

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง "อันคับและอนุกรม" สำหรับระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยเป็นขั้น ๆ ดังนี้:-

#### 1. ศึกษาเทคนิคและวิธีการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม

ผู้วิจัยได้ศึกษาเทคนิคและวิธีการเขียนบทเรียนแบบโปรแกรมจากหนังสือหลายเล่มหลังจากได้ศึกษาอย่างละเอียดแล้ว ผู้วิจัยจึงได้ตัดสินใจเลือกสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง ทั้งนี้เพราะบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรงเป็นบทเรียนที่นิยมกันมาก ใช้งานง่าย และมีวิธีการไม่ยุ่งยาก เหมาะสมกับนักเรียนที่ไม่คุ้นเคยกับบทเรียนแบบโปรแกรม

#### 2. ศึกษาเนื้อหาวิชาเรื่อง อันคับและอนุกรม

ผู้วิจัยได้ศึกษาเนื้อหา และวิธีสอนเกี่ยวกับเรื่องอันคับและอนุกรมจากหนังสือหลาย ๆ เล่ม โดยยึดตามหลักสูตรของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

#### 3. กำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไป และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อได้ขอบเขตของเนื้อหาแล้ว ผู้วิจัยได้เรียงลำดับเนื้อหาตามความเหมาะสมแล้วจึงกำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไป และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมขึ้น ตามขอบเขตของเนื้อหาที่กำหนดไว้

วัตถุประสงค์ทั่วไป และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่องอันคืบและอนุกรม  
ที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้นมีดังนี้

1. เพื่อให้นักเรียนรู้จักและเข้าใจเรื่องของอันคืบ
  - 1.1 เมื่อเรียนจบ "เรื่องอันคืบ" แล้ว นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของอันคืบได้ (กรอบที่ 1 - 15) (แบบสอบ ข้อ 1)
  - 1.2 เมื่อกำหนดอันคืบที่มีจำนวนพจน์จำกัดให้ นักเรียนสามารถบอกได้ว่าอันคืบนี้เป็นอันคืบจำกัด (กรอบที่ 16 - 18, 23, 25) (แบบสอบข้อ 2, 4)
  - 1.3 เมื่อกำหนดอันคืบที่มีจำนวนพจน์ไม่จำกัดให้ นักเรียนสามารถบอกได้ว่า อันคืบนี้เป็นอันคืบอนันต์ (กรอบที่ 20 - 22, 24, 26) (แบบสอบข้อ 3)
  - 1.4 เมื่อกำหนดพจน์ทั่วไปของอันคืบ นักเรียนสามารถเขียนอันคืบนั้น ๆ ถึงพจน์ที่กำหนดให้ ไม่ว่าจะอันคืบที่ต่อมการจะเป็นอันคืบจำกัดหรืออันคืบอนันต์ก็ตาม (กรอบที่ 27 - 32) (แบบสอบข้อ 5, 6)
  - 1.5 เมื่อกำหนดจำนวนพจน์ให้พอเพียง นักเรียนสามารถหาพจน์ทั่วไปของอันคืบนั้นได้ (กรอบที่ 33 - 37) (แบบสอบ ข้อ 7, 8)
2. เพื่อให้นักเรียนรู้จักอันคืบเลขคณิต
  - 2.1 เมื่อเรียนจบ "เรื่องอันคืบเลขคณิต" แล้ว นักเรียนสามารถให้คำจำกัดความของอันคืบเลขคณิตได้ (กรอบที่ 38 - 42, 44 - 45) (แบบสอบข้อ 9)
  - 2.2 เมื่อกำหนดอันคืบเลขคณิตมาให้ นักเรียนสามารถบอกพจน์แรกและผลต่างรวมได้ (กรอบที่ 43) (แบบสอบข้อ 10)
  - 2.3 เมื่อกำหนดพจน์ของอันคืบเลขคณิตให้ นักเรียนสามารถ
    - 2.3.1 เขียนพจน์ถัดไปได้ (กรอบที่ 47) (แบบสอบข้อ 11)

