	2.0	1	2
	$\sum w = 8.5$		$\sum wx = 21$

$$\text{จะได้ } \mu = \frac{21}{8.5} = 2.47$$

ดังนั้น ผลการเรียนเฉลี่ยของนักเรียนคนนี้เท่ากับ 2.47

2. วิธีทำ จากโจทย์จะได้ $w_1 = 30$, $w_2 = 30$ และ $w_3 = 40$

$$\text{และ } x_1 = 72, x_2 = 64 \text{ และ } x_3 = 82$$

$$\text{จะได้ } \mu = \frac{30(72) + 30(64) + 40(82)}{100} = 73.60$$

คะแนนเฉลี่ยในการสอบวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนคนนี้ เท่ากับ 73.60 คะแนน

แนวการประเมินตนเอง

การแสดงวิธีทำ	คำแนะนำ
ทำได้ถูกต้องทั้ง 2 ข้อ	ศึกษากรอบต่อไปได้
มีข้อผิดพลาด บางส่วน เช่น 1) เขียนสูตร ไม่ถูกต้องหรือไม่เขียน 2) หาค่าเฉลี่ยไม่ถูกต้อง	1) เขียนใหม่ให้ถูกต้อง 2) คำนวณใหม่ให้ถูกต้อง แล้วศึกษากรอบต่อไป



นักเรียนทำถูกต้องแล้วใช่ไหมคะ
ศึกษาเรื่องต่อไปกัน

การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตรวม

ในการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลหลาย ๆ ชุด ซึ่งแต่ละชุดหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตไว้แล้ว เช่น ต้องการค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น ม.6 ของโรงเรียนแห่งหนึ่ง ซึ่งมีจำนวน 3 ห้อง โดยที่แต่ละห้อง ได้หาค่าเฉลี่ยเลขคณิตไว้แล้ว การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น ม.6 ทั้งหมดของโรงเรียนแห่งนี้ เรียกว่า ค่าเฉลี่ยเลขคณิตรวม

ถ้า $\mu_1, \mu_2, \mu_3, \dots, \mu_k$ เป็นค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลชุดที่ 1, 2, 3, ..., k ตามลำดับ
 $N_1, N_2, N_3, \dots, N_k$ เป็นจำนวนค่าสังเกตในข้อมูลชุดที่ 1, 2, 3, ..., k ตามลำดับ

$$\begin{aligned} \text{ค่าเฉลี่ยเลขคณิตรวม } \mu &= \frac{N_1\mu_1 + N_2\mu_2 + N_3\mu_3 + \dots + N_k\mu_k}{N_1 + N_2 + N_3 + \dots + N_k} \\ &= \frac{\sum_{i=1}^k N_i\mu_i}{\sum_{i=1}^k N_i} \end{aligned}$$

ถ้าเป็นข้อมูลระดับตัวอย่างที่สุ่มมาจากประชากร ยังคงใช้สูตรทำนองเดียวกัน แต่เปลี่ยน μ เป็น \bar{x} และ N เป็น n ในแต่ละชุดข้อมูล กล่าวคือ

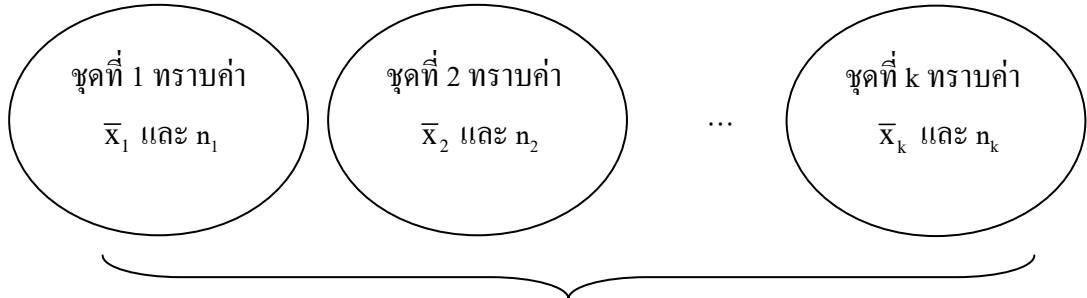
$$\begin{aligned} \text{ค่าเฉลี่ยเลขคณิตรวมของตัวอย่าง } \bar{x} &= \frac{n_1\bar{x}_1 + n_2\bar{x}_2 + \dots + n_k\bar{x}_k}{n_1 + n_2 + \dots + n_k} \\ &= \frac{\sum_{i=1}^k n_i\bar{x}_i}{\sum_{i=1}^k n_i} \end{aligned}$$



นักเรียนสามารถศึกษาทำความเข้าใจ
จากแผนภาพในกรอบต่อไปได้ค่ะ

นักเรียนอาจสร้างมโนภาพจากแผนภาพต่อไปนี้

ข้อมูลจำนวน k ชุด เป็นดังนี้



นำข้อมูลทั้ง k ชุด ซึ่งมีจำนวนข้อมูล เท่ากับ $n_1 + n_2 + \dots + n_k$

มาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตรวม โดยใช้สูตร

$$\bar{x} = \frac{n_1\bar{x}_1 + n_2\bar{x}_2 + \dots + n_k\bar{x}_k}{n_1 + n_2 + \dots + n_k} = \frac{\sum_{i=1}^k n_i\bar{x}_i}{\sum_{i=1}^k n_i}$$

ศึกษาตัวอย่างกันค่ะ

ตัวอย่างที่ 3

ถ้าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1, 6/2 และ 6/3 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งเป็น 16, 17 และ 18 ตามลำดับ โรงเรียนแห่งนี้มีนักเรียนแต่ละห้องเป็น 38, 32 และ 30 ตามลำดับ จงหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตคะแนนสอบของนักเรียนรวมทั้งสามชั้น

วิธีทำ จากสูตรค่าเฉลี่ยเลขคณิตรวม $\mu = \frac{\sum_{i=1}^k N_i\mu_i}{\sum_{i=1}^k N_i}$

จากโจทย์จะได้ $\mu_1 = 16$, $\mu_2 = 17$ และ $\mu_3 = 18$

$N_1 = 38$, $N_2 = 32$ และ $N_3 = 30$

$$\begin{aligned} \mu &= \frac{38(16) + 32(17) + 30(18)}{38 + 32 + 30} \\ &= \frac{608 + 544 + 540}{100} \\ &= 16.92 \text{ ปี} \end{aligned}$$

นำคะแนนเฉลี่ยแต่ละห้อง
คูณกับจำนวนนักเรียน

ผลรวมของจำนวนนักเรียน
แต่ละห้อง

ดังนั้น คะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์เฉลี่ยของนักเรียนทั้งสามชั้นเท่ากับ 16.92 ปี

มาลองทำแบบฝึกหัดกันครับ

แบบฝึกหัด: ให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียด และไม่ควรใช้เครื่องคำนวณ

1. นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ แบ่งเป็น 3 ห้อง ห้องที่ 1 มีนักเรียน 31 คน ห้องที่ 2 มีนักเรียน 34 คน และ ห้องที่ 3 มีนักเรียน 35 คน ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบวิชาภาษาอังกฤษของห้องที่ 1 เท่ากับ 70 คะแนน ห้องที่ 2 เท่ากับ 80 คะแนน และห้องที่ 3 เท่ากับ 60 คะแนน ค่าเฉลี่ยเลขคณิตรวมของคะแนนสอบวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนแผนการเรียนนี้เท่ากับเท่าใด

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ตารางข้างล่างนี้เป็นคะแนนในการสอบวิชาภาษาไทยของนักเรียน 3 ห้อง ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของนักเรียนทั้งหมดเป็น 64.04 คะแนน

จงหาคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนในห้องเรียนที่ 3

ห้องเรียนที่	1	2	3
คะแนนเฉลี่ย	63	70	x
จำนวนนักเรียน	14	16	20

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

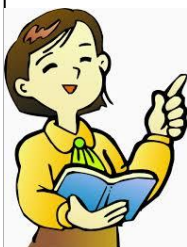
.....

.....

.....

.....

.....



ตรวจสอบคำตอบจากกรอบต่อไปนะคะ

เฉลยแบบฝึกหัดจากกรอบที่ 14

1. วิธีทำ จากสูตรค่าเฉลี่ยเลขคณิตรวม $\mu = \frac{\sum_{i=1}^k N_i \mu_i}{\sum_{i=1}^k N_i}$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า จะได้} \quad \mu &= \frac{31(70) + 34(80) + 35(60)}{31 + 34 + 35} \\ &= \frac{6,990}{100} \\ &= 69.90 \end{aligned}$$

ดังนั้น ค่าเฉลี่ยเลขคณิตรวมของคะแนนสอบ เท่ากับ 69.90 คะแนน

2. วิธีทำ จากสูตรค่าเฉลี่ยเลขคณิตรวม $\mu = \frac{\sum_{i=1}^k N_i \mu_i}{\sum_{i=1}^k N_i}$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า จะได้} \quad 64.04 &= \frac{63(14) + 70(16) + 20(x)}{14 + 16 + 20} \\ 64.04 &= \frac{2,002 + 20(x)}{50} \\ 3,202 &= 2,002 + 20x \\ 20x &= 1,200 \\ x &= 60 \end{aligned}$$

ดังนั้น คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนห้องที่ 3 เท่ากับ 60 คะแนน

แนวการประเมินตนเอง

การแสดงวิธีทำ	คำแนะนำ
ทำได้ถูกต้องทั้ง 2 ข้อ	ศึกษากรอบต่อไปได้
มีข้อผิดพลาด บางส่วน เช่น - เขียนสูตรไม่ถูกต้องหรือไม่เขียน - แทนค่าไม่ถูกต้อง - แก้สมการหาค่า x ไม่ถูกต้อง	แก้ไขข้อผิดพลาดให้ถูกต้อง โดยการ - ศึกษากรอบ 11-13 อีกครั้ง หรือ ทบทวนเรื่องการแก้สมการ



พี่ ๆ ทำถูกต้องแล้วใช่ไหมครับ
มาศึกษาเรื่องต่อไปกันนะครับ

การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตกรณีข้อมูลมีการแจกแจงความถี่

ในบางครั้งเราอาจต้องหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่ไม่มีคะแนนดิบ เช่น ข้อมูลที่รายงานจากทะเบียนต่าง ๆ ในลักษณะที่ได้แจกแจงความถี่แล้ว

