

## วิธีดำเนินการวิจัยและผลการวิเคราะห์ข้อมูล

### การดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยบทเรียนทบทวนแบบโปรแกรม เรื่องชนิดของมุม วิชาเรขาคณิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ห้า โดยการศึกษาวิธีการสร้างบทเรียน เนื้อหาวิชา แล้ววางโครงเรื่องที่ จะทำการวิจัย เขียนจุดมุ่งหมายทั่วไปและจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม และสร้างบทเรียนทบทวนแบบ โปรแกรม กับแบบทดสอบตามจุดมุ่งหมาย รวมทั้งทำการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนและ หาความเที่ยงของแบบทดสอบด้วย (ดูรายละเอียดในบทที่ 1 หน้า 26)

### การหาประสิทธิภาพของบทเรียน

ในด้านการหาประสิทธิภาพของบทเรียน ได้กำหนดการทดลองตามลำดับขั้นดังนี้

#### 1. ขั้นทดลองหนึ่งคน (One-to-one-testing)

การทดลองขั้นนี้ได้เลือกนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ห้อง ป. 5/4 ของโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 1 คน โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนบทเรียน ทบทวนแบบโปรแกรม (Pre-test) เมื่อนักเรียนเรียนบทเรียนทบทวนแบบโปรแกรมเสร็จแล้วให้ นักเรียนทำแบบทดสอบอีกครั้งหนึ่ง (Post-test) เพื่อดูว่านักเรียนมีคะแนนความก้าวหน้าในการ เรียนรู้เพียงใด

#### ผลการทดลองปรากฏดังนี้

1. นักเรียนสามารถทำบทเรียนทบทวนแบบโปรแกรมถูกต้อง จำนวน 81 กรอบ จากจำนวนกรอบทั้งหมด 92 กรอบ คิดเป็นร้อยละ 88.04

2. นักเรียนสามารถทำแบบทดสอบก่อนเรียนบทเรียนทบทวนแบบโปรแกรม (Pre-test) ได้ถูกต้องจำนวน 18 ข้อ จากจำนวนแบบทดสอบ 25 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 72.00

3. นักเรียนสามารถทำแบบทดสอบหลังเรียนบทเรียนทบทวนแบบโปรแกรม (Post-test ) ได้ถูกต้องจำนวน 21 ข้อ จากจำนวนแบบทดสอบ 25 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 84.00

4. นักเรียนมีคะแนนความก้าวหน้า 3 คะแนน จากคะแนนทั้งหมด 25 คะแนน คิดเป็นคะแนนความก้าวหน้าร้อยละ 12.00

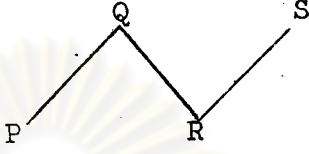
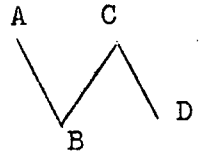
จากผลการทดลองแสดงว่าบทเรียนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 88.04/84.00 ซึ่งไม่ถึงเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 ที่ตั้งไว้ ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขบทเรียนทบทวนแบบโปรแกรมให้ดีขึ้น

การปรับปรุงแก้ไขบทเรียนได้ทำดังนี้

- ก. แก้ไขภาษาและเนื้อหาในกรอบให้เหมาะสมเพื่อให้นักเรียนสามารถเข้าใจได้ชัดเจนขึ้น
- ข. ตัดกรอบที่ยังไม่สมบูรณ์ในแง่เนื้อหาออก 1 กรอบ
- ค. เพิ่มจำนวนกรอบขึ้นอีก 12 กรอบ จากจำนวน 91 กรอบ เป็น 103 กรอบ
- ง. จัดเรียงลำดับเนื้อหาใหม่ให้เหมาะสมจากง่ายและยากขึ้นตามลำดับ
- จ. เปลี่ยนคำตอบจากทางคานขามือมาไว้ทางคานซ้ายมือ เพื่อให้นักเรียนสามารถเขียนคำตอบในบทเรียนทบทวนแบบโปรแกรมได้สะดวกขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก. ตัวอย่างกรอบที่ได้แก้ไข ปรับปรุง ให้เหมาะสม เช่น  
กรอบที่ 14 เดิม

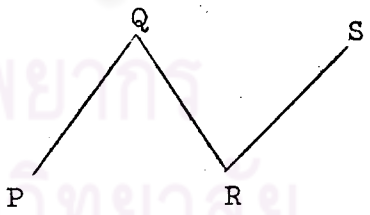
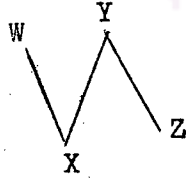
ก. 14	<p>เส้นหัก PQRS เขียนได้</p> 	
	<p>เส้นหัก ABCD เขียนได้</p> 	

ผู้วิจัยได้เปลี่ยน กรอบที่ 14 เป็นกรอบที่ 24

และได้เปลี่ยนชื่อเส้นหัก ABCD เป็นเส้นหัก WXYZ

เพราะในกรอบแรก ๆ มีเส้นหัก ABCD แล้วจำนวน 2 กรอบ

จึงได้แก้ไขใหม่ ดังนี้

ก. 24	<p>เส้นหัก PQRS เขียนได้</p> 	
	<p>เส้นหัก WXYZ เขียนได้</p>	

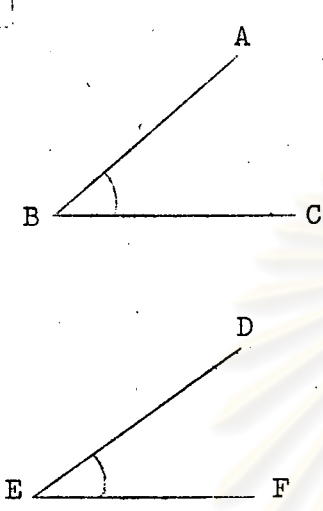
กรอบที่ 27 เกม

ก. 17	<p>A <math>\xrightarrow{2 \text{ นิ้ว}}</math> B</p> <p>P <math>\xrightarrow{\hspace{2cm}}</math> Q</p> <p>M <math>\xrightarrow{1 \text{ นิ้ว}}</math> N</p> <p>X <math>\xrightarrow{.5 \text{ นิ้ว}}</math> Y</p> <p>AB ยาว = 2 นิ้ว</p> <p>PQ ยาว = .....</p> <p>MN ยาว = 1 นิ้ว</p> <p>XY ยาว = .5 นิ้ว</p>	1.5 นิ้ว
-------	--	----------

