

วิธีดำเนินการวิจัยและผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ขบวนการในการวิจัยบทเรียน

ผู้วิจัยได้สร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่องการหาพื้นที่เหลี่ยมมุมฉาก สามเหลี่ยม และวงกลม ตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่ตั้งไว้ และได้นำบทเรียนไปให้ครูผู้สอนวิชาเรขาคณิตของโรงเรียนปากท่อ อำเภอปากท่อ จังหวัดราชบุรี ทดลองทำบทเรียนและไต่ถาม อภิปรายข้อที่มีความเห็นขัดแย้งกัน หลังจากนั้นจึงได้นำบทเรียนมาปรับปรุงแก้ไขภาษา การเรียงลำดับกรอบบทเรียนบางตอนใหม่ และเพิ่มกรอบบทเรียนที่เนื้อหาขาดตอนไปให้สมบูรณ์ ได้บทเรียนจำนวน 252 กรอบ ให้นักเรียนเต็ม 376 คำตอบ แลวนำไปทดลองใช้กับนักเรียน เพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง ดังบทเรียนที่แสดงไว้ในบทที่สาม ซึ่งได้ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ดังจะได้อธิบายรายละเอียดการทดลองดังต่อไปนี้

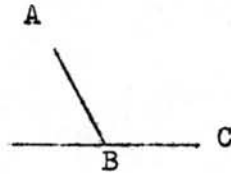
1. การทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One-to-one-testing)

การทดลองในขั้นนี้เพื่อหาข้อบกพร่องของบทเรียนและแก้ไขบทเรียนให้ดีขึ้น ผู้วิจัยได้เลือกนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดบางแพ้ว อำเภอบางแพ้ว จังหวัดราชบุรี โดยเลือกนักเรียนที่มีผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ค่อนข้างอ่อนหนึ่งคน ผู้วิจัยได้อธิบายวัตถุประสงค์ในการทดลองบทเรียนและวิธีการเรียนบทเรียน โดยให้นักเรียนอ่านข้อความในบทเรียนทีละข้อ ซึ่งบทเรียนแต่ละข้อยังไม่มีคำตอบ แล้วให้นักเรียนตอบคำถามของแต่ละข้อย่อยปากเปล่าแล้วจับบันทึกคำตอบไว้ ถ้านักเรียนตอบผิดก็ให้ลองอ่านใหม่อีกครั้งและตอบใหม่ ถ้ามืดก็ออกคำตอบที่ถูกต้องให้และถามความเข้าใจของนักเรียนว่าเข้าใจอย่างไร เพื่อค้นหาสาเหตุเป็นแนวทางปรับปรุงบทเรียนให้เหมาะสมต่อไป ทำดังนี้จนจบบทเรียน

ผลการทดลองในขั้นนี้ปรากฏว่านักเรียนใช้เวลาในการทำบทเรียน และอภิปรายร่วมกับครูหนึ่งสัปดาห์ โดยใช้เวลาว่างของนักเรียนวันละหนึ่งถึงสองชั่วโมง รวมเวลาดังสิ้นประมาณเจ็ดชั่วโมง นักเรียนทำกรอบบทเรียนได้ถูกต้องเพียงร้อยละ 74 แสดงว่าบทเรียนยังมีข้อบกพร่อง ผู้วิจัยได้นำบทเรียนมาปรับปรุงแก้ไขภาษา รูปภาพและเพิ่มกรอบบทเรียน

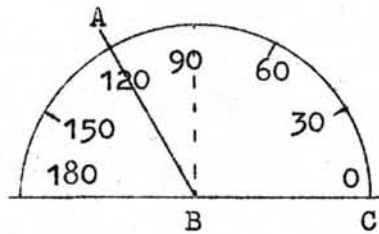
ในกรอบฝึกหัด (Practice Frame) และกรอบส่งท้าย (Terminal Frame) บางตอนเพื่อให้นักเรียนเข้าใจดียิ่งขึ้นอีกจำนวน 8 กรอบ คือกรอบที่ 34, 46, 73, 74, 78, 136, 148, 220 หลังจากปรับปรุงแก้ไขแล้วได้บทเรียนเป็น 260 กรอบ 395 คำตอบ และจัดพิมพ์เพื่อทดลองแบบกลุ่มเล็กต่อไป

ตัวอย่างการปรับปรุงบทเรียนจากการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่งบางกรอบ เช่น กรอบที่ 30 เดิมเขียนไว้ว่า มุมที่ใหญ่กว่ามุมฉากแต่เล็กกว่า 2 มุมฉาก เรียกว่า "มุมป้าน"