ถ้าให้ f_i เป็นความถี่ของค่าจากการสังเกต x_i หรืออันตรภาคชั้นที่มี x_i เป็นจุดกึ่งกลางชั้น และ $i = 1, 2, 3, \dots, k$ เราสามารถหาค่าเฉลี่ยได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\mu &= \frac{f_1x_1 + f_2x_2 + f_3x_3 + \dots + f_kx_k}{f_1 + f_2 + f_3 + \dots + f_k} \\ &= \frac{\sum_{i=1}^k f_i x_i}{\sum_{i=1}^k f_i} \\ &= \frac{\sum_{i=1}^k f_i x_i}{N}\end{aligned}$$

เมื่อ N เป็นจำนวนค่าจากการสังเกตทั้งหมด หรือ $N = \sum_{i=1}^k f_i$

x_i เป็น จุดกึ่งกลางชั้นของอันตรภาคชั้น i

f_i เป็น ความถี่ของอันตรภาคชั้น i

k เป็น จำนวนอันตรภาคชั้น

หมายเหตุ ถ้าเป็นข้อมูลระดับตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของประชากรยังคงใช้สูตรแบบเดิม แต่เปลี่ยน μ เป็น \bar{x} และ N เป็น n

เราจะสังเกตเห็นว่าการคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตโดยวิธีนี้ ใช้สูตรทำนองเดียวกันกับการคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตโดยวิธีถ่วงน้ำหนักนั่นเอง โดยที่ความสำคัญหรือน้ำหนักในที่นี้คือความถี่ของแต่ละอันตรภาคชั้น ค่าของข้อมูลที่อยู่ในแต่ละอันตรภาคชั้นจะประมาณด้วยจุดกึ่งกลางของแต่ละชั้น หรือจะสมมติว่าค่าทุกค่าเท่ากับจุดกึ่งกลางของแต่ละอันตรภาคชั้น ทั้งนี้ถือว่าจุดกึ่งกลางของอันตรภาคชั้นเป็นตัวแทนที่ดีของค่าจากการสังเกตที่มีอยู่ในอันตรภาคชั้นนั้น ๆ

ในปัจจุบันมีการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการคำนวณได้โดยสะดวก การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่ต้องแจกแจงความถี่โดยอาศัยการแบ่งอันตรภาคชั้นจึงไม่นิยมใช้ การใช้คอมพิวเตอร์สามารถหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลดิบได้โดยตรง ดังนั้น การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่แจกแจงความถี่ จึงใช้สำหรับกรณีที่ไม่มีข้อมูลดิบทุกหน่วย แต่มีเพียงข้อมูลเฉพาะที่ได้แจกแจงความถี่แล้วเท่านั้น

หมายเหตุ เอกสารเล่มนี้ในบางครั้งจะเขียน \sum แทน $\sum_{i=1}^N$ หรือ $\sum_{i=1}^k$

มาศึกษาตัวอย่างกันครับ

ตัวอย่างที่ 4

ในการสอบวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ของนักเรียนชั้น ม.6/2 จำนวน 20 คน ปรากฏผลดังนี้

คะแนน	5	6	7	8	9	10
จำนวนนักเรียน	2	1	7	2	5	3

จงหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบ นักเรียนชั้น ม.6/2

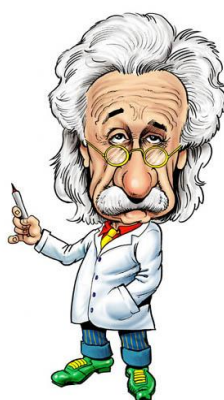
วิธีทำ ให้ x แทน คะแนนของนักเรียน

f แทน ความถี่

คะแนน (x_i)	จำนวนนักเรียน(f_i)	$f_i x_i$
5	2	10
6	1	6
7	7	49
8	2	16
9	5	45
10	3	30
	$\sum f = 20$	$\sum fx = 156$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร } \mu &= \frac{\sum fx}{N} \\ &= \frac{156}{20} \\ &= 7.8 \end{aligned}$$

ดังนั้น ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนนักเรียน ชั้น ม.6/2 เท่ากับ 7.80 คะแนน



ศึกษาตัวอย่างกันครับ

แบบฝึกหัด : ให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียด และไม่ควรใช้เครื่องคำนวณ

จากการสุ่มถามคะแนนสอบของนักเรียนห้องหนึ่งจำนวน 30 คน เป็นดังนี้

คะแนน	จำนวนนักเรียน
15	3
16	8
17	13
18	4
19	2

จงหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบครั้งนี้

วิธีทำ เพื่อความสะดวกในการคำนวณ จึงสร้างตารางได้ดังนี้

x_i	f_i	

.....

.....

.....

.....

.....

.....



ตรวจสอบคำตอบจากกรอบต่อไปค่ะ

เฉลยแบบฝึกหัดจากกรอบที่ 18

วิธีทำ เพื่อความสะดวกในการคำนวณ จึงสร้างตารางได้ดังนี้

x_i	f_i	$f_i x_i$
15	3	45
16	8	128
17	13	221
18	4	72
19	2	38
รวม	30	504

$$\text{จากตารางจะได้ } \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^k f_i x_i}{\sum_{i=1}^k f_i} = \frac{504}{30} = 16.80$$

ดังนั้น ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบ เท่ากับ 16.80

แนวการประเมินตนเอง

การแสดงผลวิธีทำ	คำแนะนำ
<p>เขียนสูตรได้ถูกต้อง ได้แก่ $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^k f_i x_i}{\sum_{i=1}^k f_i}$</p> <p>หาค่าต่าง ๆ จากตารางได้ถูกต้อง</p> <p>และหาค่าเฉลี่ยได้ถูกต้อง</p>	ศึกษากรอบต่อไปได้
<p>มีข้อผิดพลาด บางส่วน เช่น</p> <p>1. เขียนสูตรไม่ถูกต้องหรือไม่เขียน หรือ</p> $\text{เขียนเป็น } \mu = \frac{\sum_{i=1}^k f_i x_i}{\sum_{i=1}^k f_i}$ <p>2. หาค่าเฉลี่ยไม่ถูกต้อง</p>	<p>1. เขียนสูตรให้ถูกต้อง</p> <p>และให้สังเกตว่าข้อมูลในโจทย์เป็นกลุ่มตัวอย่าง</p> <p>2. ศึกษาอีกครั้ง หรือคำนวณใหม่ให้ถูกต้อง</p>



ทำถูกต้องใช่ไหมครับ
ศึกษาตัวอย่างต่อไปนะครับ

ตัวอย่างที่ 5 (การหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่มีการแจกแจงความถี่เป็นอันตรภาคชั้น)

จงหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนน จากตารางแจกแจงความถี่ต่อไปนี้

คะแนน	2-4	5-7	8-10	11-13	14-16
ความถี่	6	4	10	8	2

วิธีทำ ให้ x_i แทน จุดกึ่งกลางของอันตรภาคชั้น

f_i แทน ความถี่

$$\text{ได้มาจาก } \frac{2+4}{2} = 3$$

คะแนน	จุดกึ่งกลางชั้น (x_i)	ความถี่ (f_i)	$f_i x_i$
2-4	3	6	18
5-7	6	4	24
8-10	9	10	90
11-13	12	8	96
14-16	15	2	30
		$\sum f = 30$	$\sum f x = 258$

ได้มาจาก $3 \times 6 = 18$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร } \mu &= \frac{\sum f x}{N} \\ &= \frac{258}{30} \\ &= 8.6 \end{aligned}$$

ดังนั้น ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนน ประมาณ 8.6 คะแนน



มาทำแบบฝึกหัดกันค่ะ

แบบฝึกหัด : ให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียด และอนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณได้

ตารางแจกแจงความถี่ต่อไปนี้ เป็นราคาสินค้า(บาท)ชนิดหนึ่ง ซึ่งสืบราคาจากร้านค้าจำนวน 10 ร้าน

ราคา(บาท)	90 - 94	95 - 99	100 - 104	105 - 109	110 - 114
จำนวน	5	20	35	30	10

จงหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของราคาสินค้า

วิธีทำ

ราคา	จุดกึ่งกลางชั้น (x_i)	ความถี่(f_i)	

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



ตรวจสอบคำตอบจากกรอบต่อไปค่ะ

เฉลยแบบฝึกหัดจากกรอบที่ 21

วิธีทำ

ราคา	จุดกึ่งกลางชั้น (x_i)	ความถี่ (f_i)	$f_i x_i$
90 - 94	92	5	460
95 - 99	97	20	1,940
100 - 104	102	35	3,570
105 - 109	107	30	3,210
110 - 114	112	10	1,120
		$\sum f = 100$	$\sum f x = 10,300$

จากสูตร
$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^k f_i x_i}{\sum_{i=1}^k f_i} = \frac{10,300}{100} = 103$$

ดังนั้น ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของราคาสินค้า เท่ากับ 103 บาท

แนวการประเมินตนเอง

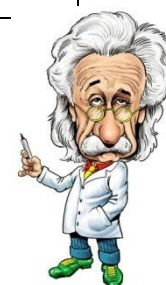
การแสดงวิธีทำ	คำแนะนำ
<p>หาค่าต่าง ๆ ในตารางได้ถูกต้อง</p> <p>เขียนสูตรได้ถูกต้อง ได้แก่ $\bar{x} = \frac{\sum f x}{N}$</p> <p>และหาค่าเฉลี่ยได้ถูกต้อง</p>	ศึกษากรอบต่อไปได้
<p>มีข้อผิดพลาด บางส่วน เช่น</p> <ol style="list-style-type: none"> หาค่าต่าง ๆ ในตารางไม่ถูกต้องบางส่วน เขียนสูตรไม่ถูกต้องหรือไม่เขียน หรือ <p>เขียนเป็น $\mu = \frac{\sum_{i=1}^k f_i x_i}{\sum_{i=1}^k f_i}$</p> <ol style="list-style-type: none"> หาค่าเฉลี่ยไม่ถูกต้อง 	<ol style="list-style-type: none"> หาค่าต่าง ๆ ให้ถูกต้องโดยใช้เครื่องคำนวณหรือถ้าเกิดจากการเข้าใจผิดพลาดให้ทำความเข้าใจจากตัวอย่างอีกครั้ง เขียนสูตรให้ถูกต้องให้สังเกตว่าข้อมูลในโจทย์เป็นกลุ่มตัวอย่าง คำนวณใหม่ให้ถูกต้องโดยใช้เครื่องคำนวณ