ผู้วิจัยได้เปลี่ยนกรอบที่ 27 เป็นกรอบที่ 37 เพื่อเพิ่มเติมข้อความให้ชัดเจนยิ่งขึ้นดังนี้

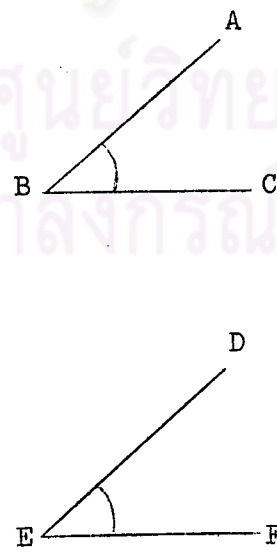
ก. 37	<p>A <math>\xrightarrow{2 \text{ นิ้ว}}</math> B</p> <p>P <math>\xrightarrow{\hspace{2cm}}</math> Q</p> <p>M <math>\xrightarrow{1 \text{ นิ้ว}}</math> N</p> <p>X <math>\xrightarrow{.5 \text{ นิ้ว}}</math> Y</p> <p>AB ยาว = 2 นิ้ว</p> <p>AB ยาวกว่า PQ = .5 นิ้ว</p> <p>PQ ยาว = ..... นิ้ว</p> <p>MN ยาว = 1 นิ้ว</p> <p>XY ยาว = .5 นิ้ว</p>	1.5
-------	--	-----

กรอบที่ 33 เดิม

<p>ก. 33</p>		<p>เส้นตรง AB และเส้นตรง BC          พบกันที่จุด B          จุด B เรียกว่า จุดยอดของมุม          AB และ BC เรียกว่า แขนของมุม</p> <p>เส้นตรง DE และเส้นตรง EF พบกัน          ที่จุด E          จุดยอด ของมุม คือ ..... จุด E          แขนของมุม คือ ..... และ ..... DE, EF</p>
--------------	---	--

ผู้วิจัยได้เปลี่ยนกรอบที่ 33 เป็นกรอบที่ 44


โดยเพิ่มคำว่า "เส้น" เพื่อให้ข้อความชัดเจนยิ่งขึ้นดังนี้

<p>ก. 44</p>		<p>เส้นตรง AB และ เส้นตรง BC          พบกันที่จุด B          จุด B เรียกว่า <u>จุดยอดของมุม</u>          AB และ BC เรียกว่า <u>แขนของมุม</u></p> <p>เส้นตรง DE และเส้นตรง EF          พบกันที่จุด E          จุดยอดของมุม คือ จุด .....          แขนของมุม คือ เส้น .....และเส้น.....</p>
--------------	---	---

E  
DE, EF

ข. กรอบที่ตัดออก 1 กรอบ คือ กรอบที่ 31 เดิม .  
 เพราะข้อความในกรอบอธิบายยังไม่สมบูรณ์

กรอบที่ 31 เดิม

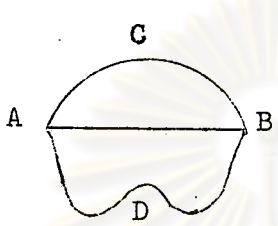
<p>ก. 31</p>	<p>เราใช้ไม้บรรทัดวัดความยาว                  ใช้เทปวัดความยาวของกระดาน                  ใช้เชือกวัดเส้นรอบวงฟุตบอล</p> 	<p>เชือก</p>
--------------	--	--------------

ค. กรอบที่ผู้วิจัยได้เพิ่มขึ้นมาจำนวน 12 กรอบ คือ  
 กรอบที่ 5, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20,  
 41, 42 ทั้งนี้

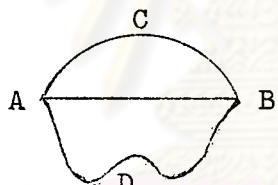
กรอบที่ 5

<p>ก. 5</p>	<p>สัญญาณของจุด คือ .....</p>
-------------	-------------------------------

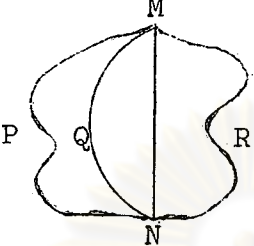
กรอบที่ 10

<p>ก. 10</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>A . . . . . B</p>  </div> <div style="text-align: right;"> <p>จุด A และจุด B เป็นจุด 2 จุด เราสามารถลากเส้นจากจุด A ไปยัง จุด B ได้หลายเส้นคือ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. เส้นโค้ง ACB</li> <li>2. เส้นตรง .....</li> <li>3. เส้นคค .....</li> </ol> </div> </div>
<p>AB</p> <p>ADB</p>	

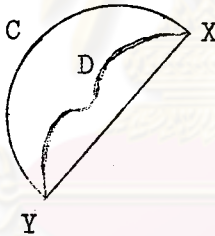
กรอบที่ 11

<p>ก. 11</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: right;"> <p>จากรูปเรานำเส้นทั้ง 3 มาเขียนใหม่ ให้เป็นเส้นตรง โดยที่ความยาวเท่าเดิม จะได้</p> </div> </div>
<p>AB</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;"> <p>A ————— C ————— B</p> <p>A ————— B</p> <p>A ————— D ————— B</p> </div> <div style="text-align: right;"> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. เส้นตรง <u>ACB</u></li> <li>2. เส้นตรง <u>AB</u></li> <li>3. เส้นตรง <u>ADB</u></li> </ol> <p>เส้นที่สั้นที่สุด คือ เส้นตรง .....</p> </div> </div>

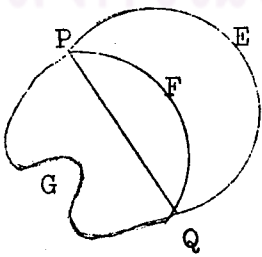
กรอบที่ 13

<p>ก. 13</p>			<p>เส้น 4 เส้น ในรูปนี้คือ</p>
	<p>MQN</p>		<p>1. เส้นคค MPN</p>
	<p>MN</p>		<p>2. เส้นโค้ง .....</p>
	<p>MRN</p>		<p>3. เส้นตรง .....</p>
	<p>MN</p>		<p>4. เส้นคค .....</p>
			<p>เส้นตรง ..... เป็นเส้นที่สั้นที่สุด</p>