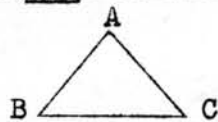
ในภาพ มุม ABC กว้าง 120 องศา แสดงว่าใหญ่กว่ามุมฉาก แต่เล็กกว่า 2 มุมฉาก ดังนั้น ABC จึงเป็น \_\_\_\_\_

แก้ไขใหม่เป็น มุมที่ใหญ่กว่ามุมฉาก (กว้างมากกว่า 90 องศา) แต่เล็กกว่า 2 มุมฉาก (กว้างน้อยกว่า 180 องศา) เรียกว่า "มุมป้าน" โดยการเพิ่มความในวงเล็บและแก้รูปใหม่

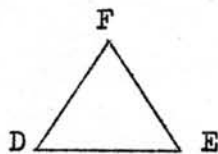


เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจได้ถูกต้องและได้ความรู้ที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น อันจะเป็นแนวทางในการทำกรอบฝึกหัดและกรอบส่งท้ายต่อไป

กรอบที่ 123 เดิมเขียนไว้ว่า การเรียกชื่อสามเหลี่ยมอาจเรียกจากยอดหรือฐานทางซ้ายมือ เวียนทวนการเดินของเข็มนาฬิกา โดยเรียกเรียงสำคัญตัวอักษร



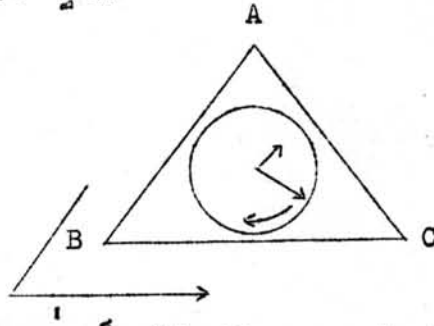
1. สามเหลี่ยมซ้ายมือ เรียกชื่อจากยอดทวนการเดินของเข็มนาฬิกาว่า สามเหลี่ยม ABC



2. สามเหลี่ยมซ้ายมือ เรียกชื่อจากฐานทางซ้ายมือทวนการเดินของเข็มนาฬิกาว่า

สามเหลี่ยม \_\_\_\_\_ จะเรียกจากยอดหรือฐานยี่คหลักการเรียกเรียง \_\_\_\_\_

แก้ไข เนื่องจากนักเรียนไม่เข้าใจการเดินของเข็มนาฬิกาที่ จึงเพิ่มรูปภาพเดินของเข็มนาฬิกาไปในรูปสามเหลี่ยมเพื่อความเข้าใจที่ถูกต้อง และเน้นการถามในข้อสองให้ชัดเจนโดยขีดเส้นใต้คำว่า "ฐาน"



## 2. การทดลองแบบกลุ่มเล็ก (Small-group-testing)

การทดลองในขั้นนี้เพื่อดูว่านักเรียนที่เรียนบทเรียนแบบโปรแกรมนี้มีความรู้ความเข้าใจในบทเรียนซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นและผ่านการแก้ไขปรับปรุงจากการทดลองในขั้นหนึ่งตอนหนึ่งมาแล้วเพียงไร บทเรียนที่จัดทำทดลองในขั้นนี้แต่ละกรอบมีคำตอบให้เรียบร้อย การทดลองในครั้งนี้ผู้วิจัยคัดเลือกนักเรียนโรงเรียนปากท่อ อำเภอปากท่อ จังหวัดราชบุรี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ห้อง จ. จำนวน 10 คน โดยพิจารณาจากคะแนนการทดสอบวิชาเรขาคณิตประจำภาคต้น เป็นนักเรียนระดับเก่ง 2 คน ระดับปานกลาง 5 คน และระดับอ่อน 3 คน ผู้วิจัยได้ชี้แจงวัตถุประสงค์และความสำคัญในการทดลองบทเรียนให้นักเรียนทราบและอธิบายวิธีเรียนบทเรียนซึ่งได้พิมพ์เป็นคำแนะนำไว้หน้าบทเรียนแล้ว ในการทดลองครั้งนี้ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนที่จะเรียนจากบทเรียน (Pre-test) เพื่อวัดความรู้พื้นฐานของนักเรียนในเรื่องการหาพื้นที่สี่เหลี่ยมมุมฉาก สามเหลี่ยมและวงกลม จากนั้นให้นักเรียนเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมและให้ตอบคำถามลงในบทเรียนที่เว้นไว้และตรวจคำตอบในทันที หากตอบผิดก็ให้แก้ไขโดยให้ขีดฆ่าคำตอบที่ผิดแล้วเติมคำตอบที่ถูกไว้ข้างล่าง ห้ามมิให้ลบออกเพราะผู้วิจัยต้องการทราบว่านักเรียนตอบว่าอย่างไร เพื่อเป็นประโยชน์ในการแก้ไขบทเรียนต่อไป ขณะทำการทดลองผู้วิจัยได้เฝ้าสังเกตพฤติกรรมและข้อบกพร่องต่าง ๆ ซึ่งอาจเกิดขึ้นระหว่างการทดลองเมื่อนักเรียนเรียนบทเรียนจนครบทุกกรอบแล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบ (Post-test) ฉบับเดียวกับที่เคยทำก่อนเรียนอีกครั้งหนึ่งเพื่อดูว่านักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเพิ่มขึ้นหลังจากเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมเพียงใด หลังจากนั้นผู้วิจัยได้รวมอภิปรายกับนักเรียน