คุณลุงคะ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

มีสมบัติอะไรบ้างคะ

ศึกษาจากกรอบต่อไปเลยครับลูก



สมบัติของค่าเฉลี่ยเลขคณิต

สมบัติที่สำคัญของค่าเฉลี่ยเลขคณิต มีดังนี้

1) ค่าเฉลี่ยเลขคณิตเมื่อคูณกับจำนวนข้อมูล จะเท่ากับผลรวมของข้อมูลทุก ๆ ค่า ดังนี้

$$\sum_{i=1}^N x_i = N\mu$$

และ
$$\sum_{i=1}^n x_i = n\bar{x}$$

2) ผลรวมของความแตกต่างระหว่างค่าของข้อมูลกับค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลชุดนั้น ๆ จะเท่ากับ 0 กล่าวคือ

$$\sum_{i=1}^N (x_i - \mu) = 0$$

และ
$$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) = 0$$

3) ผลรวมของกำลังสองของผลต่างของแต่ละค่าของข้อมูลกับจำนวนจริง M ใด ๆ จะมีค่าน้อยที่สุดเมื่อ M เท่ากับค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลชุดนั้น กล่าวคือ

$$\sum_{i=1}^N (x_i - M)^2 \text{ มีค่าน้อยที่สุด เมื่อ } M = \mu$$

และ
$$\sum_{i=1}^n (x_i - M)^2 \text{ มีค่าน้อยที่สุด เมื่อ } M = \bar{x}$$

4) ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลชุดใด ๆ จะต้องอยู่ระหว่างค่าจากการสังเกตที่น้อยที่สุด และค่าจากการสังเกตที่มากที่สุด ในข้อมูลชุดนั้น กล่าวคือ

$$x_{\min} < \mu < x_{\max}$$

$$x_{\min} < \bar{x} < x_{\max}$$

เมื่อ x_{\min} และ x_{\max} เป็นค่าจากการสังเกตที่น้อยที่สุดและค่าจากการสังเกตที่มากที่สุด ในข้อมูล ชุดนั้น ตามลำดับ และ $x_{\min} \neq x_{\max}$

5) ถ้าตัวแปร Y สัมพันธ์กับตัวแปร X ในรูปฟังก์ชันเชิงเส้น นั่นคือ

$$\text{ถ้า } y_i = ax_i + b \quad \text{เมื่อ } i \text{ คือ } 1, 2, 3, \dots, N \text{ และ } a, b \text{ เป็นค่าคงตัวใด ๆ}$$

$$\text{แล้ว } \mu_y = a\mu_x + b \quad \text{เมื่อ } \mu_y \text{ คือค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูล } y_i$$

$$\mu_x \text{ คือค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูล } x_i$$

$$\text{หรือ } \bar{y} = a\bar{x} + b$$

หมายเหตุ การพิสูจน์สมบัติต่าง ๆ เหล่านี้ไม่ขอแสดงในที่นี้



มาศึกษาตัวอย่างการนำสมบัติไปใช้
กันนะครับ

กรอบที่ 24

ตัวอย่างที่ 6

คะแนนทดสอบหลังเรียนที่ได้มาจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน และมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 30 แล้วผลรวมของคะแนนของข้อมูลชุดนี้เท่ากับเท่าไร

วิธีทำ จากโจทย์จะได้ $n = 20$ และ $\bar{x} = 30$

$$\text{ต้องการหา } \sum_{i=1}^{20} x_i$$

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

$$\sum_{i=1}^{20} x_i = 20(30) = 600$$

ดังนั้น ผลรวมของคะแนนของข้อมูลชุดนี้เท่ากับ 600 คะแนน

กรอบที่ 25

ตัวอย่างที่ 7

ถ้ากำหนดข้อมูล 5, 7, 9, 11 แล้วจงหาจำนวนจริง a ที่ทำให้ $\sum_{i=1}^n (x_i - a) = 0$

เมื่อ x_i แทนข้อมูลแต่ละค่า

วิธีทำ จากสมบัติข้อที่ 2 ที่ว่า $\sum_{i=1}^n (x_i - \mu) = 0$

ดังนั้น $a = \mu$

$$\text{นั่นคือ } a = \mu = \frac{5+7+9+11}{4} = \frac{32}{4} = 8$$

กรอบที่ 26

ตัวอย่างที่ 8

กำหนดข้อมูล 3, 5, 7, 9, 11, 13 จงหาค่าที่น้อยที่สุดของ $\sum_{i=1}^6 (x_i - M)^2$

เมื่อ M เป็นจำนวนจริง และ x_i แทนค่าในข้อมูลที่กำหนดให้

วิธีทำ จากสมบัติข้อที่ 3 $\sum_{i=1}^N (x_i - M)^2$ มีค่าน้อยสุด เมื่อ $M = \mu$

$$\text{ซึ่ง } \mu = \frac{3+5+7+9+11+13}{6} = \frac{48}{6} = 8$$

จะได้ ค่าที่น้อยที่สุดของ $\sum_{i=1}^N (x_i - M)^2$ คือ

$$\begin{aligned} & (3-8)^2 + (5-8)^2 + (7-8)^2 + (9-8)^2 + (11-8)^2 + (13-8)^2 \\ &= 25 + 9 + 1 + 1 + 9 + 25 \\ &= 70 \end{aligned}$$

ตัวอย่างต่อไปค่ะ

ตัวอย่างที่ 9

จากการสุ่มวัดอุณหภูมิเมื่อเวลา 12.00 น. ของแต่ละวันในสัปดาห์แรกของเดือนเมษายน พ.ศ. 2557 เป็น 33, 34, 36, 35, 37 และ 31 องศาเซลเซียส ตามลำดับ จงหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของอุณหภูมิเป็นองศาฟาเรนไฮต์ เมื่อสมการแสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง อุณหภูมิที่เป็นองศาเซลเซียส (C) กับ อุณหภูมิเป็นองศาฟาเรนไฮต์ (F) เป็นดังนี้ $\frac{C}{100} = \frac{F - 32}{180}$

วิธีทำ จัดรูปสมการ

$$\begin{aligned}\frac{C}{100} &= \frac{F - 32}{180} \\ 180C &= 100(F - 32) \\ 180C &= 100F - 3200 \\ 100F &= 180C + 3200 \\ F &= \frac{180}{100}C + \frac{3200}{100} \\ F &= \frac{9}{5}C + 32\end{aligned}$$

หรือ $F_i = \frac{9}{5}C_i + 32$ เมื่อ $i = 1, 2, 3, \dots, 6$

จากสมบัติข้อที่ 5 จะได้ $\bar{F} = \frac{9}{5}\bar{C} + 32$

แต่ $\bar{C} = \frac{33 + 34 + 36 + 35 + 37 + 31}{6}$

$$\begin{aligned}&= \frac{206}{6} \\ &= 34.33\end{aligned}$$

ดังนั้น $\bar{F} = \frac{9}{5}(34.33) + 32$

$$= 93.79$$

นั่นคือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของอุณหภูมิเป็นองศาฟาเรนไฮต์เท่ากับ 93.79

หาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิเป็นองศาฟาเรนไฮต์
สัญลักษณ์จะเป็น \bar{F}



ศึกษามาทุกตัวอย่างแล้วใช่ไหมครับ
มาฝึกทำแบบฝึกหัดกันต่อครับ

แบบฝึกหัด : ให้นักเรียนแสดงวิธีทำให้ละเอียด

1. กำหนดข้อมูล 7, 10, 13, 16, 24 จงหาค่า a ที่ทำให้ $\sum_{i=1}^5 (x_i - a)^2$ มีค่าน้อยที่สุด

เมื่อ x_i แทนค่าในข้อมูลที่กำหนดให้ และ a เป็นจำนวนจริง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ถ้าข้อมูล X_i ประกอบด้วย 2, 4, 6, 8, 10 และข้อมูล Y_i สัมพันธ์กับข้อมูล X_i ดังสมการ

$$Y_i = 3X_i + 2$$

จงหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูล Y_i

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



ตรวจสอบคำตอบจากกรอบต่อไปค่ะ

เฉลยแบบฝึกหัดจากกรอบที่ 28

1. วิธีทำ จากสมบัติข้อที่ 3 $\sum_{i=1}^5 (x_i - a)^2$ มีค่าน้อยที่สุดเมื่อ $a = \mu$

$$\text{จะได้ } a = \mu = \frac{7+10+13+16+24}{5} = \frac{70}{5} = 14$$

ดังนั้น $a = 14$

2. วิธีทำ จากสมการแสดงความสัมพันธ์ $Y_i = 3X_i + 2$

และจากสมบัติข้อที่ 5 จะได้ $\bar{Y} = 3\bar{X} + 2$

$$\text{ซึ่ง } \bar{X} = \frac{2+4+6+8+10}{5} = \frac{30}{5} = 6$$

$$\text{จะได้ } \bar{Y} = 3(6) + 2 = 20$$

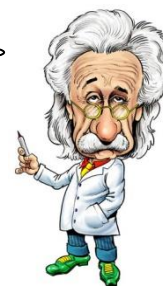
แนวการประเมินตนเอง

การแสดงวิธีทำ	คำแนะนำ
อ้างอิงสมบัติที่นำมาใช้แก้ปัญหาได้ถูกต้อง และคำนวณหาค่าได้ถูกต้อง	ศึกษารอบต่อไปได้
มีข้อผิดพลาด บางส่วน เช่น 1) อ้างอิงสมบัติที่นำมาใช้แก้ปัญหาไม่ถูกต้อง 2) คำนวณหาค่าไม่ถูกต้อง	1) ศึกษารอบที่ 23 และตัวอย่างที่ 6-9 ให้เข้าใจ 2) คำนวณใหม่ให้ถูกต้อง



คุณลุงคะ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
มีข้อดี และข้อเสียอะไรบ้างคะ

ศึกษาจากรอบต่อไปเลยครับลูก



ข้อดีและข้อเสียของการใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

ข้อดี

1. เป็นวิธีการหาค่ากลางที่ใช้ข้อมูลทุกค่ามาใช้ในการคำนวณ

ข้อเสีย

1. ไม่เหมาะที่จะนำมาเป็นค่ากลางของข้อมูล เมื่อข้อมูลนั้น ๆ ไม่มีค่าใดค่าหนึ่งหรือหลาย ๆ ค่าซึ่งสูงกว่าหรือต่ำกว่าค่าอื่น ๆ มาก เช่น คะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนจำนวน 10 คนเป็นดังนี้