กรอบที่ 14

<p>ก. 14</p>			<p>จากเส้น 3 เส้น มี</p>
			<p>1. เส้นโค้ง <u>XCX</u></p>
			<p>2. เส้นคค <u>XDY</u></p>
			<p>3. เส้นตรง <u>XY</u></p>
<p>เส้นตรง XY</p>			<p>เส้นที่สั้นที่สุด คือ .....</p>

กรอบที่ 15


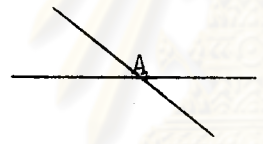
<p>ก. 15</p>			<p>จุด P และ จุด Q เป็นจุด 2 จุด เส้นที่ลากจากจุด P ไปยังจุด Q มี</p>
			<p>4 เส้น คือ 1. เส้นโค้ง PEQ</p>
			<p>2. เส้นโค้ง PFQ</p>
			<p>3. เส้นตรง PQ</p>
			<p>4. เส้นคค PGQ</p>
<p>เส้นตรง PQ</p>			<p>เส้นที่สั้นที่สุดคือ .....</p>



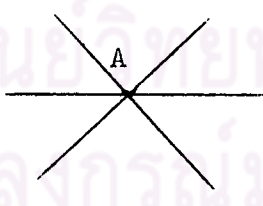
กรอบที่ 16

ก. 16	ถ้าเราลากเส้นตรง เส้นโค้ง และเส้นคด จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง เส้นที่สั้นที่สุด คือ เส้น .....
ตรง	

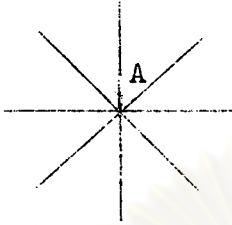
กรอบที่ 18

ก. 18		A เป็นจุด ๆ หนึ่ง มีเส้นตรงลากผ่านจุด A 1 เส้น
2		มีเส้นตรงลากผ่านจุด A ..... เส้น

กรอบที่ 19

ก. 19		เส้นตรงที่ลากผ่านจุด A มี ..... เส้น
3		

กรอบที่ 20


<p>ก. 20</p>	
<p>4</p>	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: space-around;">  <div style="text-align: right;"> <p>มีเส้นตรงลากผ่านจุด A ..... เส้น</p> </div> </div>

กรอบที่ 41

<p>ก. 41</p>	
<p>เทปหรือ ไม้เมตร</p>	<p>การวัดความยาวของสิ่งต่าง ๆ เราต้องคำนึงถึงความสะดวกและ ใช้ได้ดี เช่น</p> <p><u>เส้นตรงที่มีระยะสั้น ๆ</u> เราใช้ไม้โปรแทรกเตอร์หรือไม้บรรทัดวัด</p> <p><u>เส้นตรงที่มีระยะยาว</u> เราใช้ไม้เมตรหรือเทปวัดระยะ</p> <p>ถ้าเราจะวัดความยาวของสนามกว้าง เราควรวัด .....</p>

ศูนย์วิจัยทรัพยากร  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรอบที่ 42

<p>ก. 42</p>	<p>การ<u>วัดเส้นโค้งหรือเส้นคค</u> เราใช้<u>เชือก</u> <u>ริบบิ้น</u> หรือ<u>กระดาษ</u>  <u>ชกไปตามรอยของเส้นโค้งหรือเส้นคค</u> แล้ว<u>มำคึงเป็นเส้นตรงเพื่อวัด</u>  <u>อีกครั้งหนึ่ง</u></p> <p>เราใช้<u>ไม้บรรทัด</u> <u>วัดสมุค</u>  <u>ใช้เทปวัดระยะ</u> <u>วัดความยาวของไม้กระดาน</u>  <u>ใช้เชือก</u> <u>วัดความยาวของขอบกระป๋อง</u></p> <p>เชือก</p>  <p>เราใช้.....  <u>วัดเส้นคค AB</u></p>
--------------	---

2. ขั้นตอนทดลองกลุ่มเล็ก (Small-group-testing)

การทดลองขั้นนี้ ใช้นักเรียน 13 คน ผู้วิจัยได้คัดเลือกจากนักเรียนโรงเรียน  
 สาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายประถม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 2 ห้อง คือ

ป. 5/4 จำนวน 7 คน ชาย 3 คน หญิง 4 คน

ป. 5/6 จำนวน 6 คน ชาย 2 คน หญิง 4 คน

รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 13 คน ชาย 5 คน หญิง 8 คน

การจัดตัวอย่างประชากร สุ่มจากนักเรียน ที่ทำคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ ใ้คะแนนอยู่ในแต่ละห้อง

ในการทดลองได้ดำเนินการดังนี้

ก. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบ จำนวน 25 ข้อ ใช้เวลา 50 นาที โดยให้ทำก่อนเรียนบทเรียนบทวนแบบโปรแกรม (Pre-test)

ข. ให้นักเรียนเรียนบทเรียนบทวนแบบโปรแกรม จำนวน 103 กรอบ ใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง

ค. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบ จำนวน 25 ข้อ อีกครั้งหนึ่ง ใช้เวลา 50 นาที เป็นการทำข้อทดสอบหลังจากที่ได้เรียนบทเรียนบทวนแบบโปรแกรม แล้ว (Post-test)

ง. นำคะแนนที่นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนบทเรียนบทวนแบบโปรแกรมมาเปรียบเทียบ เพื่อดูว่านักเรียนมีคะแนนความก้าวหน้ามากน้อยเพียงใด

จ. นำบทเรียนที่นักเรียนทำมาวิเคราะห์ เพื่อดูว่านักเรียนทำบทเรียนบทวนแบบโปรแกรมถูกต้อง คิดโดยเฉลี่ยร้อยละเท่าไร

ฉ. สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้

ช. แก้ไข ปรับปรุง เพิ่มเติม บทเรียนบทวนแบบโปรแกรม เพื่อนำไปใช้ทดลองในครั้งต่อไป

ผลการทดลองกลุ่มเด็ก ปรากฏดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1

การเปรียบเทียบคะแนนการทดสอบก่อนเรียนบทเรียน (Pre-test)  
และหลังเรียนบทเรียนทบทวนแบบโปรแกรม (Post-test)