- 2.3.2 เขียนพจน์ที่  $n$  ของอันต์บได้ เมื่อ  $n$  เป็นจำนวนเต็มบวก (กรอบที่ 46, 48 - 54) (แบบสอบข้อ 12)
- 2.4 เมื่อกำหนดพจน์ของอันต์บเลขคณิตให้สองพจน์ นักเรียนสามารถหาพจน์ที่อยู่ระหว่างสองพจน์ที่กำหนดให้ได้ (กรอบที่ 55 - 58) (แบบสอบข้อ 13)
3. เพื่อให้ให้นักเรียนรู้จักอันต์บเรขาคณิต
- 3.1 เมื่อเรียนจบ "เรื่องอันต์บเรขาคณิต" แล้ว นักเรียนสามารถให้คำจำกัดความของอันต์บเรขาคณิตได้ (กรอบที่ 59 - 67) (แบบสอบข้อ 14)
- 3.2 เมื่อกำหนดอันต์บเรขาคณิตมาให้ นักเรียนสามารถบอกพจน์แรกและอัตราส่วนรวมได้ (กรอบที่ 77 - 78) (แบบสอบข้อ 15)
- 3.3 เมื่อกำหนดผลบวกและผลคูณของ  $n$  พจน์แรกในอันต์บเรขาคณิตให้ นักเรียนสามารถเขียนอันต์บเรขาคณิตนี้ได้ (กรอบที่ 82) (แบบสอบข้อ 16)
- 3.4 เมื่อกำหนดพจน์แรกและอัตราส่วนรวมให้ นักเรียนสามารถเขียน
- 3.4.1 พจน์ที่  $n$  ของอันต์บเรขาคณิตได้ เมื่อ  $n$  เป็นจำนวนเต็มบวก (กรอบที่ 68, 71 - 76) (แบบสอบข้อ 18, 19)
- 3.4.2  $n$  พจน์แรกของอันต์บเรขาคณิตได้ (กรอบที่ 69 - 70) (แบบสอบข้อ 17)
- 3.5 เมื่อกำหนดพจน์ 2 พจน์ ในอันต์บเรขาคณิตให้ นักเรียนสามารถหาพจน์ที่อยู่ระหว่าง 2 พจน์ที่กำหนดให้ได้ (กรอบที่ 79 - 81) (แบบสอบข้อ 20)
4. เพื่อให้นักเรียนมีความคิดเบื้องต้นเกี่ยวกับลิมิต (ลิมิตของอันต์บ และการหาลิมิตของอันต์บ)

- 4.1 เมื่อเรียนจบ "เรื่องลิมิตของอันดับ" แล้ว นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของลิมิตของอันดับได้ (กรอบที่ 93 - 94) (แบบสอบขอ 21)
- 4.2 เมื่อกำหนดอันดับใด ๆ ให้ นักเรียนสามารถ
- 4.2.1 หาลิมิตของอันดับใดโดย
- 4.2.1.1 การเขียนกราฟ
- 4.2.1.2 การเขียนตำแหน่งของพจน์ที่  $n$  บนเส้นจำนวน (กรอบที่ 83 - 90) (แบบสอบขอ 24, 25)
- 4.2.1.3 การใช้ทฤษฎีของลิมิต (กรอบที่ 96 - 108) (แบบสอบขอ 26)
- 4.2.2 บอกได้ว่า อันดับใดเป็นอันดับคอนเวจเจนต์ (กรอบที่ 86 - 87, 92, 95) (แบบสอบขอ 22, 27)
- 4.2.3 บอกได้ว่า อันดับใดเป็นอันดับไดเวจเจนต์ (กรอบที่ 89 - 91, 95) (แบบสอบขอ 23, 28)
5. เพื่อให้นักเรียนรู้อะไรและเข้าใจเรื่องอนุกรม
- 5.1 เมื่อเรียนจบ "เรื่องอนุกรม" แล้วนักเรียนสามารถ
- 5.1.1 ให้คำจำกัดความของอนุกรมได้ (กรอบที่ 109 - 110) (แบบสอบขอ 29)
- 5.1.2 ใช้เครื่องหมาย  $\sum$  แทนอนุกรม หรือแทนจำนวนบางจำนวนที่อยู่ในรูปผลบวกได้ (กรอบที่ 127 - 135) (แบบสอบขอ 34)
- 5.1.3 ใช้คุณสมบัติของ  $\sum$  คำนวณหาผลบวกของจำนวนต่าง ๆ ได้ (กรอบที่ 136 - 149) (แบบสอบขอ 35)