70, 76, 67, 5, 87, 74, 3, 73, 69 และ 72

ซึ่งค่า 5 และ 3 ถือว่าเป็นค่าที่ต่ำผิดปกติ

การหาค่าเฉลี่ยของกรณีเช่นนี้จึงไม่เป็นตัวแทนที่ดีของข้อมูล (อาจใช้ค่ากลางอื่นแทน เช่น มัธยฐาน)



มาศึกษาตัวอย่าง โจทย์ปัญหา
หรือแนวข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัย
กันบ้างนะครับ

ตัวอย่างที่ 10

ข้อมูลชุดหนึ่งมี 10 จำนวน หาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลชุดนี้ได้เป็น 2 แต่ต่อมาตรวจสอบพบว่า ได้ลอกข้อมูลผิดไป 2 จำนวน คือข้อมูล 0.2 และ 0.3 ถูกลอกเป็น 2 และ 3 ตามลำดับ อยากทราบว่า ค่าเฉลี่ยเลขคณิตที่ถูกต้องของข้อมูลชุดนี้เป็นเท่าไร

วิธีทำ จากโจทย์จะได้ $N = 10$

ข้อมูลเดิม $\mu = 2$

จะได้ผลรวมของข้อมูล $\sum_{i=1}^N x_i = \mu N = 2(10) = 20$

แต่ต่อมาตรวจสอบพบว่า ได้ลอกข้อมูลผิดไป 2 จำนวน คือข้อมูล 0.2 และ 0.3 ถูกลอกเป็น 2 และ 3 ตามลำดับ

ดังนั้นหาผลรวมของข้อมูลที่ถูกต้อง คือ $20 - (2 + 3) + (0.2 + 0.3) = 15.5$

ลบข้อมูลที่ผิด

บวกข้อมูลที่ถูกต้อง

หาค่าเฉลี่ยเลขคณิตที่ถูกต้อง $\mu = \frac{15.5}{10} = 1.55$

ดังนั้น ค่าเฉลี่ยเลขคณิตที่ถูกต้องของข้อมูลชุดนี้ เท่ากับ 1.55 กิโลกรัม



มาศึกษาตัวอย่างต่อไป

ตัวอย่างที่ 11

(ข้อสอบข้อนี้ดัดแปลงมาจากข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัย รอบเดือนตุลาคม พ.ศ.2544)

ถ้าตารางแจกแจงความถี่ของข้อมูลชุดหนึ่ง ซึ่งมีความกว้างของแต่ละอันตรภาคชั้นเท่ากัน ดังต่อไปนี้

ชั้นที่	จุดกึ่งกลางของอันตรภาคชั้น	ความถี่สะสม
1	8
2	16
3	36
4	25	40
5	30	50

ให้ \bar{X} แทนค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูล แล้ว \bar{X} มีค่าเท่ากับเท่าใด

วิธีทำ จากข้อมูลที่กำหนดให้ สร้างตารางแจกแจงความถี่สะสมได้ดังนี้

ชั้นที่	จุดกึ่งกลางของอันตรภาคชั้น	ความถี่
1	...10.....	8
2	...15.....	8
3	...20.....	20
4	25	4
5	30	10

หาจากความกว้างของ
อันตรภาคชั้น เท่ากับ 5

ความถี่หาจาก
ผลต่างของอันตรภาคชั้น
ที่อยู่ติดกัน

$$\begin{aligned} \text{จะได้ } \bar{X} &= \frac{10(8) + 15(8) + 20(20) + 25(4) + 30(10)}{50} \\ &= \frac{1000}{50} \\ &= 20 \end{aligned}$$



เมื่อพี่ ๆ ได้เห็นแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาแล้ว
มาลองทำแบบฝึกหัดกันนะครับ

แบบฝึกหัด : ให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

1. ข้อมูลชุดหนึ่งมี 5 จำนวน นาย ก ลอกได้เป็น 30, 40, 20, 10, 12 ปรากฏว่านาย ก ลอกข้อมูลจำนวนสุดท้ายผิด แต่นาย ข ลอกเลขชุดนี้ได้ถูกต้องทุกจำนวนและคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตได้เป็น 27
 อยากทราบว่า นาย ก ลอกจำนวนสุดท้ายผิดไปเท่าไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. นายอรุณ เป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง ซึ่งมีผลการเรียนและหน่วยการเรียนที่ได้แต่ละปี ดังนี้

ปี	หน่วยการเรียน	ระดับคะแนนเฉลี่ย
1	36	3.8
2	36	3.7
3	30	3.0
4	18	x

ถ้าทางมหาวิทยาลัยตั้งเกณฑ์ไว้ว่า นักศึกษาที่จะได้รับเกียรตินิยมอันดับ 1 ต้องได้ระดับคะแนนเฉลี่ยรวมทั้ง 4 ปี ตั้งแต่ 3.6 ขึ้นไป จงหาว่านายอรุณต้องทำระดับคะแนนเฉลี่ยปีที่ 4 อย่างต่ำเท่าใด จึงจะได้รับเกียรตินิยมอันดับ 1

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



น้อง ๆ สามารถตรวจสอบเฉลยได้ในกรอบ
 ต่อไปนะครับ
 แต่อย่าลืมว่าห้ามเปิดเฉลยก่อนเป็นอันขาด

เฉลยแบบฝึกหัดจากกรอบที่ 33

1. วิธีทำ ให้ a เป็นจำนวนสุดท้ายที่ถูกต้อง

เนื่องจากนาย ข คำนวณได้ถูกต้องดังนั้น $\bar{X} = 27$

$$\text{จะได้ } 27 = \frac{30+40+20+10+a}{5}$$

$$135 = 100 + a$$

$$a = 35$$

นั่นคือ นาย ก ลอกจำนวนสุดท้ายผิดไป $35 - 12 = 23$

2. วิธีทำ จากสูตรค่าเฉลี่ยเลขคณิตถ่วงน้ำหนัก $\mu = \frac{\sum_{i=1}^4 w_i x_i}{\sum_{i=1}^4 w_i}$

สร้างตารางเพื่อความสะดวกในการคำนวณ ดังนี้

ปี	w_i	x_i	$w_i x_i$
1	36	3.8	136.8
2	36	3.7	133.2
3	30	3.0	90
4	18	x	$18x$
รวม	120		$360+18x$

$$\text{จะได้ } 3.60 = \frac{360+18x}{120}$$

$$432 = 360 + 18x$$

$$72 = 18x$$

$$x = 4$$

ดังนั้น นายอรุณต้องทำระดับคะแนนเฉลี่ยปีที่ 4 อย่างต่ำ 4.00 จึงจะได้รับเกียรติคุณอันดับ 1

แนวการประเมินตนเอง

การแสดงวิธีทำ	คำแนะนำ
ทำได้ถูกต้องทั้ง 2 ข้อ	ศึกษากรอบต่อไปได้
มีข้อผิดพลาด	ศึกษาเพิ่มเติมจากกรอบที่ผ่านมาแล้ว



นักเรียนได้ศึกษาบทเรียนชุดที่ 1 จบแล้ว
มาทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติมกันนะคะ

แบบฝึกหัดเพิ่มเติมที่ 1

คำชี้แจง แบบฝึกหัดเพิ่มเติมนี้ให้นักเรียนนำไปศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองเป็นการบ้าน เพื่อฝึกทักษะให้มีความชำนาญมากยิ่งขึ้น

-
- นักเรียนจำนวน 8 คน ชั่งน้ำหนักโดยใช้เครื่องชั่งตัวเดียวกัน หาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของน้ำหนักได้ 53 กิโลกรัม ในการจัดบันทึกผู้บันทึกได้บันทึกน้ำหนักเพียง 7 คน เป็นดังนี้ 57, 55, 45, 60, 55, 45, 62 กิโลกรัม โดยที่น้ำหนักของนักเรียนคนที่ 8 ไม่ได้ไว้ จงหาว่าน้ำหนักของคนที่ 8 เป็นเท่าไร
 - ตารางต่อไปนี้แสดงค่าอาหารกลางวันของนายจรัญ รักคณิต ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2556

เดือน	ค่าอาหาร
มกราคม	500
กุมภาพันธ์	480
มีนาคม	520
เมษายน	560
พฤษภาคม	440

จงหาค่าเฉลี่ยของค่าอาหารกลางวันของ นายจรัญ รักคณิต

- ในการแข่งขันบาสเกตบอล 5 ครั้งที่ผ่านมา นายบาส ทำคะแนนได้ดังนี้ 28, 29, 28, 32, 28 และยังมี การแข่งขันเหลืออยู่อีกหนึ่งครั้ง ถ้าเขาต้องการให้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนที่เขาทำได้ทั้งหมดเป็น 30 เขาจะต้องทำคะแนนครั้งที่ 6 เท่าใด
- ในการชั่งน้ำหนักของนักเรียนคนหนึ่ง 5 ครั้ง ในเดือนหนึ่ง(เป็นกิโลกรัม) โดยใช้เครื่องชั่งน้ำหนักตัว เดียวกัน หาค่าเฉลี่ยเลขคณิตได้เป็น 44.1 กิโลกรัม แต่ปรากฏว่าเครื่องชั่งนี้คลาดเคลื่อน คือน้ำหนักที่ชั่ง ได้ในแต่ละครั้งน้อยไปกว่าน้ำหนักจริงอยู่ 0.1 กิโลกรัม จงหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของน้ำหนักที่ถูกต้อง
- จากการทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น ม.6 จำนวน 400 คน ของโรงเรียนแห่งหนึ่งซึ่งเป็น นักเรียนชาย 150 คน นักเรียนหญิง 250 คน ปรากฏว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบของนักเรียน ชายเป็น 72.5 คะแนนและของนักเรียนหญิงเป็น 73.6 คะแนน จงหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบ ของนักเรียนทั้ง 400 คน
- จากการสำรวจรายได้ของพนักงานของโรงงานแห่งหนึ่ง 3 กลุ่ม กลุ่มที่หนึ่งมีจำนวน 50 คน รายได้เฉลี่ย แล้วเดือนละ 9,000 กลุ่มที่สองมีจำนวน 30 คน รายได้เฉลี่ยแล้วเดือนละ 10,000 บาท และกลุ่มที่สามมี จำนวน 20 คน รายได้เฉลี่ยแล้วเดือนละ 14,000 อยากทราบว่ารายได้เฉลี่ยของพนักงานทั้งสามกลุ่มเป็น เท่าไร