นักเรียน คนที่	คะแนนทดสอบ ก่อนเรียนบทเรียน (25)	คะแนนทดสอบ หลังเรียนบทเรียน (25)	คะแนน ความก้าวหน้า
1	15	25	10
2	17	25	8
3	17	25	8
4	19	24	5
5	20	24	4
6	16	22	6
7	17	25	8
8	13	20	7
9	17	22	5
10	18	23	5
11	19	21	2
12	16	24	8
13	8	21	13
คะแนนรวม	212	301	89
คะแนนเฉลี่ย	16.30	23.15	6.85
เฉลี่ยร้อยละ	65.20	92.60	27.40

ตารางที่ 2

ผลการวิเคราะห์บทเรียนทบทวนแบบโปรแกรม (จำนวน 103 กรอบ)

นักเรียนคนที่	จำนวนคำตอบที่ถูกต้อง
1	101
2	101
3	99
4	97
5	96
6	96
7	95
8	94
9	93
10	90
11	87
12	86
13	80
คะแนนรวม	1215
คะแนนเฉลี่ย	93.46
เฉลยร้อยละ	90.74

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตารางที่ 1 และตารางที่ 2 สรุปว่า

นักเรียนทำแบบทดสอบครั้งแรก (Pre-test) โดยเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 65.20 ทำแบบทดสอบครั้งหลัง (Post-test) โดยเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 92.60 ได้คะแนนความก้าวหน้า โดยเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 27.40 และทำบทเรียนทบทวนแบบโปรแกรมถูกต้องโดยเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 90.74 ดังนั้นแสดงว่านักเรียนทุกคนมีสัมฤทธิ์ผลในการเรียนสูงขึ้นทุกคนหลังจากได้ทำบทเรียนทบทวนแบบโปรแกรมแล้ว บทเรียนนี้มีประสิทธิภาพ 90.74/92.60 แสดงว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 (The 90/90 Standard)

การนำบทเรียนทบทวนแบบโปรแกรมไปทดลองใช้ในครั้งที่ 3 ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติม ข้อความบางตอนในกรอบต่าง ๆ ดังนี้

คำตอบในแต่ละกรอบ ได้เปลี่ยนคำตอบจากทางซ้ายมือ มาไว้ทางขวามือ ทั้งนี้ เพื่อให้นักเรียนสามารถทำบทเรียนทบทวนแบบโปรแกรมในแต่ละกรอบได้สะดวกขึ้น

กรอบที่ 4 - 5

ก. 4	
.A	<p>จุด 1 เขียนสัญลักษณ์ ได้ .1</p> <p>จุด ก เขียนสัญลักษณ์ ได้ .ก</p> <p>จุด A เขียนสัญลักษณ์ ได้ .....</p>
ก. 5	
.	<p>สัญลักษณ์ของจุด คือ .....</p>

ผู้วิจัยได้แก้คำว่า "สัญลักษณ์" เป็นคำว่า "สัญลักษณ์" ดังนี้

ก. 4	<p>จุด 1 เขียนสัญลักษณ์ใด .1</p> <p>จุด ก เขียนสัญลักษณ์ใด .ก</p> <p>จุด A เขียนสัญลักษณ์ใด ..... .A</p>	
ก. 5	<p>สัญลักษณ์ของจุด คือ .....</p>	

กรอบที่ 16

ก. 16	<p>ถ้าเราลากเส้นตรง เส้นโค้ง และเส้นคด จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง เส้นที่สั้นที่สุดคือเส้น .....</p>
-------	---

ผู้วิจัยได้แก้คำตอบ จากคำว่า "ตรง" เป็นคำว่า "เส้นตรง" ดังนี้

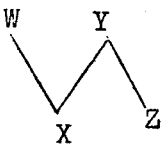
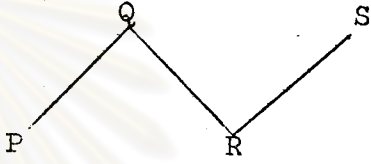
ก. 16	<p>ถ้าเราลากเส้นตรง เส้นโค้ง และเส้นคด จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง เส้นที่สั้นที่สุด คือ .....</p>	<p>เส้นตรง</p>
-------	--	----------------



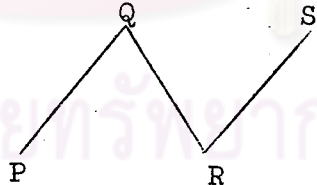
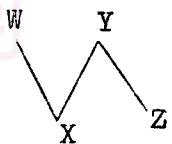
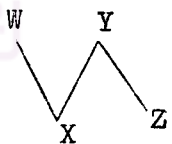
กรอบที่ 24, 52, 56, 60, 63, 66, 71, 77, 81

กรอบเหล่านี้ สามารถเขียนรูปใดหลายลักษณะ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้เขียนคำว่า "เขียนได้หลายลักษณะ เช่น" ลงในของคำตอบควย ตัวอย่างเช่น

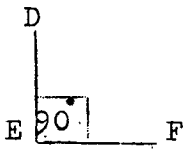
กรอบที่ 24

<p>ก. 24</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>เส้นหัก WXYZ เขียนได้</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>เส้นหัก PQRS เขียนได้</p> </div> </div>
--------------	--

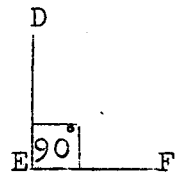
ผู้วิจัยได้แก่เป็น

<p>ก. 24</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>เส้นหัก PQRS เขียนได้</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>เขียนได้หลายลักษณะ เช่น</p> </div> </div>	<div style="text-align: center;">  <p>เส้นหัก WXYZ เขียนได้</p> </div>
--------------	--	---

กรอที่ 52

ก. 52	เขียนรูปมุม DEF ให้เป็นมุมฉาก
	

ผู้วิจัยได้แก่เป็น

ก. 52	เขียนรูปมุม DEF ให้เป็นมุมฉาก	เขียนได้หลายลักษณะ
		

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรอบที่ 28

ก. 28	<p style="text-align: center;"><u>มาตราวักระยะระบบไทย</u></p> <p>12 นิ้ว เป็น 1 คืบ</p> <p>2 คืบ เป็น 1 ศอก</p> <p>4 ศอก เป็น 1 วา</p> <p>20 วา เป็น 1 เส้น</p> <p>400 เส้น เป็น 1 โยชน์</p> <p>∴ หน่วยที่เป็นมาตราวักระยะระบบไทย คือ นิ้ว, คืบ, ....., วา, เส้น, โยชน์</p>
ศอก	