กลุ่มทดลองเกี่ยวกับบทเรียนนั้นถึงปัญหาและข้อบกพร่องต่าง ๆ เพื่อปรับปรุงแก้ไขบทเรียนต่อไป

ผลการทดลองแบบกลุ่มเล็กใช้เวลาในการทดสอบและให้นักเรียนเรียนบทเรียนรวม 4 วัน ดังนี้

วันแรก ทำข้อทดสอบก่อนเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม (Pre-test) ใช้เวลาโดยเฉลี่ย 1 ชั่วโมง

วันที่สองและวันที่สาม เรียนบทเรียนแบบโปรแกรมวันละสองตอน ใช้เวลาเรียนโดยเฉลี่ย 3 ชั่วโมง 50 นาที

วันสุดท้าย ทำข้อทดสอบหลังเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม (Post-test) ใช้เวลาโดยเฉลี่ย 50 นาที

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบแบบกลุ่มเล็ก

นักเรียน คนที่	คะแนนวิชา เรขาคณิต (10)	คะแนนทดสอบ ก่อนเรียน บทเรียน (60)	คะแนนทดสอบ หลังเรียน บทเรียน (60)	คะแนนความ ก้าวหน้า	จำนวนคำตอบ ในบทเรียน ที่ตอบถูก (395)
1	10	30	55	25	379
2	9	33	59	26	381
3	8	36	56	20	384
4	7	25	53	28	387
5	7	29	47	18	375
6	6	26	54	28	350
7	5	19	35	16	380
8	4	23	52	29	372
9	4	15	48	33	354
10	3	21	49	28	361
รวม	63	257	508	251	3723
ค่าเฉลี่ย	6.3	25.7	50.8	25.1	372.3
ค่าเฉลี่ย- ร้อยละ	63	42.83	84.67	41.83	94.25

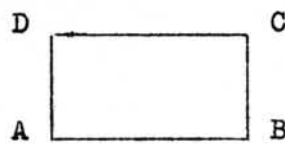
จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนสามารถตอบคำถามในบทเรียนแบบโปรแกรมได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 94.25 ของจำนวนคำตอบทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 90 ที่วางไว้ และนักเรียนสามารถทำข้อทดสอบหลังเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 84.67 ของคะแนนทั้งหมด ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 90



ตัวหลังที่ค้างไว้ จากการทดลองแบบกลุ่มเล็กแสดงว่า บทเรียนนี้มีประสิทธิภาพ 94.25/84.67 ซึ่งยังไม่ถึงเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 ที่ค้างไว้

หลังจากทดลองบทเรียนแบบโปรแกรมแบบกลุ่มเล็กแล้ว ผู้วิจัยได้นำบทเรียนมาพิจารณากรอบที่ยังบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้นักเรียนเข้าใจดีขึ้น โดยพิจารณาสาเหตุของข้อบกพร่องจากคำตอบที่นักเรียนเขียนตอบในกรอบบทเรียนพร้อมกับข้อมูลจากการอภิปรายร่วมกับนักเรียน มีกรอบที่ควรแก้ไข 19 กรอบ ซึ่งแก้ไขแล้วดังกรอบที่ 2, 11, 40, 41, 44, 45, 69, 82, 113, 124, 125, 168, 182, 240, 247, 261, 262, 264, 267 และเพิ่มกรอบอีก 7 กรอบ คือกรอบที่ 209, 210, 243, 244, 258, 259, 260 เมื่อปรับปรุงแก้ไขบทเรียนเรียบร้อยแล้วบทเรียนมี 267 กรอบ 407 คำตอบ

ตัวอย่างการปรับปรุงแก้ไขบทเรียนจากการทดลองแบบกลุ่มเล็กบางกรอบ เช่น กรอบที่ 40 รูปสี่เหลี่ยม ABCD มีด้านตรงข้ามกัน 2 คู่ คือ