กรอบแบบฝึกหัดเพิ่มเติม(ต่อ)

7. จงหาค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนในภาคเรียนหนึ่งของนักเรียนคนหนึ่ง ซึ่งเรียงตามรายวิชาต่อไปนี้

วิชาที่ลงทะเบียน	ภาษาไทย	ภาษาอังกฤษ	คณิตศาสตร์	วิทยาศาสตร์
หน่วยกิต	1.5	1.5	2.0	1.0
ระดับคะแนนที่สอบได้	3	2	3	3

8. ผลการสอบวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน 20 คนเป็นดังนี้

คะแนนที่สอบได้	60	64	72	75	77	85
จำนวนนักเรียน	1	5	6	2	4	2

จงหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบ

9. ตารางข้างล่างนี้เป็นคะแนนสอบวิชาหนึ่งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ห้องหนึ่งของ

โรงเรียน แห่งหนึ่ง

คะแนน	จำนวนนักเรียน
50 – 52	1
47 – 49	3
44 – 46	2
41 – 43	8
38 – 40	6
35 – 37	10
32 – 34	8

จงหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต

10. จงหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของปริมาณข้าวที่ประเทศไทยส่งออกไปขายต่างประเทศในรอบ 22 ปี

จากตารางแจกแจงความถี่ต่อไปนี้

ปริมาณข้าวที่ส่งออก(ล้านตัน)	ความถี่สะสม
0.80 – 0.99	1
1.00 – 1.19	4
1.20 – 1.39	10
1.40 – 1.59	19
1.60 – 1.79	19
1.80 – 1.99	20
2.00 – 2.19	22

เฉลยแบบฝึกหัดเพิ่มเติมที่ 1

1. วิธีทำให้ x เป็นน้ำหนักของนักเรียนคนที่ 8

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad \mu &= \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N} \\ 53 &= \frac{57 + 55 + 45 + 60 + 55 + 45 + 62 + x}{8} \\ 53 &= \frac{379 + x}{8} \\ 379 + x &= 53(8) \\ x &= 424 - 379 \\ x &= 45 \end{aligned}$$

ดังนั้น น้ำหนักของนักเรียนคนที่ 8 เท่ากับ 45 กิโลกรัม

$$\begin{aligned} \text{2. วิธีทำจากสูตร} \quad \mu &= \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N} \\ &= \frac{500 + 480 + 520 + 560 + 440}{5} \\ &= \frac{2500}{5} \\ &= 500 \end{aligned}$$

ดังนั้น ค่าเฉลี่ยของค่าอาหารกลางวันของนายจรัญ รักคณิต เท่ากับ 500 บาทต่อเดือน

3. วิธีทำจากโจทย์ จะได้ $N = 6$ และ $\mu = 30$

คะแนนจากการแข่งขัน 5 ครั้งที่ผ่านมา ได้แก่ 28, 29, 28, 32, 28

ให้ x เป็นคะแนนที่ได้จากการจากการแข่งขันครั้งที่ 6

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad \mu &= \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N} \\ 30 &= \frac{28 + 29 + 28 + 32 + 28 + x}{6} \\ 180 &= 145 + x \\ x &= 180 - 145 \\ &= 35 \end{aligned}$$

ดังนั้น ถ้าต้องการให้ได้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตจากการแข่งขันทั้ง 6 ครั้ง จะต้องมียกคะแนนจากการแข่งขันครั้งที่ 6 เท่ากับ 35

4. วิธีทำจากโจทย์จะได้ $N = 5$

ข้อมูลเดิม(ที่อ่านผิด) $\mu = 44.1$

ปรากฏว่าน้ำหนักที่ชั่งได้ในแต่ละครั้งน้อยไปกว่าน้ำหนักจริงอยู่ 0.1 กิโลกรัม

ดังนั้น ค่าเฉลี่ยเลขคณิตที่ถูกต้อง เท่ากับ $44.1 + 0.1 = 44.2$ กิโลกรัม

$$5. \text{ วิธีทำจากสูตรค่าเฉลี่ยเลขคณิตรวม } \mu = \frac{\sum_{i=1}^k N_i \mu_i}{\sum_{i=1}^k N_i}$$

$$\begin{aligned} \mu &= \frac{150(72.5) + 250(73.6)}{400} \\ &= \frac{29,275}{400} \\ &= 73.19 \end{aligned}$$

ดังนั้น ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบของนักเรียนทั้ง 400 คน เท่ากับ 73.19 คะแนน

$$6. \text{ วิธีทำจากสูตรค่าเฉลี่ยเลขคณิตรวม } \mu = \frac{\sum_{i=1}^k N_i \mu_i}{\sum_{i=1}^k N_i}$$

$$\begin{aligned} \mu &= \frac{50(9,000) + 30(10,000) + 20(14,000)}{50 + 30 + 20} \\ &= \frac{1,030,000}{100} \\ &= 10,300 \end{aligned}$$

ดังนั้น รายได้เฉลี่ยของคนงานทั้งสามกลุ่มนี้เท่ากับ 10,300 บาท

$$7. \text{ วิธีทำจากสูตรค่าเฉลี่ยเลขคณิตถ่วงน้ำหนัก } \mu = \frac{\sum_{i=1}^N w_i x_i}{\sum_{i=1}^N w_i}$$

$$\begin{aligned} \text{จะได้ } \mu &= \frac{1.5(3) + 1.5(3) + 2(3) + 1(3)}{1.5 + 1.5 + 2 + 1} \\ &= \frac{18}{6} \\ &= 3 \end{aligned}$$

ดังนั้น ค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนของนักเรียนคนนี้เท่ากับ 3

กรอบเฉลยแบบฝึกหัดเพิ่มเติม(ต่อ)

8. วิธีทำ จากสูตรค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่แจกแจงความถี่แล้ว $\mu = \frac{\sum_{i=1}^N f_i x_i}{\sum_{i=1}^N f_i}$

$$\begin{aligned} \text{จะได้ } \mu &= \frac{60(1)+64(5)+72(6)+75(2)+77(4)+85(2)}{1+5+6+2+4+2} \\ &= \frac{1440}{20} \\ &= 72 \end{aligned}$$

ดังนั้น ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบ เท่ากับ 72 คะแนน

9. วิธีทำ จากสูตรค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่แจกแจงความถี่(เป็นอันตรภาคชั้น) $\mu = \frac{\sum_{i=1}^k f_i x_i}{\sum_{i=1}^k f_i}$

เพื่อความสะดวกในการคำนวณ จึงสร้างตารางได้ดังนี้

คะแนน	จำนวนนักเรียน (f_i)	จุดกึ่งกลาง (x_i)	$f_i x_i$
50 – 52	2	51	102
47 – 49	3	48	144
44 – 46	4	45	180
41 – 43	8	42	336
38 – 40	6	39	234
35 – 37	9	36	324
32 – 34	8	33	264
	$\sum_{i=1}^7 f_i = 40$		$\sum_{i=1}^7 f_i x_i = 1584$

$$\text{จะได้ } \mu = \frac{\sum_{i=1}^7 f_i x_i}{\sum_{i=1}^7 f_i} = \frac{1584}{40} = 39.6$$

ดังนั้น ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบ เท่ากับ 39.6 คะแนน

กรอบเฉลยแบบฝึกหัดเพิ่มเติม(ต่อ)

10. วิธีทำ เพื่อความสะดวกในการคำนวณ จึงสร้างตารางได้ดังนี้

ปริมาณข้าวที่ ส่งออก(ล้านตัน)	ความถี่สะสม	ความถี่ (f_i)	จุดกึ่งกลาง (x_i)	$f_i x_i$
0.80 – 0.99	1	1	0.895	0.895
1.00 – 1.19	4	3	1.095	3.285
1.20 – 1.39	10	6	1.295	7.77
1.40 – 1.59	19	9	1.495	13.455
1.60 – 1.79	19	0	1.695	0
1.80 – 1.99	20	1	1.895	1.895
2.00 – 2.19	22	2	2.095	4.19
		$\sum_{i=1}^7 f_i = 22$		$\sum_{i=1}^7 f_i x_i = 31.49$

$$\text{จะได้ } \mu = \frac{\sum_{i=1}^7 f_i x_i}{\sum_{i=1}^7 f_i} = \frac{31.49}{22} = 1.43$$

ดังนั้น ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของปริมาณข้าวที่ประเทศไทยส่งออกไปขายต่างประเทศในรอบ 22 ปี เท่ากับ 1.43 ล้านตัน

5. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต

ก. ข้อมูล 45, 50, 52, 51 สามารถใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็นค่ากลางได้ดี

ข. ถ้าปัจจุบันครอบครัวหนึ่งมีอายุเฉลี่ย 25 ปี อีก 2 ปีข้างหน้าอายุเฉลี่ยก็จะเท่ากับ 25 ปี

ค. ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่ เป็นการหาค่ากลางที่ต้องใช้ข้อมูลทุกหน่วยในการคำนวณ

ง. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

6. ถ้าความสัมพันธ์ระหว่างราคาซื้อ (B) และราคาขาย(S) ของสินค้าชนิดหนึ่งเป็น $S = 10 + 1.5B$

ถ้าพ่อค้า 5 คนซื้อสินค้าดังกล่าวมาด้วยราคา 80, 85, 70, 80, 75 จงหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนวิชาคณิตศาสตร์

ก. 78

ข. 121

ค. 127

ง. 140

7. นักเรียนชั้น ม.4/1 และ ม.4/2 มีจำนวน 25 และ 35 คน ตามลำดับ และหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของ

คะแนนสอบ 12 และ 11 คะแนน ตามลำดับ จงหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของนักเรียนทั้งสองห้องนี้

ก. 11.42

ข. 11.50

ค. 29.78

ง. 30

8. ตารางแจกแจงความถี่ ของคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องหนึ่ง จำนวน 20 คน เป็นดังนี้