ผู้วิจัยได้แก่งหน่วยจากคำว่า "ศอก" เป็นคำว่า "เส้น" ในข้อคำตอบ เพราะคำว่า เส้นเรามักจะพบบ่อยกว่าคำว่า ศอก ในการวักระยะระบบไทย

ก. 28	<p style="text-align: center;"><u>มาตราวักระยะในระบบไทย คือ</u></p> <p>12 นิ้ว เป็น 1 คืบ</p> <p>2 คืบ เป็น 1 ศอก</p> <p>4 ศอก เป็น 1 วา</p> <p>20 วา เป็น 1 เส้น</p> <p>400 เส้น เป็น 1 โยชน์</p> <p>∴ หน่วยที่เป็นมาตราวักระยะในระบบไทย คือ นิ้ว, คืบ, ศอก, วา, ....., โยชน์</p>	เส้น
-------	--	------

กรอบที่ 37

ก. 37	<p style="text-align: center;">A <math>\xrightarrow{2 \text{ นิ้ว}}</math> B</p> <p style="text-align: center;">P <math>\xrightarrow{\hspace{2cm}}</math> Q</p> <p style="text-align: center;">M <math>\xrightarrow{1 \text{ นิ้ว}}</math> N</p> <p style="text-align: center;">X <math>\xrightarrow{.5 \text{ นิ้ว}}</math> Y</p> <p style="text-align: center;">AB ยาว = 2 นิ้ว</p> <p style="text-align: center;">AB ยาวกว่า PQ = .5 นิ้ว</p> <p style="text-align: center;">∴ PQ ยาว = .... นิ้ว</p> <p style="text-align: center;">MN ยาว = 1 นิ้ว</p> <p style="text-align: center;">XY ยาว = 1.5 นิ้ว</p>
1.5	

ผู้วิจัยได้เรียงลำดับข้อความในกรอบให้เหมาะสมดังนี้

ก. 37	<p style="text-align: center;">A <math>\xrightarrow{2 \text{ นิ้ว}}</math> B</p> <p style="text-align: center;">P <math>\xrightarrow{\hspace{2cm}}</math> Q</p> <p style="text-align: center;">M <math>\xrightarrow{1 \text{ นิ้ว}}</math> N</p> <p style="text-align: center;">X <math>\xrightarrow{.5 \text{ นิ้ว}}</math> Y</p> <p style="text-align: center;">AB ยาว 2 นิ้ว</p> <p style="text-align: center;">MN ยาว 1 นิ้ว</p> <p style="text-align: center;">XY ยาว .5 นิ้ว</p> <p style="text-align: center;">AB ยาวกว่า PQ .5 นิ้ว</p> <p style="text-align: center;">∴ PQ ยาว .....</p>	
		1.5

กรอบที่ 38

ก. 38	ค่าประมาณคือค่าที่ใกล้กับความจริงมากที่สุด												
3 นิ้ว	<table style="margin-left: 40px;"> <tr> <td>เช่น</td> <td>1.8 นิ้ว</td> <td>มีค่าประมาณ</td> <td>2 นิ้ว</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1.1 นิ้ว</td> <td>มีค่าประมาณ</td> <td>1 นิ้ว</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2.9 นิ้ว</td> <td>มีค่าประมาณ</td> <td>.....</td> </tr> </table>	เช่น	1.8 นิ้ว	มีค่าประมาณ	2 นิ้ว		1.1 นิ้ว	มีค่าประมาณ	1 นิ้ว		2.9 นิ้ว	มีค่าประมาณ	.....
เช่น	1.8 นิ้ว	มีค่าประมาณ	2 นิ้ว										
	1.1 นิ้ว	มีค่าประมาณ	1 นิ้ว										
	2.9 นิ้ว	มีค่าประมาณ	.....										

ผู้วิจัยได้เพิ่มเติมข้อความให้สมบูรณ์ขึ้น ดังนี้

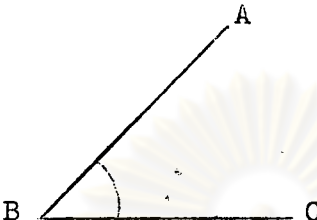
ก. 38																
	<p>ค่าประมาณ คือ ค่าที่ใกล้กับความจริงมากที่สุด มักจะเป็นจำนวนเต็ม เช่น</p> <table style="margin-left: 40px;"> <tr> <td>1.8 นิ้ว</td> <td>มีค่าประมาณ</td> <td>2 นิ้ว</td> </tr> <tr> <td>1.1 นิ้ว</td> <td>มีค่าประมาณ</td> <td>1 นิ้ว</td> </tr> <tr> <td>2.9 นิ้ว</td> <td>มีค่าประมาณ</td> <td>.....</td> </tr> </table> <p>ในที่นี้</p> <table style="margin-left: 40px;"> <tr> <td>ถ้าทศนิยมมีค่าเกินกว่า .5</td> <td>จะคิดเพิ่มเป็น</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>ถ้าทศนิยมมีค่าน้อยกว่า .5</td> <td>จะคิดเท่าเดิม</td> <td></td> </tr> </table>	1.8 นิ้ว	มีค่าประมาณ	2 นิ้ว	1.1 นิ้ว	มีค่าประมาณ	1 นิ้ว	2.9 นิ้ว	มีค่าประมาณ	.....	ถ้าทศนิยมมีค่าเกินกว่า .5	จะคิดเพิ่มเป็น	1	ถ้าทศนิยมมีค่าน้อยกว่า .5	จะคิดเท่าเดิม	
1.8 นิ้ว	มีค่าประมาณ	2 นิ้ว														
1.1 นิ้ว	มีค่าประมาณ	1 นิ้ว														
2.9 นิ้ว	มีค่าประมาณ	.....														
ถ้าทศนิยมมีค่าเกินกว่า .5	จะคิดเพิ่มเป็น	1														
ถ้าทศนิยมมีค่าน้อยกว่า .5	จะคิดเท่าเดิม															

กรอบที่ 41

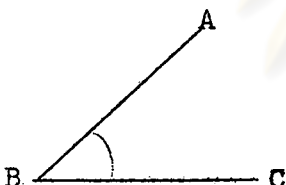
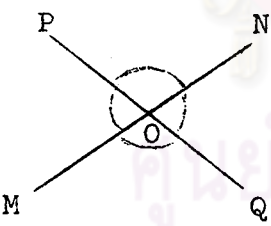
ก. 41	<p>การวัดความยาวของสิ่งต่าง ๆ เราต้องคำนึงถึงความสะดวก และ ใช้ได้ดี</p> <p>เช่น</p> <p><u>เส้นตรงที่มีระยะสั้น ๆ</u> เราใช้ไม้โปรแทรกเตอร์หรือไม้บรรทัดวัด</p> <p><u>เส้นตรงที่มีระยะยาว</u> เราใช้ไม้เมตรหรือเทปวัดระยะ</p> <p>ถ้าเราจะวัดความยาวของสนามกว้าง เราควรวัด .....</p>
เทปหรือ ไม้เมตร	