คู่ที่ 1 ด้าน AD กับด้าน \_\_\_\_\_ อยู่ตรงข้ามกัน  
คู่ที่ 2 ด้าน \_\_\_\_\_ กับด้าน \_\_\_\_\_ อยู่ตรงข้ามกัน

นักเรียนทำผิดพลาดว่า เกิดจากความสะเพร่าอ่านโจทย์ไม่จบและบางคนไม่ได้พิจารณาคำว่า "อยู่ตรงข้ามกัน" ซึ่งอยู่ท้ายประโยคให้ถี่ถ้วน แต่กลับไปตอบคำถามที่อยู่ประชิดกัน ดังนั้นเพื่อป้องกันความผิดพลาดดังกล่าว ผู้วิจัยจึงเรียบเรียงข้อความใหม่ดังนี้

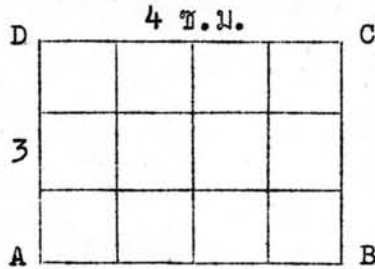
คู่ที่ 1 ด้าน AD อยู่ตรงข้ามกับด้าน \_\_\_\_\_  
คู่ที่ 2 ด้าน \_\_\_\_\_ อยู่ตรงข้ามกับด้าน \_\_\_\_\_

กรอบที่ 69 พื้นที่ หมายถึงพื้นผิวที่อยู่ภายในหรือขอบเขตของรูปนั้น เช่น พื้นที่ของกระดานคำหมายถึงพื้นผิวของกระดานคำทั้งแผ่น และพื้นที่ของบานประตูก็หมายถึง \_\_\_\_\_

นักเรียนตอบกรอบนี้ว่า "พื้นผิวของประตูทั้ง 2 บาน" และ "พื้นผิวของประตู" ที่ถูกต้องจะต้องตอบว่า "พื้นผิวของบานประตูทั้งบาน" สาเหตุที่ตอบผิดเนื่องจากผู้วิจัยยกตัวอย่างที่เข้าใจยาก นักเรียนเข้าใจต่างกันตามประสบการณ์ของตน เช่น บางคนเคยพบประตูมี 2 บาน ผู้วิจัยจึงแก้ตัวอย่างที่เข้าใจง่ายให้เข้าใจง่ายขึ้น ดังนี้

และพื้นที่ของแผ่นกระจกก็หมายถึง \_\_\_\_\_

กรอบที่ 82 สี่เหลี่ยมผืนผ้า ABCD กว้าง 3 ซม. และยาว 4 ซม. เมื่อแบ่งเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสเล็ก ๆ ซึ่งแต่ละด้านมีความยาว 1 ซม. แต่ละรูปจึงมีพื้นที่ 1 ตารางเซนติเมตร นับได้จำนวน 12 รูป

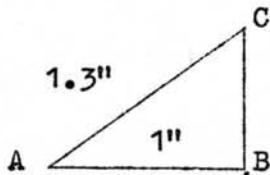


ดังนั้นสี่เหลี่ยมผืนผ้าจึงมีพื้นที่ 12 ตารางเซนติเมตร ซึ่งเท่ากับ 3 คูณกับ \_\_\_\_\_ จะได้ 12 นั่นเอง หรือกล่าวได้ว่าสี่เหลี่ยมผืนผ้า = ด้านกว้างคูณด้านยาวนั่นเอง

นักเรียนตอบผิดโดยตอบว่า "ด้านยาว" ที่ถูกจะต้องตอบ "4" สาเหตุจากนักเรียนเข้าใจว่า "คูณกับด้านใดจึงจะได้ 12" และบกพร่องจากการพิมพ์ที่เว้นช่องว่างเกินไปจึงทำให้นักเรียนบางคนคิดว่าจะต้องเติมข้อความที่ยาว ผู้วิจัยจึงแก้ข้อความใหม่โดยใช้เครื่องหมายคูณแทนคำว่า "คูณกับ" ซึ่งจะทำให้นักเรียนเข้าใจได้ถูกต้องยิ่งขึ้น และเว้นช่องให้แคบลงแต่เห็นช่องที่จะเติมชัดเจนเพื่อเป็นการแนะทางให้นักเรียนเติมข้อความที่สั้น ดังนี้

"3 x \_\_\_\_\_ จะได้ 12 นั่นเอง"

กรอบที่ 168 สามเหลี่ยมมุมฉาก ABC มีด้าน AB ซึ่งเป็นฐานยาว 1 นิ้ว และด้าน AC ยาว 1.3 นิ้ว