คะแนน	ความถี่
15 – 19	5
20 – 24	7
25 – 29	3
30 – 34	5

ก. 22

ข. 24

ค. 27

ง. 29

ทำเสร็จแล้ว
ตรวจให้คะแนนด้วยนะคะ

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน ชุดที่ 1

เรื่อง ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

ข้อ	ตัวเลือก
1	ก
2	ข
3	ข
4	ก

ข้อ	ตัวเลือก
5	ค
6	ค
7	ก
8	ข

นักเรียนทำได้
..... คะแนน

มาดูคำแนะนำ
กันนะครับ

เกณฑ์ประเมินตนเอง

คะแนนที่ได้	ความหมาย	คำแนะนำ
8	ดีเยี่ยม	ศึกษาบทเรียนโปรแกรมชุดที่ 2 ต่อไป
7	ดี	ศึกษาเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับข้อที่ทำผิด
5-6	พอใช้	ศึกษาเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับข้อที่ทำผิด แล้วลองทำแบบทดสอบใหม่ ในข้อที่ทำผิดอีกครั้ง
ต่ำกว่า 5	ปรับปรุง	ศึกษาเนื้อหาในบทเรียนโปรแกรมอีกครั้งอย่างละเอียด และเรียนซ่อมเสริมโดยเพื่อนช่วยเพื่อนหรือขอคำแนะนำจากครู ในคาบที่ 9 ของแต่ละวัน ที่ห้องพักครูกลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

เรื่อง ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

วิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม รหัสวิชา ค33202

เวลา 3 คาบ

ผลการเรียนรู้

1. เลือกวิธีวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นและอธิบายผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้ถูกต้อง
2. นำความรู้เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลไปใช้ได้

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

นักเรียนสามารถ

1. หาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่ไม่แจกแจงความถี่ได้
2. หาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่แจกแจงความถี่ได้
3. หาค่าเฉลี่ยเลขคณิตแบบถ่วงน้ำหนักได้
4. หาค่าเฉลี่ยเลขคณิตรวมได้
5. บอกสมบัติของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลได้
6. นำสมบัติของค่าเฉลี่ยเลขคณิตไปใช้ในการแก้ปัญหาได้

ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (P)

ส่งเสริมและฝึกฝนให้นักเรียนเกิดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. การแก้ปัญหา : นำสมบัติของค่าเฉลี่ยเลขคณิตไปใช้ในการแก้ปัญหาได้
2. การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ : สามารถเขียนสัญลักษณ์และสูตรในการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตได้ถูกต้อง

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551

ข้อที่ 2 : ซื่อสัตย์สุจริต

ตัวชี้วัดที่ 2.1 ประพฤติตรงตามความเป็นจริงต่อตนเองทั้งทางกาย วาจา ใจ

พฤติกรรมบ่งชี้ 2.1.2 ปฏิบัติตนโดยคำนึงถึงความถูกต้อง ละอายและเกรงกลัวต่อการกระทำผิด

ตัวชี้วัดที่ 2.2 ประพฤติตรงตามความเป็นจริงต่อผู้อื่นทั้งทางกาย วาจา ใจ

พฤติกรรมบ่งชี้ 2.2.1 ไม่ถือเอาสิ่งของหรือผลงานของผู้อื่นมาเป็นของตนเอง

ข้อที่ 4 : ใฝ่เรียนรู้

ตัวชี้วัดที่ 4.1 ตั้งใจ เพียรพยายามในการเรียนและเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้

พฤติกรรมบ่งชี้ 4.1.1 ตั้งใจเรียน

พฤติกรรมบ่งชี้ 4.1.2 เอาใจใส่และมีความเพียรพยายามในการเรียนรู้

ข้อที่ 6 : มุ่งมั่นในการทำงาน

ตัวชี้วัดที่ 6.1 ตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่การงาน

พฤติกรรมบ่งชี้ 6.1.1 เอาใจใส่ต่อการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

พฤติกรรมบ่งชี้ 6.1.2 ตั้งใจและรับผิดชอบในการทำงานจนสำเร็จ

พฤติกรรมบ่งชี้ 6.1.3 ปรับปรุงและพัฒนาการทำงานด้วยตนเอง

สาระการเรียนรู้

1. การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่

หาได้โดยตรงจากข้อมูลที่มีอยู่ทั้งหมด โดยการหารผลรวมของข้อมูลด้วยจำนวนข้อมูล กล่าวคือ ถ้าให้ $x_1, x_2, x_3, \dots, x_N$ เป็นข้อมูล N จำนวนจากประชากร (Popular)

ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของประชากร (population mean) เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ μ หาได้จาก

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}$$

สัญลักษณ์ μ อ่านว่า มิว เป็นสัญลักษณ์แทนค่าเฉลี่ยเลขคณิตของประชากร หรือ ถ้า $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ เป็นข้อมูลเพียง n จำนวนจากตัวอย่าง (sample) ซึ่งเป็นตัวแทนของประชากร ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของตัวอย่าง (sample mean) เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ \bar{x} หาได้จาก

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

\bar{x} อ่านว่า เอ็กซ์บาร์ เป็นสัญลักษณ์แทนค่าเฉลี่ยเลขคณิตของตัวอย่าง

2. การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตแบบถ่วงน้ำหนัก

ถ้าให้ $w_1, w_2, w_3, \dots, w_N$ เป็นความสำคัญหรือน้ำหนักของค่าสังเกตตัวที่ 1 ถึงตัวที่ N

$x_1, x_2, x_3, \dots, x_N$ เป็นค่าสังเกตตัวที่ 1 ถึงตัวที่ N

$$\text{ค่าเฉลี่ยเลขคณิตถ่วงน้ำหนัก} = \frac{\sum_{i=1}^N w_i x_i}{\sum_{i=1}^N w_i}$$

3. การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตรวม

ถ้า $\mu_1, \mu_2, \mu_3, \dots, \mu_k$ เป็นค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลชุดที่ 1, 2, 3, ..., k ตามลำดับ
 $N_1, N_2, N_3, \dots, N_k$ เป็นจำนวนค่าสังเกตในข้อมูลชุดที่ 1, 2, 3, ..., k ตามลำดับ

$$\text{ค่าเฉลี่ยเลขคณิตรวม} = \frac{\sum_{i=1}^k N_i \mu_i}{\sum_{i=1}^k N_i}$$

4. การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตกรณีข้อมูลมีการแจกแจงความถี่

ให้ f_i เป็นความถี่ของค่าจากการสังเกต x_i หรืออันตรภาคชั้นที่มี

x_i เป็นจุดกึ่งกลางชั้น

$i = 1, 2, 3, \dots, k$ เราสามารถหาค่าเฉลี่ยได้ดังนี้

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^k f_i x_i}{N}$$

5. สมบัติของค่าเฉลี่ยเลขคณิต ที่สำคัญมีดังนี้

1) ค่าเฉลี่ยเลขคณิตเมื่อคูณกับจำนวนข้อมูล จะเท่ากับผลรวมของข้อมูลทุก ๆ ค่า ดังนี้

$$\sum_{i=1}^N x_i = N\mu \quad \text{และ} \quad \sum_{i=1}^n x_i = n\bar{x}$$

2) ผลรวมของความแตกต่างระหว่างค่าของข้อมูลกับค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลชุดนั้น ๆ จะเท่ากับ 0 กล่าวคือ

3) ผลรวมของกำลังสองของผลต่างของแต่ละค่าของข้อมูลกับจำนวนจริง M ใด ๆ จะมีค่าน้อยที่สุดเมื่อ M เท่ากับค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลชุดนั้น

4) ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลชุดใด ๆ จะต้องอยู่ระหว่างค่าจากการสังเกตที่น้อยที่สุด และค่าจากการสังเกตที่มากที่สุด ในข้อมูลชุดนั้น

5) ถ้าตัวแปร Y สัมพันธ์กับตัวแปร X ในรูปฟังก์ชันเชิงเส้น นั่นคือ

$$\text{ถ้า } y_i = ax_i + b \quad \text{เมื่อ } i \text{ คือ } 1, 2, 3, \dots, N \text{ และ } a, b \text{ เป็นค่าคงตัวใด ๆ}$$

$$\text{แล้ว } \mu_y = a\mu_x + b \quad \text{เมื่อ } \mu_y \text{ คือค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูล } y_i$$

$$\mu_x \text{ คือค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูล } x_i$$



กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำ

1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้กับนักเรียน
2. ทบทวนความรู้เกี่ยวกับข้อมูลที่แจกแจงความถี่ ข้อมูลที่ไม่แจกแจงความถี่ และ

สัญลักษณ์แทนการบวก (Σ) ใช้การถาม – ตอบ

ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

3. ครูแจกบทเรียน โปรแกรมชุดที่ 1 เรื่อง ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ให้นักเรียนทุกคน พร้อมชี้แจงเกี่ยวกับการเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรม โดยให้นักเรียนได้อ่านคำชี้แจงในการใช้บทเรียน และชี้แจงให้นักเรียนทราบว่า การเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรมเป็นการเรียนด้วยตนเอง ไปตามลำดับขั้นตอนที่กำหนดในบทเรียนอย่าข้ามกรอบ ซึ่งในบทเรียนจะมีกรอบเนื้อหา กรอบตัวอย่าง และกรอบแบบฝึกหัด ให้นักเรียนได้ฝึกทำแล้วตรวจสอบความถูกต้องได้ทันทีว่าถูกหรือผิด และเน้นย้ำให้นักเรียนมีความซื่อสัตย์ ในการเรียนด้วยบทเรียน ไม่เปิดเฉลยก่อนเป็นอันขาด โดยแจ้งกับนักเรียนเพิ่มเติม ด้วยคำพูดที่ว่า “การศึกษบทเรียนนี้จะไม่บรรลุผล ถ้านักเรียนขาดความซื่อสัตย์” โดยครูมีหน้าที่เป็นผู้คอยดูแลให้คำแนะนำ เมื่อนักเรียนสงสัยหรือต้องการคำอธิบายเพิ่มเติม

4. ครูชี้แจงเพิ่มเติมว่าบทเรียน โปรแกรมชุดที่ 1 เรื่อง ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ใช้เวลาในการเรียนในคาบเรียนปกติจำนวน 3 คาบ นักเรียนสามารถนำไปศึกษาด้วยตนเอง หรือหากนักเรียนศึกษายังไม่เสร็จหรือยังไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่ตั้งไว้ ให้นักเรียนศึกษาด้วยตนเองนอกเวลาเรียนจนบรรลุผล

5. ให้นักเรียนเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรมชุดที่ 1 ด้วยตนเอง

ขั้นสรุป

6. ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปบทเรียนที่ได้จากการเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรมชุดที่ 1
7. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนชุดที่ 1 ท้ายบทเรียน โปรแกรม และตรวจคำตอบด้วยตนเอง พร้อมทั้งบันทึกคะแนนที่ได้ในช่องที่กำหนดไว้