- 5.2 เมื่อกำหนดอนุกรมใด ๆ ให้ นักเรียนสามารถบอกได้ว่า อนุกรม  
นั้นเป็น
- 5.2.1 อนุกรมจำกัด (กรอบที่ 111 - 114, 119) (แบบสอบ  
ขอ 30)
  - 5.2.2 อนุกรมอนันต์ (กรอบที่ 115 - 118, 120) (แบบสอบ  
ขอ 31)
  - 5.2.3 อนุกรมเลขคณิต (กรอบที่ 121, 123, 126) (แบบสอบ  
ขอ 32)
  - 5.2.4 อนุกรมเรขาคณิต (กรอบที่ 122, 124, 125) (แบบ  
สอบขอ 33)
- 5.3 เมื่อกำหนดพจน์แรกและผลต่างร่วมให้ นักเรียนสามารถหาผล  
บวก  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิตได้ (กรอบที่ 150 - 153)  
(แบบสอบขอ 36)
- 5.4 เมื่อกำหนดพจน์แรกและอัตราส่วนร่วมให้ นักเรียนสามารถหาผล  
บวก  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเรขาคณิตได้ (กรอบที่ 154-158)  
(แบบสอบขอ 37)
6. เพื่อให้ นักเรียนรู้และเข้าใจเรื่อง ผลบวกของอนุกรมอนันต์
- 6.1 เมื่อกำหนดอนุกรมให้ นักเรียนสามารถ
    - 6.1.1 เขียนผลบวกพหุคูณของอนุกรมนั้นได้ (กรอบที่ 160 -  
163) (แบบสอบขอ 38)
    - 6.1.2 เขียนอันดับของผลบวกพหุคูณของอนุกรมนั้นได้ (กรอบ  
ที่ 161, 164) (แบบสอบขอ 39, 40)
  - 6.2 เมื่อกำหนดอนุกรมอนันต์ให้ นักเรียนสามารถ
    - 6.2.1 หาผลบวกของอนุกรมนั้นได้โดยใช้ทฤษฎีของลิมิต (กรอบที่  
161, 164, 165) (แบบสอบขอ 41)

- 6.2.2 บอกได้ว่าอนุกรมอนันต์ที่หาผลบวกได้ เรียกว่า อนุกรม  
คอนเวจเจนต์ (กรอบที่ 166, 170 - 172, 175 -  
177) (แบบสอบข้อ 43, 44)
- 6.2.3 บอกได้ว่าอนุกรมอนันต์ที่ไม่สามารถหาผลบวกได้ เรียก  
ว่า อนุกรมไดเวจเจนต์ (กรอบที่ 167 - 169 , 173  
-174) (แบบสอบข้อ 42)
- 6.3 เมื่อกำหนดจำนวนในรูปทศนิยมซ้ำให้ นักเรียนสามารถเขียนจำนวน  
นั้นให้อยู่ในรูปเศษส่วนได้ โดยใช้คุณสมบัติของอนุกรมอนันต์  
(กรอบที่ 178 - 190) (แบบสอบข้อ 45)

#### 4. สร้างแบบสอบเพื่อทดสอบก่อนและหลังการเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม

ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบจำนวน 67 ข้อ ตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่  
กำหนดไว้ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือวัดประสิทธิภาพของบทเรียน และได้นำแบบสอบที่สร้าง  
ขึ้นนี้ไปทดสอบกับนักเรียนนายเรือชั้นปีที่ 3 ปีการศึกษา 2520 โรงเรียนนายเรือ จังหวัด  
สมุทรปราการ จำนวน 85 คน ซึ่งเคยเรียนเรื่องอันดับและอนุกรมมาแล้ว และนำผลการ  
สอบมาวิเคราะห์ดังนี้

4.1 หากค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบทั้งฉบับ โดยวิธีของ  
คูเคอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson)<sup>1</sup> ซึ่งคำนวณจากสูตรดังนี้

$$r_{tt} = \frac{n(S.D.)^2 - \bar{X}(n - \bar{X})}{(S.D.)^2 \cdot (n - 1)}$$

<sup>1</sup>ยูจิน พิพิชกุล, การสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา (กรุงเทพมหานคร:  
กรุงเทพการพิมพ์, 2519), หน้า 141.