จะหาพื้นที่ของสามเหลี่ยม ABC ได้หรือไม่ \_\_\_\_\_ เพราะ \_\_\_\_\_

นักเรียนตอบผิดเนื่องจากผู้วิจัยเขียนข้อความไม่เจาะจงให้ชัดเจนลงไปว่าให้หาพื้นที่โดยวิธีใดและอย่างไร ซึ่งอาจจะหาพื้นที่โดยใช้ตารางก็ได้ จึงแก้ไขเฉพาะและเข้าใจตรงกัน นักเรียนจะตอบได้ง่ายและตรงจุดประสงค์มากขึ้น ดังนี้

"จะคำนวณหาพื้นที่ของสามเหลี่ยม ABC โดยใช้สูตร  $\frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง}$  ได้หรือไม่ \_\_\_\_\_ เพราะ \_\_\_\_\_"

กรอบที่ 261 วงกลมมีรัศมี 14 ฟุต จะมีพื้นที่เท่าไร

$$\text{สูตรพื้นที่วงกลม} = \pi r^2$$

$$\text{แทนค่าในสูตร} = \underline{\hspace{2cm}} \times \underline{\hspace{2cm}} \times \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\therefore \text{พื้นที่วงกลม} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ ตารางฟุต}$$

นักเรียนตอบผิดเนื่องจากแทนค่า  $r$  ในสูตรไม่ถูกต้อง เพราะกรอบนี้เป็นกรอบแรกของการใช้สูตรพื้นที่วงกลมคำนวณหาพื้นที่ ซึ่งผู้วิจัยเสนอกรอบนี้เร็วเกินไปโดยไม่ได้อธิบายเสริมคำสั่งขั้นการใช้สูตรโดยย่ำให้นักเรียนเข้าใจก่อนว่า  $r^2$  หมายถึงอย่างไร จึงทำให้นักเรียนเข้าใจค่า  $r^2$  ผิดไป ทำให้ทำกรอบที่ 261 และ 262 ผิด ดังนั้นจึงเพิ่มกรอบที่ 258, 259 และ 260 เพื่อให้นักเรียนเข้าใจค่า  $r^2$  และการแทนค่า  $r$  และค่า  $\pi$  ในสูตรตามลำดับขั้นก่อนจะให้นักเรียนแทนค่าและคำนวณเอง ดังนี้

กรอบที่ 258 พื้นที่วงกลม =  $\pi r^2$

ในการคำนวณค่า  $r^2$  ก็หมายถึงรัศมี คูณ รัศมี นั่นเอง

นั่นคือดาร์ซี่วงกลม = 2 นิ้ว

$$r^2 = 2 \times \underline{\hspace{2cm}}$$

กรอบที่ 259 วงกลมวงหนึ่งมีรัศมี 3 นิ้ว จะมีพื้นที่เท่าไร

$$\text{สูตรพื้นที่วงกลม} = \pi r^2$$

$$\pi \text{ มีค่า} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$r \text{ มีค่า} = 3$$

$$\text{แทนค่า } \pi \text{ และค่า } r \text{ ในสูตร} = \underline{\hspace{2cm}} \times 3 \times \underline{\hspace{2cm}}$$

กรอบที่ 260 วงกลมวงหนึ่งมีรัศมี 7 นิ้ว จะมีพื้นที่เท่าไร

$$\text{สูตรพื้นที่วงกลม} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\text{แทนค่า } \pi \text{ และค่า } r \text{ ในสูตร} = \frac{22}{7} \times 7 \times 7$$

$$\therefore \text{พื้นที่วงกลม} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ ตารางนิ้ว}$$



กรอบที่ 267 จากโจทย์ข้อ 266 (สนามหญ้ารูปวงกลมมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 28 เมตร ถ้าต้องการซื้อหญ้าปูหญ้าให้เต็มสนามนี้ จะใช้หญ้าปูกี่ตารางเมตร)

สูตรพื้นที่วงกลม =  $\pi r^2$   
 แทนค่าตัวเลขในสูตร = \_\_\_\_\_  
 ∴ ต้องใช้หญ้าปู = \_\_\_\_\_ ตารางเมตร