สื่อการเรียนรู้

1. บทเรียน โปรแกรมชุดที่ 1 เรื่อง ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

การวัดผลและประเมินผล

ด้านความรู้

ภาระงาน/ ชิ้นงาน	วิธีการ ประเมิน	เกณฑ์ที่ใช้ประเมินผล	หมายเหตุ										
แบบฝึกหัด ในกรอบที่ 5, 9, 14, 18, 21, 28 และ 33	ตรวจผลงานด้วย ตนเอง	-ทำได้ถูกต้อง สามารถศึกษากรอบต่อไปได้ -มีข้อผิดพลาด ให้ศึกษาเพิ่มเติมและแก้ไข ข้อผิดพลาดนั้น ๆ	ประเมินระหว่าง การเรียนรู้										
แบบทดสอบ หลังเรียน ชุดที่ 1 เรื่อง ค่าเฉลี่ยเลข คณิต จำนวน 8 ข้อ	ตรวจผลงานด้วย ตนเอง	<table border="1"> <thead> <tr> <th>คะแนนที่ได้</th> <th>ความหมาย</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>8</td> <td>ดีเยี่ยม</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>ดี</td> </tr> <tr> <td>5-6</td> <td>พอใช้</td> </tr> <tr> <td>ต่ำกว่า 5</td> <td>ปรับปรุง</td> </tr> </tbody> </table> <p>หมายเหตุ : กำหนดไว้ในแต่ละระดับ คะแนนที่ได้ ศึกษาได้จากบทเรียน โปรแกรมชุดที่ 1 ในหน้า เฉลย แบบทดสอบหลังเรียน ชุดที่ 1</p>	คะแนนที่ได้	ความหมาย	8	ดีเยี่ยม	7	ดี	5-6	พอใช้	ต่ำกว่า 5	ปรับปรุง	ประเมินหลังจาก เรียนเนื้อหาเสร็จ สิ้นแล้ว
คะแนนที่ได้	ความหมาย												
8	ดีเยี่ยม												
7	ดี												
5-6	พอใช้												
ต่ำกว่า 5	ปรับปรุง												

ด้านทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์

ภาระงาน/ชิ้นงาน	วิธีการประเมิน
แบบฝึกหัด	สังเกตจากการทำกิจกรรมในบทเรียนโปรแกรม หมายเหตุ เป็นการประเมินในภาพรวมโดยไม่มีกรให้คะแนน

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ภาระงาน/ ชิ้นงาน	วิธีการประเมิน	เกณฑ์ที่ใช้ประเมินผล	หมายเหตุ
-	สังเกต	มีคะแนนรวมของผลการประเมิน รวมทั้ง 4 คุณลักษณะ ตั้งแต่ 6 ขึ้นไป และไม่มีคุณลักษณะใดได้ระดับ 0	รายละเอียดศึกษาจาก เกณฑ์การประเมิน ที่กำหนด

หมายเหตุ เป็นการประเมินเชิงคุณภาพ ในภาพรวมโดยใช้ เกณฑ์การประเมิน
คุณลักษณะ และบันทึกคะแนนเป็นคะแนนกลุ่ม 0, 1, 2 หรือ 3

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

ปัญหาอุปสรรค/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ ผู้จัดกิจกรรมการเรียนรู้
(นายสุลาيمان บากา)

ความเห็นของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

.....

.....

ลงชื่อ
(นายอาร์ตสะ จันทร์คง)

ความเห็นของผู้บริหารสถานศึกษาหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

.....

.....

ลงชื่อ
(.....)
ตำแหน่ง

เกณฑ์การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ระดับ คุณภาพ คุณลักษณะ	ระดับ 3 ดีมาก	ระดับ 2 ดี	ระดับ 1 พอใช้	ระดับ 0 ปรับปรุง
1. ซื่อสัตย์สุจริต (ข้อ 2)	- สมาชิกในกลุ่มทุกคน ปฏิบัติกิจกรรมด้วย ตนเอง มีการ ปรึกษาหารือกัน ภายในกลุ่ม โดยไม่ ลอกหรือเลียนแบบ จากผู้อื่นหรือกลุ่มอื่น และสามารถเป็น แบบอย่างให้กับกลุ่ม อื่นได้	- ปฏิบัติกิจกรรมด้วย ตนเอง มีการ ปรึกษาหารือกันภายใน กลุ่ม แต่มีสมาชิกในกลุ่ม บางคนแสดงพฤติกรรม ลอกหรือเลียนแบบจาก ผู้อื่นหรือกลุ่มอื่น แต่ได้มีการชี้แจงเหตุผล ต่อครูผู้สอนมีเหตุผลที่ รับฟังได้	- ปฏิบัติกิจกรรมด้วย ตนเอง มีการ ปรึกษาหารือกัน ภายในกลุ่ม แต่มี สมาชิกในกลุ่มบางคน แสดงพฤติกรรมลอก หรือเลียนแบบจาก ผู้อื่นหรือกลุ่มอื่น แต่ไม่มีเหตุผลเพียงพอ	- ไม่ ทำงาน
2. ใฝ่เรียนรู้ (ข้อ 4)	- สนใจปฏิบัติงาน หน้าที่ที่ได้รับ มอบหมาย - สมาชิกในกลุ่มทุกคน ให้ความร่วมมือปรึกษา กันคว่ำ และซักถาม รวมทั้งแสดงความ คิดเห็นอย่างสม่ำเสมอ	- ลงมือปฏิบัติงาน ค่อนข้างช้า แต่มีเหตุผล ที่รับฟังได้ - มีสมาชิกในกลุ่มบางคน ไม่ค่อยให้ความร่วมมือ ปรึกษา กันคว่ำ และ ซักถาม ไม่ทุกครั้งทั้ง ๆ ที่มีปัญหาหรือไม่เข้าใจ แต่พอมีเหตุผลที่รับฟังได้	- ลงมือปฏิบัติงานช้า มาก สังเกตได้ถึง อาการซีเกียจ ไม่สนใจ - ไม่มีการปรึกษา กันคว่ำ และซักถาม ทั้ง ๆ ที่มีปัญหา หรือไม่เข้าใจ	- ไม่ ทำงาน
3. มุ่งมั่นใน การทำงาน (ข้อ 6)	- ตั้งใจและรับผิดชอบ ในการปฏิบัติงานจน สำเร็จและผลงานมี ความสมบูรณ์	- ตั้งใจและรับผิดชอบใน การปฏิบัติงานจนสำเร็จ และผลงานมีความ บกพร่องเล็กน้อย	- ตั้งใจและรับผิดชอบ ในการปฏิบัติงานจน สำเร็จและผลงานมี ความบกพร่อง ค่อนข้างมาก หรือไม่ เสร็จสมบูรณ์	- ไม่ ทำงาน

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น
 วิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม รหัสวิชา ค 33202 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

คะแนนเต็ม 30 คะแนน

เวลา 50 นาที

คำชี้แจง : ข้อสอบเป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน (รวม 30 คะแนน) ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยทำเครื่องหมาย X (กากบาท) ให้ตรงกับตัวเลือก ก. ข. ค. หรือ ง. ที่ต้องการลงในกระดาษคำตอบ

1. ผลการเรียนรู้ 4 วิชาของนักเรียนคนหนึ่ง เป็นดังนี้

วิชา	ผลการเรียน	จำนวนหน่วยกิต
สุขศึกษา	4	0.5
ฟิสิกส์	3	2
ชีววิทยา	3.5	1.5
คณิตศาสตร์	2.5	2

จงหาผลการเรียนเฉลี่ย 4 วิชานี้

- ก. 1.62
- ข. 3.04
- ค. 3.25
- ง. 3.50

2. ในการสอบวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติมของนักเรียนชั้น ม.6/2 จำนวน 10 คน ปรากฏผลดังนี้

คะแนน	7	8	9	10
จำนวนนักเรียน	2	3	4	1

จงหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต

- ก. 3.4
- ข. 8.3
- ค. 8.4
- ง. 9.0

3. ตารางแจกแจงความถี่ ของคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องหนึ่ง จำนวน 20 คน เป็นดังนี้

คะแนน	ความถี่
5 – 9	4
10 – 14	5
15 – 19	6
20 – 24	5

จงหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต

- ก. 12
- ข. 15
- ค. 17
- ง. 20
4. มีข้อมูล 2 ชุด แต่ละชุดมี 6 และ 4 จำนวน ตามลำดับ และหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของแต่ละชุดได้เป็น 12 และ 11 ตามลำดับ จงหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตรวมของข้อมูลทั้ง 2 ชุด
- ก. 8.25
- ข. 11.5
- ค. 11.6
- ง. 13
5. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต
- ก. ใช้ได้กับข้อมูลทุกประเภท
- ข. ถ้าปัจจุบันครอบครัวหนึ่งมีอายุเฉลี่ย 25 ปี อีก 2 ปีข้างหน้าอายุเฉลี่ยก็จะเท่ากับ 25 ปี
- ค. ข้อมูล 1, 50, 52, 51 สามารถใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็นค่ากลางได้ดี
- ง. ไม่มีข้อใดถูกต้อง
6. นักเรียน 5 คนสอบวิชาคณิตศาสตร์(M)และวิชาฟิสิกส์(P) โดยที่ $M = 3P + 7$ ถ้าคะแนนสอบวิชาฟิสิกส์เป็น 10, 15, 5, 20, 5 จงหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนวิชาคณิตศาสตร์
- ก. 11
- ข. 33
- ค. 37
- ง. 40

7. คะแนนสอบของนักเรียนกลุ่มหนึ่งเป็นดังนี้

29 24 22 35 38 27 39 21 42 23

จงหามัธยฐานของคะแนนสอบของนักเรียนกลุ่มนี้

ก. 28 ปี

ข. 29 ปี

ค. 30.5 ปี

ง. 32.5 ปี

8. ตารางแจกแจงความถี่ ของคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องหนึ่ง จำนวน 20 คน เป็นดังนี้

คะแนน	ความถี่
5 – 9	4
10 – 14	6
15 – 19	7
20 – 24	3

จงหามัธยฐาน

ก. 10

ข. 14

ค. 14.5

ง. 17

9. ข้อมูลชุดหนึ่งเรียงลำดับจากน้อยไปมากดังนี้

16, 18, 23, 24, a

จงหาค่า y ที่ทำให้ $\sum_{i=1}^5 |x_i - y|$ มีค่าน้อยสุด เมื่อ x_i แทนข้อมูลแต่ละตัว