เมื่อ  $r_{tt}$  = ความเชื่อมั่นของแบบสอบ  
 $n$  = จำนวนข้อของแบบสอบ  
 $S.D.$  = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบสอบ  
 $\bar{x}$  = ค่ากลางเลขคณิตของคะแนนทดสอบของแต่ละกลุ่มนั้น  
 =  $\frac{\text{ผลบวกของคะแนนของนักเรียนทั้งหมด}^1}{\text{จำนวนนักเรียน}}$

การหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบสอบ คำนวณจากสูตรดังนี้<sup>2</sup>

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum fx^2}{N} - \left(\frac{\sum fx}{N}\right)^2}$$

$N$  = จำนวนนักเรียนทั้งหมด

$x$  = คะแนนนักเรียนแต่ละคน

4.2 วิเคราะห์แบบสอบแต่ละข้อ โดยหาค่าความยาก ( $p$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) โดยใช้เทคนิค 27 % และเปิดตารางวิเคราะห์ข้อสอบของ จุง เท ฟาน (Chung Teh Fan)<sup>3</sup> เพื่อเลือกแบบสอบเฉพาะข้อที่มีค่าความยากตั้งแต่ .20 - .80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป จำนวน 45 ข้อ มาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ (ดูรายละเอียดแบบสอบหน้า 140 ในภาคผนวก)

<sup>1</sup> เรืองเดียวกัน.

<sup>2</sup> ประคอง วรรณสุต, สถิติศาสตร์ประยุกต์สำหรับครู (พระนคร สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2515), หน้า 51.

<sup>3</sup> Chung Teh Fan, Item Analysis Table (Princeton New Jersey: Education Testing Service, 1952), pp. 1 - 31.



## 5. รายงานเขียนแบบโปรแกรมเรื่อง อันดับและอนุกรม

ผู้วิจัยได้เขียนบทเรียนแบบโปรแกรม เรื่อง อันดับและอนุกรม ตามวัตถุประสงค์ทั่วไปและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ โดยใช้เทคนิคและวิธีการเขียนตามที่ได้ศึกษามาแล้ว หลังจากได้แก้ไขบทเรียนโดยได้รับคำแนะนำจากอาจารย์ผู้ควบคุมการวิจัยแล้ว จึงนำบทเรียนไปทดลองหาประสิทธิภาพโดยทำเป็นลำดับขั้นดังนี้

5.1 ขั้นหนึ่งคน 2 ครั้ง ผู้วิจัยได้ทดลองกับนักศึกษาชั้นประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา ปีที่ 1 ปีการศึกษา 2520 ของวิทยาลัยครูจันทระเกษม กรุงเทพมหานคร เป็นครั้งแรก และครั้งที่สองเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2520 โรงเรียนครูพิทยา กรุงเทพมหานคร ซึ่งนักเรียนทั้งสองคนที่ใช้ทดลองมีระดับสติปัญญาปานกลาง เพื่อปรับปรุงแก้ไขบทเรียนในด้านการใช้ภาษา การเรียงลำดับกรอบและอื่น ๆ ที่เห็นว่าควรจะต้องปรับปรุง ในการทดลองทั้ง 2 ครั้ง ใช้เวลาหลังจากเลิกเรียนวันศุกร์ ระหว่างเวลา 18.00 - 20.00 น. และวันเสาร์-อาทิตย์ โดยทดลองตามลำดับดังนี้