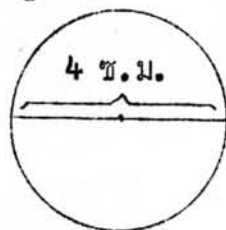
นักเรียนแทนค่า  $r$  ในสูตรผิด บางคนเกิดจากความสะเพร่าใช้ค่าของเส้นผ่าศูนย์กลางแทนค่า  $r$  และบางคนเกิดจากยังไม่เข้าใจความสัมพันธ์ของรัศมีกับเส้นผ่าศูนย์กลาง จึงหาค่า  $r$  ผิด ซึ่งผิดทำนองเดียวกับกรอบที่ 240 ผู้วิจัยจึงเพิ่มวิธีการช่วยแก้ปัญหาโจทย์ข้อนี้เพื่อป้องกันการหาค่า  $r$  โดยปรับปรุงกรอบที่ 266 ด้วยการเพิ่มคำถามเพื่อเน้นให้นักเรียนหาค่าของรัศมีก่อนเพื่อเป็นประโยชน์ในการเอาค่าของเส้นผ่าศูนย์กลางไปใช้แทนค่าให้ถูกต้อง ในกรอบ 267 ดังนี้ "สนามนี้มีรัศมี (เท่าไร) \_\_\_\_\_ เมตร" และเพิ่มกรอบที่ 209, 210 เปรียบเทียบค่าของรัศมีกับเส้นผ่าศูนย์กลางซึ่งจะทำให้นักเรียนหาความยาวของรัศมีได้ถูกต้องเมื่อกำหนดค่าของเส้นผ่าศูนย์กลางให้ ดังนี้

กรอบที่ 209 วงกลมมี B เป็นจุดศูนย์กลาง ถ้าลากเส้นรัศมี AB และรัศมี BC ให้อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน เส้นตรง ABC คือเส้นผ่าศูนย์กลางนั่นเอง



ดังนั้นเส้นผ่าศูนย์กลางยาวเป็น (กี่เท่า) \_\_\_\_\_ เท่าของรัศมี หรือ รัศมียาวเพียงครึ่งหนึ่งของ \_\_\_\_\_ ของวงกลมเดียวกัน

กรอบที่ 210 เส้นผ่าศูนย์กลางยาวเป็น 2 เท่าของรัศมี



ดังนั้นถ้าวงกลมวงหนึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางยาว 4 ซม. จะมีรัศมียาว \_\_\_\_\_ ซม.

ปัญหาที่ผู้วิจัยพบจากการทดลองแบบกลุ่มเล็ก คือ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำบทเรียนครั้งหนึ่ง ๆ นานเกินไป คือครั้งละ 2 ตอน ทำให้นักเรียนเคร่งเครียดเกิดความเบื่อหน่ายจนอาจทำให้ขาดความรอบคอบได้

จากปัญหาที่พบในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำไปปรับปรุงในการทดลองภาคสนามต่อไป โดยให้นักเรียนเรียนแบบเรียนครั้งละตอนและใช้ข้อความจูงใจ เพื่อนักเรียนได้ไว้นิเทศเรียนเพื่อให้นักเรียนเกิดกำลังใจและทำความเข้าใจแต่ละตอนให้ที่อยู่เสมอก่อนที่จะเรียนตอนต่อไป เช่น "นักเรียนเก่งมาก" "ถ้านักเรียนยังมีข้อสงสัย... ตอนใดควรจะย้อนกลับไปที่เข้าใจอย่างถี่ถ้วนก่อน" "นักเรียนมีความพยายามดีมาก" "ลองทบทวนดู... ที่เรียนมาให้แม่นยำ" เป็นต้น ภายหลังจากปรับปรุงแก้ไขบทเรียนจากการทดลองแบบกลุ่มเล็กเรียบร้อยแล้วก็พิมพ์สำหรับทดสอบภาคสนามต่อไป

### 3. การทดลองภาคสนาม (Field-testing)

#### ตัวอย่างประชากร

การทดลองภาคสนามในการวิจัยครั้งนี้ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2517 โรงเรียนปากท่อ อำเภอปากท่อ สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดราชบุรี จำนวน 100 คน ซึ่งคัดเลือกจากนักเรียนห้อง ก, ข, ค และ ง. รวม 112 คน โดยผู้วิจัยนำแบบทดสอบเรื่องการหาพื้นที่สี่เหลี่ยมมุมฉาก สามเหลี่ยมและวงกลม ซึ่งสร้างขึ้นสำหรับการวิจัยครั้งนี้ทดสอบกับนักเรียน 112 คน แล้วเลือกเอานักเรียนจำนวน 100 คน จากคะแนนที่ต่ำสุดขึ้นไปเป็นตัวอย่างประชากร เพราะเชื่อว่าถ้านักเรียนระดับปานกลางกับระดับอ่อนทำบทเรียนได้ตามมาตรฐานแล้วเด็กที่เรียนเก่งย่อมจะทำได้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบทดสอบ เรื่องการหาพื้นที่สี่เหลี่ยมมุมฉาก สามเหลี่ยมและวงกลม เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบมี 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ สำหรับทดสอบก่อนเรียนบทเรียนและหลังเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมซึ่งใช้ฉบับเดียวกัน และกระดาษคำตอบ

2. บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรงประเภท Complex Linear Program และให้ผู้เรียนตอบเองโดยเติมค่า เรื่องการหาพื้นที่สี่เหลี่ยมมุมฉาก สามเหลี่ยมและวงกลม สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 267 กรอบ และให้ผู้เรียนตอบ 407 คำตอบ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำบทเรียนแบบโปรแกรมและแบบทดสอบไปทดลองกับนักเรียนเมื่อวันศุกร์ที่ 25 ตุลาคม 2517 ถึงวันศุกร์ที่ 1 พฤศจิกายน 2517 โดยให้นักเรียนทำบทเรียนพร้อม ๆ กัน ซึ่งการทดลองดำเนินดังนี้

วันแรก ผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์ในการทดลองบทเรียน ขอความร่วมมือในการทดลองบทเรียนและความรู้เกี่ยวกับบทเรียนแบบโปรแกรม เสร็จแล้วทดสอบก่อนเรียนบทเรียน (Pre-test) เพื่อวัดว่านักเรียนมีความรู้ในเรื่องที่ทดสอบเพียงใด

วันที่สอง ให้เรียนบทเรียนแบบโปรแกรมตอนที่ 1 ทบทวนเรื่องมุม

วันที่สาม ให้เรียนบทเรียนแบบโปรแกรมตอนที่ 2 เรื่องการหาพื้นที่สี่เหลี่ยมมุมฉาก

วันที่สี่ ให้เรียนบทเรียนแบบโปรแกรมตอนที่ 3 เรื่องการหาพื้นที่สามเหลี่ยม

วันที่ห้า ให้เรียนบทเรียนแบบโปรแกรมตอนที่ 4 เรื่องการหาพื้นที่วงกลม

วันที่หก ทดสอบ (Post-test) เพื่อวัดว่านักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นหลังจากได้เรียนบทเรียนแบบโปรแกรมเพียงใด เพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากทดลองบทเรียนภาคสนามเสร็จแล้ว ผู้วิจัยได้ตรวจกระดาษคำตอบจากการทดสอบและตรวจบทเรียนที่นักเรียนทำและนับดูว่านักเรียนแต่ละคนตอบถูกต้องกี่คำตอบ และนำข้อมูลที่ได้อันมาวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน ดังนี้

1. หาประสิทธิภาพของบทเรียนโดยใช้เกณฑ์มาตรฐาน 90/90 (The 90/90 standard) คือ

90 ตัวแรก หมายถึงการที่นักเรียนสามารถตอบคำถามในกรอบของบทเรียนได้ถูกต้องโดยเฉลี่ยร้อยละ 90 (หาได้โดยเอาคำตอบที่นักเรียนแต่ละคนตอบถูกมารวมกัน

แล้วหาค่ายจำนวนนักเรียนทั้งหมด และแปลงค่าที่ได้ให้เป็นร้อยละ)

90 ชั่วโมง หมายถึงการที่นักเรียนสามารถทำข้อทดสอบภายหลังจากเรียนบทเรียนแล้ว (Post-test) ได้ถูกต้องโดยเฉลี่ยร้อยละ 90 (หาได้โดยเอาคะแนนที่นักเรียนแต่ละคนทำข้อทดสอบถูกต้องมารวมกันแล้วหาค่ายจำนวนนักเรียนทั้งหมด และแปลงค่าที่ได้เป็นร้อยละ)

2. ทดสอบความมีนัยสำคัญของผลต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบก่อนเรียนบทเรียนและหลังเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการคำนวณเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลมีดังนี้

1. หาค่าเฉลี่ยของคะแนน<sup>1</sup>

$$\text{สูตร } \bar{X} = \frac{\sum fX}{N}$$

$$\bar{X} = \text{มัธยิมเลขคณิต (ค่าเฉลี่ย)}$$

$$\sum fX = \text{ผลรวมของคะแนนทั้งหมด}$$

$$N = \text{จำนวนคะแนนทั้งหมด}$$

2. หาสัมประสิทธิ์ความเที่ยงของแบบทดสอบ (Coefficient of Reliability)

ใช้สูตรของคูเคอร์ ริชาร์ดสัน 21<sup>2</sup> (Kuder - Richardson 21)

$$\text{สูตร } r_{tt} = \frac{n \sigma_t^2 - M (n - M)}{(n - 1) \sigma_t^2}$$

<sup>1</sup>ประคอง กรรณสุต, สถิติศาสตร์ประยุกต์สำหรับครู, (พระนคร: ไทยวัฒนาพานิช, 2515), หน้า 40.

<sup>2</sup>Henry E. Garrett, Statistics in Psychology and Education, (New York: David McKay Company, Inc., 1971), pp. 341-342.