ก. 18

ข. 22

ค. 23

ง. 29

10. ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับฐานนิยม

- ก. ฐานนิยมคือข้อมูลที่มีค่ามากที่สุด
- ข. ฐานนิยมเหมาะสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ
- ค. ข้อมูลที่มีความถี่สูงสุด เรียกว่าฐานนิยม
- ง. ในข้อมูลชุดหนึ่งอาจไม่มีฐานนิยมก็ได้

11. จงหาฐานนิยมจากตารางแจกแจงความถี่ต่อไปนี้

คะแนน	ความถี่
40 - 49	2
50 - 59	5
60 - 69	17
70 - 79	9

- ก. 17
- ข. 64.5
- ค. 69.5
- ง. ไม่มีฐานนิยม

12. จงหาค่าเฉลี่ยเรขาคณิตของข้อมูล 2, 4, 32, 256

- ก. 16
- ข. 18
- ค. 32
- ง. 73.5

13. ขับรถจากเมือง ก ไปเมือง ข ด้วยอัตราเร็ว 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และขับกลับตามเส้นทางเดิม ด้วยอัตราเร็ว 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง อัตราเร็วเฉลี่ยตลอดการเดินทางเท่ากับเท่าไร

- ก. 72
- ข. 75
- ค. 78
- ง. 80

14. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง

- ก. ข้อมูล 48 49 53 54 5 ไม่เหมาะสมที่จะใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็นค่ากลาง
- ข. ข้อมูลที่มีการแจกแจงความถี่เป็นอันตรภาคชั้นเปิดจะหาค่ากลางไม่ได้
- ค. มัชฐานและค่าเฉลี่ยเลขคณิต ของข้อมูลชุดหนึ่ง จะมีค่าเดียวแต่อาจจะมีฐานนิยมหรือมีฐานนิยมมากกว่าหนึ่งค่า
- ง. ข้อมูลที่แจกแจงความถี่เป็นอันตรภาคชั้นที่มีความกว้างของแต่ละอันตรภาคชั้นไม่เท่ากันควรหาค่ากลางด้วยมัชฐาน

15. ข้อมูลชุดหนึ่งประกอบด้วย

3 8 3 12 9 9 5 30 8 7

ควรใช้ค่ากลางใดต่อไปนี้จะเหมาะสมที่สุด

- ก. ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต
- ข. ฐานนิยม
- ค. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
- ง. มัชฐาน

16. ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับการวัดตำแหน่งที่

- ก. นายมานิช สอบได้ลำดับที่ 2 แสดงว่า นายมานิชสอบได้คะแนนสูง
- ข. Q_1 เป็นค่าที่แสดงว่ามีจำนวนข้อมูลน้อยกว่าค่านี้อยู่ร้อยละ 25
- ค. ค่า $P_{50} = D_5 = Q_2 =$ ค่ามัชฐาน
- ง. หากข้อมูลมีจำนวนน้อยแล้วไม่เหมาะสมที่จะวัดตำแหน่งที่ด้วยเปอร์เซ็นต์ไทล์

17. จากข้อมูล 12, 6, 14, 2, 8, 18, 4, 10, 16 ค่าของ Q_3 เท่ากับจำนวนใด

- ก. 15.5
- ข. 15
- ค. 11
- ง. 7.5

18. กำหนดข้อมูลต่อไปนี้

51 52 58 60 62 63 64 65 66 68

74 75 78 79 80 82 83 85 89 96

จงหาคะแนนที่เป็นเปอร์เซ็นต์ที่ 25

ก. 4.75

ข. 60.5

ค. 61.5

ง. 64

19. วิชคณิตศาสตร์ของนักเรียน 100 คน ดังนี้

คะแนน	จำนวนนักเรียน
30 – 39	5
40 – 49	15
50 – 59	40
60 – 69	20
70 – 79	15
80 – 89	5

ข้อใดต่อไปนี้ **ผิด**

ก. ควอร์ไทล์ที่ 2 ของคะแนนสอบเท่ากับ 57

ข. เดไซล์ที่ 5 ของคะแนนสอบเท่ากับ 57

ค. เปอร์เซ็นไทล์ที่ 60 ของคะแนนสอบเท่ากับ 59

ง. ความถี่สะสมจากน้อยไปหามากของอันดับที่ 70 – 79 เท่ากับ 95

20. จงหาส่วนเบี่ยงเบนควอร์ไทล์ข้อมูล

12, 5, 4, 9, 13, 15, 7

ก. 4

ข. 5

ค. 9

ง. 12

21. จงหาส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยของข้อมูลตัวอย่าง 3, 1, 9, 7

ก. 3

ข. 5

ค. 7

ง. 9

22. จงหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ 6, 7, 8, 9, 10

ก. 1.414

ข. 1.732

ค. 2.236

ง. 8

23. จงหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(ประชากร) จากตารางแจกแจงความถี่ต่อไปนี้

อันตรภาคชั้น	ความถี่
5 – 7	3
8 – 10	2
11 – 13	5
14 – 16	3
17 – 19	4
20 – 22	3

ก. 33.1

ข. 12.5

ค. 5.75

ง. 2.85

24. จากการสุ่มสอบถามนักเรียนจำนวน 50 คน เกี่ยวกับจำนวนเงินที่นำมาโรงเรียนในแต่ละวัน ปรากฏว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 47 บาท และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.5 จงหาความแปรปรวน

ก. 12.25

ข. 25.25

ค. 2209

ง. 2500

25. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

- 1) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจะมากกว่าหรือเท่ากับศูนย์เสมอ
- 2) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจะเท่ากับศูนย์ก็ต่อเมื่อ ค่าทุกค่าเท่ากันหมด และเท่ากับค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลชุดนั้น
- 3) ถ้านำจำนวนจริง b ไปบวกกับแต่ละค่าของข้อมูลชุดเดิมแล้ว ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลใหม่จะเท่าเดิม

ข้อความใดบ้างที่ถูกต้อง

- ก. 1) กับ 2)
 - ข. 1) กับ 3)
 - ค. 2) กับ 3)
 - ง. 1), 2) และ 3)
26. อายุของบุตรในครอบครัวที่หนึ่ง 5, 4, 3, 1 แล้วสัมประสิทธิ์ของพิสัยเท่ากับเท่าใด
- ก. 0.5
 - ข. 0.67
 - ค. 1.5
 - ง. 4
27. ข้อมูล 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 มีสัมประสิทธิ์ของส่วนเบี่ยงเบนควอร์ไทล์เท่ากับเท่าใด
- ก. 0.29
 - ข. 0.35
 - ค. 2
 - ง. 3.5
28. ข้อมูลชุดหนึ่งซึ่ง มี 5 จำนวน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 8 และส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยเท่ากับ 2 แล้วสัมประสิทธิ์ของส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยเท่ากับเท่าใด
- ก. 5
 - ข. 0.4
 - ค. 0.25
 - ง. 0.20

29. ข้อมูลชุดหนึ่งมีสัมประสิทธิ์ของส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยเท่ากับ 0.12 และส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยเท่ากับ 8.4 จงหาสัมประสิทธิ์ของความแปรผัน ถ้าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 14

- ก. 0.2
- ข. 0.3
- ค. 0.4
- ง. 0.5

30. ข้อมูลการออมเงินต่อวันของนักเรียนโรงเรียนแห่งหนึ่ง เป็นดังนี้

	ม.4	ม.5	ม.6
ค่าเฉลี่ย(บาท)	15	10	12
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(บาท)	5	2	4

ข้อใดถูกต้อง

- ก. การกระจายของจำนวนเงินออมของนักเรียน ม.4 มากที่สุด
- ข. การกระจายของจำนวนเงินออมของนักเรียน ม.4 และ ม.6 เท่ากัน
- ค. การกระจายของจำนวนเงินออมของนักเรียน ม.5 และ ม.6 เท่ากัน
- ง. การกระจายของจำนวนเงินออมของนักเรียน ม.4 ม.5 และ ม.6 เท่ากัน

คะแนนที่ได้

กระดาษคำตอบ

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ชื่อ นามสกุล ชั้น ม.6/ เลขที่

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

ข้อ	ก	ข	ค	ง
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

ข้อ	ก	ข	ค	ง
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				

เฉลยคำตอบ

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ชื่อ นามสกุล ชั้น ม.6/ เลขที่

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1		X		
2		X		
3		X		
4			X	
5				X
6				X
7	X			
8			X	
9			X	
10			X	

ข้อ	ก	ข	ค	ง
11		X		
12	X			
13	X			
14		X		
15				X
16	X			
17		X		
18			X	
19			X	
20	X			

ข้อ	ก	ข	ค	ง
21	X			
22	X			
23				X
24	X			
25				X
26		X		
27	X			
28			X	
29	X			
30		X		

แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนโปรแกรม
เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ให้ตรงกับความคิดเห็นและความรู้สึกที่แท้จริงของนักเรียน
 ที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรมเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

ข้อ ที่	รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
		มาก ที่สุด	มาก	ปาน กลาง	น้อย	น้อย ที่สุด
1	การจัดเรียงลำดับจากง่ายไปยากของตัวอย่าง					
2	จำนวนข้อของตัวอย่าง					
3	เฉลยแบบฝึกหัดมีความละเอียดชัดเจน อ่านเข้าใจง่าย					
4	การเรียนโดยใช้บทเรียน โปรแกรมไม่น่าเบื่อหน่าย					
5	บทเรียน โปรแกรมแต่ละชุดมีเนื้อหาไม่มากหรือน้อยเกินไป					
6	แบบทดสอบหลังเรียนของชุดไม่ยากหรือง่ายเกินไป					
7	การใช้บทเรียน โปรแกรมทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ ต่อเนื่อง					
8	การใช้บทเรียน โปรแกรมทำให้นักเรียนสามารถทราบคำตอบ ได้ทันทีว่าถูกหรือผิด					
9	การใช้บทเรียน โปรแกรมทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้เรียนรู้ ได้ตามศักยภาพของตนเอง					
10	การใช้บทเรียน โปรแกรมทำให้นักเรียนมีวินัย ซื่อสัตย์ และ รู้จักควบคุมตนเอง					
11	นักเรียนสามารถทบทวนบทเรียน ได้ด้วยตนเอง					
12	บทเรียน โปรแกรมทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้มากขึ้น					
13	การเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรมเหมาะสมสำหรับวิชา คณิตศาสตร์					

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....