ผู้วิจัยได้แกวณาให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ดังนี้

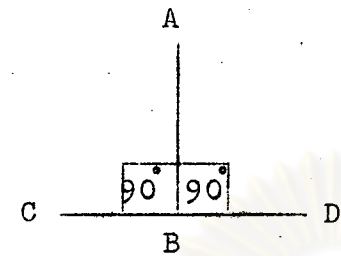
ก. 41	<p>การวัดความยาวของสิ่งต่าง ๆ เราต้องคำนึงถึงความสะดวก และใช้ได้เหมาะสมกับขนาดของสิ่งที่จะวัด เช่น</p> <p><u>เส้นตรงที่มีระยะสั้น ๆ</u> เราใช้ไม้โปรแทรกเตอร์ หรือไม้บรรทัดวัด</p> <p><u>เส้นตรงที่มีระยะยาว</u> เราใช้ไม้เมตรหรือเทปวัดระยะ</p> <p>ถ้าเราจะวัดความยาวของสนาม เราควรวัด ..... วัด เทปวัดระยะ</p>
-------	--

<p>ก. 43</p>	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1;">  </div> <div style="flex: 2;"> <p>ถ้าเส้นตรง 2 เส้นมาจากกัน จะทำให้เกิดมุมขึ้น ∴ ทิวางระหว่างเส้นตรงสองเส้น จากกันเรียกว่า .....</p> </div> </div>
<p>มุม</p>	

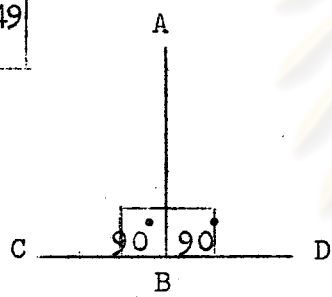
ผู้วิจัยได้เพิ่มเติมข้อความในกรอบให้เข้าใจความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

<p>ก. 43</p>	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;">     </div>	<p>มุม</p>
	<p>ถ้าปลายเส้นตรง 2 เส้น มาจากกัน เป็นจุด ๆ หนึ่ง จะทำให้เกิดมุมขึ้น ∴ ทิวางระหว่างเส้นตรงสองเส้น จากกันเรียกว่า .....</p> <p>ถ้าเส้นตรง 2 เส้น ตัดกันที่จุด ๆ หนึ่ง จะเกิดมุม 4 มุม</p>	

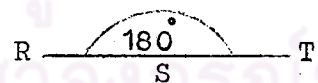
กรอบที่ 49

ก. 49		มุม ABC กาง 90 องศา $\therefore$ มุม ABC เป็นมุมฉาก
มุมฉาก		มุม ABD กาง 90 องศา $\therefore$ มุม ABD เป็น .....

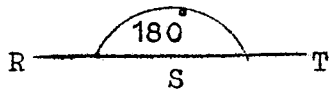
ผู้วิจัยได้เพิ่ม ( $90^\circ$ ) ในกรอบดังนี้

ก. 49		
	มุม ABC กาง 90 องศา ( $90^\circ$ ) $\therefore$ มุม ABC เป็นมุมฉาก มุม ABD กาง 90 องศา ( $90^\circ$ ) $\therefore$ มุม ABD เป็น .....	มุมฉาก

กรอบที่ 58


ก. 58		
ตรง 180		มุม RST เป็น ..... $\therefore$ $\hat{RST}$ กาง ..... องศา

ผู้วิจัยได้แก้ไขเป็น


ก. 58		มุมตรง
	มุม RST เป็น ..... $\therefore$ $\hat{RST}$ กาง ..... องศา หรือ ..... มุมฉาก	180 2



กรอบที่ 68 - 69

<p>ก. 68</p> <p>ฉาก, ตรง</p>	<p>เขียนเรียงขนาดของมุมจากน้อยไปหามาก</p> <p>มุมแหลม มุม ..... มุมป้าน มุม..... มุมกลับ</p>
<p>ก. 69</p> <p>แหลม, ฉาก</p> <p>ป้าน, ตรง, กลับ</p>	<p>เขียนมุมเรียงลำดับจากมุมแหลมจนถึงมุมกลับ</p>  <p>มุม..... มุม ..... มุม..... มุม ..... มุม.....</p>

ผู้วิจัยได้เรียงลำดับใหม่จากง่ายไปหายากดังนี้

<p>ก. 68</p>	<p>เขียนชื่อมุมตามขนาดของรูป</p>  <p>มุม..... มุม..... มุม..... มุม..... มุม.....</p>	<p>แหลม, ฉาก,</p> <p>ป้าน, ตรง, กลับ</p>
<p>ก. 69</p>	<p>เขียนเรียงชื่อของมุมที่มีขนาดของมุมจากน้อยไปหามากตามลำดับ</p> <p>มุมแหลม มุม..... มุมป้าน มุม..... มุมกลับ</p>	<p>ฉาก, ตรง</p>

กรอบที่ 75

ก. 75	
ของมุม ของมุม	<p>มุมประชิด คือ มุมตั้งแต่ 2 มุม ที่มีแขน..... รวมกัน และมีจุดยอด ..... รวมกัน</p>

ผู้วิจัยได้แก้ไขคำต่อไปนี้ให้เหมาะสม ดังนี้

ก. 75		
	<p><u>มุมประชิด</u> คือ มุมตั้งแต่ 2 มุม ที่มี ..... รวมกัน และมี ..... รวมกัน</p>	<p>แขนของมุม จุดยอดของ มุม</p>

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรอบที่ 97

<p>ก. 97</p>		$\hat{A}BC + \hat{C}BD = 120^\circ + 60^\circ = 180^\circ$ <p>มุมประกอบ 2 มุมฉากของมุม ABC เท่ากับ <math>180^\circ - 120^\circ = 60^\circ</math></p> <p>มุมประกอบ 2 มุมฉากของมุม CBD เท่ากับ <math>180^\circ - 60^\circ = \dots\dots\dots</math></p>
<p>120°</p>		