วันศุกร์ ทำแบบสอบก่อนการเขียนบทเรียนแบบโปรแกรม

วันเสาร์ - อาทิตย์ เขียนบทเรียนแบบโปรแกรม

วันอาทิตย์เป็น ทำแบบสอบหลังการเขียนบทเรียนแบบโปรแกรม

5.2 ขั้นกลุ่มเล็ก หลังจากได้ปรับปรุงแก้ไขบทเรียนแบบโปรแกรมจากการทดลองขั้นหนึ่งคนเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้นำบทเรียนไปทดลองกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2520 โรงเรียนสตรีสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 10 คน โดยใช้เวลาหลังจากเลิกเรียน คือระหว่างเวลา 16.00 - 18.00 น เป็นเวลา 5 วัน โดยการทดลองตามลำดับดังนี้

วันที่ 1 ทำแบบสอบก่อนการเขียนบทเรียนแบบโปรแกรม และเขียนบทเรียนแบบโปรแกรม

วันที่ 2 - 4 เขียนบทเรียนแบบโปรแกรม



วันที่ 5 เรียนบทเรียนแบบโปรแกรม และทำแบบสอบหลังการเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม

5.3 ชั้นภาคสนาม หลังจากได้ปรับปรุงแก้ไขบทเรียนในชั้นกลุ่มเล็ก ผู้วิจัยได้นำบทเรียนไปทดลองกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2520 โรงเรียนสตรีสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 100 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนแบบโปรแกรม โดยทดลองเป็นเวลา 4 วัน คือวันที่ 11 ตุลาคม 2520 ระหว่างเวลา 14.00 - 15.00 น. และวันที่ 12 - 14 ตุลาคม 2520 ระหว่างเวลา 09.00 - 12.00 น. และดำเนินการทดลองตามลำดับขั้นดังนี้

วันที่ 1 ทำแบบสอบก่อนการเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม

วันที่ 2-3 เรียนบทเรียนแบบโปรแกรม

วันที่ 4 เรียนบทเรียนแบบโปรแกรม และทำแบบสอบหลังการเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม

จากผลการทดลองชั้นภาคสนาม ผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์ดังนี้

5.3.1 หากหาความเชื่อมั่นของแบบสอบที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้อีกครั้ง โดยใช้วิธีของ คูเคอร์ ริชาร์ดสัน

5.3.2 หาประสิทธิภาพของบทเรียนแบบโปรแกรม โดยการคำนวณหา

คะแนนมาตรฐาน 90/90

90 ตัวแรก คำนวณจากสูตร

$$\text{คะแนนที่นักเรียนทำบทเรียนถูกคิดเฉลี่ยเป็นร้อยละ} = \frac{C}{N} \times \frac{100}{A}$$

เมื่อ A = ค่าตอบทั้งหมดในบทเรียน

C = ผลรวมของคำตอบถูกของนักเรียนทุกคน

N = จำนวนนักเรียนทั้งหมด

90 ตัวหลัง คำนวณจากสูตร

$$\text{คะแนนที่นักเรียนทำแบบสอบถูกคิดเฉลี่ยเป็นร้อยละ} = \frac{S}{T} \times \frac{100}{T}$$

เมื่อ  $T$  = คะแนนเต็มของแบบสอบ

$S$  = คะแนนรวมของนักเรียนทุกคนที่ทำแบบสอบถูก

$N$  = จำนวนนักเรียนทั้งหมด

5.3.3 หากความก้าวหน้าในการเรียนหลังการเรียนบทเรียนนี้ โดยการทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนของการสอบก่อนการเรียน และหลังการเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมโดย ใช้  $Z$  - test<sup>1</sup>

จากสูตร 
$$Z = \frac{\sum d}{\sqrt{\frac{n \sum d^2 - (\sum d)^2}{n - 1}}}$$

เมื่อ  $d$  = ผลต่างระหว่างคะแนนก่อนและหลังการเรียนบทเรียนแบบโปรแกรม

$n$  = จำนวนนักเรียนทั้งหมด

(ดูรายละเอียดบทเรียนแบบโปรแกรมหน้า 62 ในภาคผนวก)

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<sup>1</sup>W. Allen Wallis and Harry V. Robert, Statistics: A New Approach (Illinois: The Free Press, 1956), p. 421.