$\sigma_{tt}$	=	ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ
$\sigma_t^2$	=	ความแปรปรวนของคะแนน
M	=	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
n	=	จำนวนข้อทดสอบ (Item)

ความแปรปรวนของคะแนน<sup>3</sup>

$$\text{สูตร } \sigma_t^2 = \frac{N \sum fx^2 - (\sum fx)^2}{N(N-1)}$$

$\sum fx$  = ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N = จำนวนคน

3. ทดสอบความมีนัยสำคัญของผลต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบก่อนเรียน  
กับหลังเรียนแบบเรียนแบบโปรแกรม โดยใช้ z-test<sup>4</sup>

$$\text{สูตร } z = \frac{\bar{d}}{\sigma_{\bar{d}}}$$

$\bar{d}$  = มัชฌิมเลขคณิตของผลต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียน  
กับหลังเรียนแบบเรียนแบบโปรแกรม

$\sigma_{\bar{d}}$  = ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างระหว่างคะแนน  
ก่อนเรียน กับหลังเรียนแบบเรียนแบบโปรแกรม

$$\text{สูตร } \sigma_{\bar{d}} = \frac{S.D. d}{\sqrt{N-1}}$$

S.D. d = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่างระหว่างคะแนนก่อน  
เรียน กับหลังเรียนแบบเรียนแบบโปรแกรม

N = จำนวนผู้เข้าทดสอบ

<sup>3</sup> ล้วน สายยศ และอังคณา คันธิรัตนานนท์, สถิติวิทยาทางการศึกษา (พระนคร:  
วิธานพานิช, 2515), หน้า 101.

<sup>4</sup> ประคอง กรรณสูตร, เรื่องเดิม, หน้า 95-96.



$$\text{สูตร } S.D._d = \sqrt{\frac{\sum d^2}{N} - \left(\frac{\sum d}{N}\right)^2}$$

$\sum d$  = ผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนกับเรียน  
หลังเรียนแบบโปรแกรม

$N$  = จำนวนผู้เข้าทดสอบ

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองภาคสนามนำมาวิเคราะห์ปรากฏผลดังนี้

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์บทเรียนแบบโปรแกรม

รายการ	จำนวน นักเรียน	คะแนน		
		รวม	เฉลี่ย	เฉลี่ยร้อยละ ของทั้งหมด
คะแนนทดสอบก่อนเรียนแบบเรียน	100	2,616	26.16	43.60
คะแนนทดสอบหลังเรียนแบบเรียน	100	5,239	52.39	87.32
คะแนนความก้าวหน้า	100	2,623	26.23	43.72
จำนวนคำตอบที่นักเรียนตอบบทเรียนได้ถูก	100	39,453	394.53	96.94

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่เป็นตัวอย่างประชากรจำนวน 100 คน ตอบคำถามในแบบเรียนแบบโปรแกรม 407 คำตอบ ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 96.94 ของจำนวนคำตอบทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 90 ตัวแรกที่ตั้งไว้ ส่วนผลการทำข้อทดสอบจำนวน 60 ข้อหลังจากเรียนแบบเรียนแบบโปรแกรมได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 87.32 ของคะแนนทั้งหมด ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 90 ตัวหลังที่ตั้งไว้ร้อยละ 2.68 แสดงว่าบทเรียนแบบโปรแกรมนี้มีประสิทธิภาพ  $96.94/87.32$  ซึ่งมีประสิทธิภาพไม่ถึงเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 (The 90/90 standard) ที่ตั้งไว้

บทเรียนแบบโปรแกรมนี้แม้จะมีประสิทธิภาพไม่ไ้ตามมาตรฐานที่ตั้งไว้ แต่เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของความสามารถในการทำแบบทดสอบก่อนเรียนบทเรียนและหลังเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมของนักเรียนที่เป็นตัวอย่างประชากรทั้ง 100 คนแล้วปรากฏว่านักเรียนทำคะแนนก่อนเรียนบทเรียนได้เฉลี่ยร้อยละ 43.60 ของคะแนนทั้งหมด และเมื่อนักเรียนได้เรียนบทเรียนแบบโปรแกรมแล้วสามารถทำแบบทดสอบได้เฉลี่ยร้อยละ 87.32 ของคะแนนทั้งหมด ซึ่งมีความก้าวหน้าขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 43.72 และความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบก่อนเรียนบทเรียนกับหลังเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมนี้นัยสำคัญที่ระดับ .01 และระดับอื่น ๆ ที่ต่ำกว่าด้วย (ดูภาคผนวก ข.) จึงอาจกล่าวได้ว่า โดยเฉลี่ยแล้วบทเรียนแบบโปรแกรมนี้ทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น