ผู้วิจัยได้แก้ไขภาษาที่ใช้ให้เหมาะสม โดยใช้คำว่า "หาได้จาก" แทนคำว่า "เท่ากับ" ดังนี้

<p>ก. 97</p>		$\hat{A}BC + \hat{C}BD = 180^\circ$ <p>มุมประกอบ 2 มุมฉากของมุม ABC หาได้จาก <math>180^\circ - 120^\circ = 60^\circ</math></p> <p>มุมประกอบ 2 มุมฉาก ของมุม CBD หาได้จาก <math>180^\circ - \dots = \dots</math></p>
		<p>60° , 120°</p>

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### 3. ขั้นตอนทดลองภาคสนาม (Field Testing)

#### การวางแบบทดสอบ

ในการทดลองครั้งที่ 3 นี้ ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบ จำนวน 40 ข้อ (ดูภาคผนวก ก.) นำไปทดสอบกับนักเรียนโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 2 ห้อง คือ ป. 5/1 จำนวน 41 คน ป.5/2 จำนวน 33 คน รวมเป็นจำนวนนักเรียน 74 คน ผู้วิจัยได้เรียงลำดับคะแนนจากมากไปหาน้อย แล้วเลือกผู้ที่ได้คะแนนสูงสุดและรองลงมาตามลำดับ จำนวน 30 คน และเลือกผู้ที่ได้คะแนนต่ำสุดและสูงขึ้นไปตามลำดับ จำนวน 30 คน รวมเป็นจำนวนนักเรียนที่คัดเลือกมา 60 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ได้คะแนนสูง 30 คน กลุ่มที่ได้คะแนนต่ำ 30 คน ผู้วิจัยได้นำคะแนนที่นักเรียนทำแบบทดสอบได้ทั้ง 60 คน มาวิเคราะห์ข้อสอบในแต่ละข้อ เพื่อหา รัศมีความยาก ( P ) และอำนาจจำแนก ( D )

โดยใช้สูตร

$$P = \frac{R_U + R_L}{2n} \times 100$$

$$D = \frac{R_U - R_L}{n}$$

$R_U$  = จำนวนคนกลุ่มที่ได้คะแนนสูงที่ตอบถูกในแต่ละข้อ

$R_L$  = จำนวนคนกลุ่มที่ได้คะแนนต่ำที่ตอบถูกในแต่ละข้อ

$n$  = จำนวนคนกลุ่มคะแนนสูงหรือจำนวนคนกลุ่มคะแนนต่ำ

<sup>1</sup>Henry E. Garrett, Testing for Teachers, New York: (American Book Company, 1959), p. 222.

เมื่อได้ค่า  $P$  และ  $D$  แล้ว นำมาเขียนลงในกระดาษกราฟ เพื่อหาค่าแห่งของแบบ  
ทดสอบในแต่ละข้อว่าอยู่ในเกณฑ์ใช้ได้หรือไม่ (ดูภาคผนวก ข., ค.)

จากนั้น ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อ สอดที่อยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ คือ มีค่าอำนาจจำแนก ( $D$ ) ตั้งแต่ 0.16 ขึ้นไป จำนวน 25 ข้อ แล้วเรียงลำดับจากข้อที่ยากที่สุด และรองลงมาตามลำดับจนถึงข้อที่ยากที่สุด



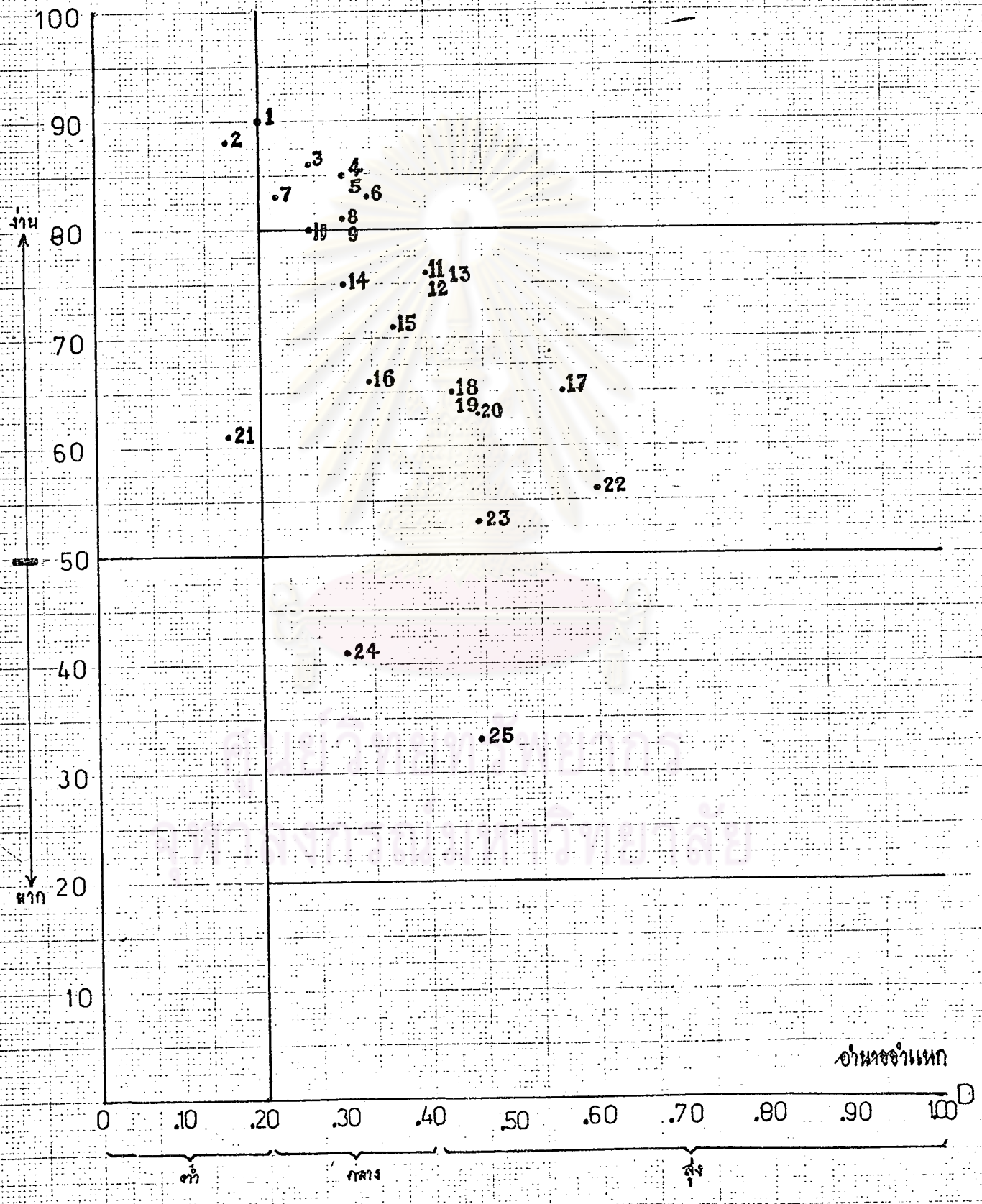
ศูนย์วิทยพัทยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การเรียงลำดับข้อจากง่ายไปหายากของแบบทดสอบวิชาเรขาคณิต

ลำดับข้อ	ข้อเดิม	P	D
1	25	90	.20
2	29	88	.16
3	31	86	.26
4	16	85	.30
5	22	85	.30
6	2	83	.33
7	27	83	.22
8	8	81	.30
9	11	81	.30
10	33	80	.26
11	18	76	.40
12	20	76	.40
13	39	76	.40
14	23	75	.30
15	30	71	.36
16	21	66	.33
17	15	65	.56
18	13	65	.43
19	37	65	.43
20	10	63	.46
21	7	61	.16
22	38	56	.60
23	24	53	.46
24	32	41	.30
25	4	33	.46

จุดกราฟแสดงระดับความหนักและอำนาจจำแนกของแผนทดสอบจำนวน ๒๕ ข้อ

P. ระดับความหนัก



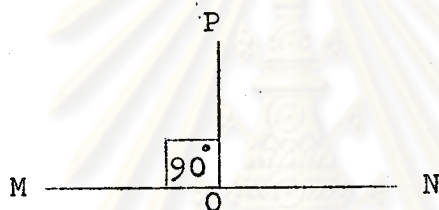
แบบทดสอบวิชาเรขาคณิต

เรื่อง ชนิดของมุม

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ให้เลือกเขียนเครื่องหมาย  $\times$  ทับลงบนตัวอักษรหน้าคำตอบที่ถูกต่องที่สุด

1.



มุม MOP กาง  $90^\circ$  มุม NOP กางกึ่งองศา

ก.  $30^\circ$ ข.  $60^\circ$ ค.  $90^\circ$ ง.  $180^\circ$ 

2.

เราใช้เชือกวัดความยาวของอะไร


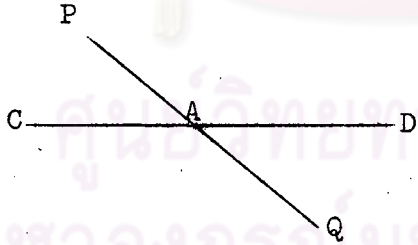
ก. ขอบสนาม

ข. ขอบกระป๋อง

ค. ขอบโต๊ะนักเรียน

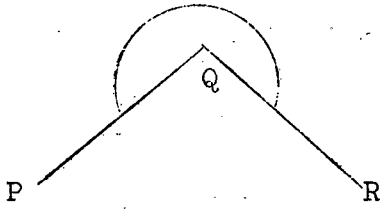
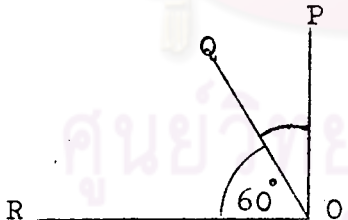
ง. ขอบกระดานดำ

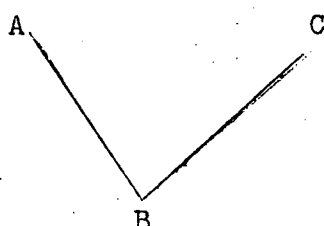



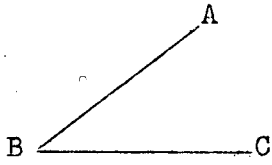
3.	 <p>มุมนี้เรียกว่ามุมอะไร</p> <p>ก. มุม XOY ข. มุม YXO ค. มุม XOY ง. มุม OXY</p>
4.	<p>มุมแหลม มีขนาดของมุมอย่างไร</p> <p>ก. น้อยกว่า <math>90^\circ</math> ข. เท่ากับ <math>90^\circ</math> ค. มากกว่า <math>90^\circ</math> ง. เท่ากับ <math>180^\circ</math></p>
5.	 <p>มุมอะไรเป็นมุมตรงกันข้ามกับมุม CAP</p> <p>ก. มุม CAD ข. มุม DAP ค. มุม DAQ ง. มุม CAQ</p>

6.	<p>เส้นที่ลากระหว่างจุด 2 จุด เส้นที่สั้นที่สุด คือเส้นอะไร</p> <p>ก. เส้นตรง</p> <p>ข. เส้นโค้ง</p> <p>ค. เส้นคด</p> <p>ง. เส้นหัก</p>
7.	<p>นิ้ว ฟุต เป็นหน่วยมาตรฐานวัดระยะในระบบใด</p> <p>ก. ระบบไทย</p> <p>ข. ระบบเมตริก</p> <p>ค. ระบบอังกฤษ</p> <p>ง. ระบบฝรั่งเศส</p>
8.	<p>P _____ Q</p> <p>วัดความยาวเส้นตรง PQ จะยาวเท่าไร</p> <p>ก. 1 นิ้ว</p> <p>ข. 1.5 นิ้ว</p> <p>ค. 2 นิ้ว</p> <p>ง. 2.5 นิ้ว</p>

9.	<p>โต๊ะของนักเรียนยาวประมาณกี่ฟุต</p> <p>ก. 1 ฟุต</p> <p>ข. 2 ฟุต</p> <p>ค. 3 ฟุต</p> <p>ง. 4 ฟุต</p>
10.	 <p>มุม BCD กางกึ่งศำ</p> <p>ก. <math>60^\circ</math></p> <p>ข. <math>90^\circ</math></p> <p>ค. <math>120^\circ</math></p> <p>ง. <math>180^\circ</math></p>
11.	<p>เส้นตรงทำมุมกับพนักงศำ</p> <p>ก. <math>30^\circ</math></p> <p>ข. <math>60^\circ</math></p> <p>ค. <math>90^\circ</math></p> <p>ง. <math>180^\circ</math></p>

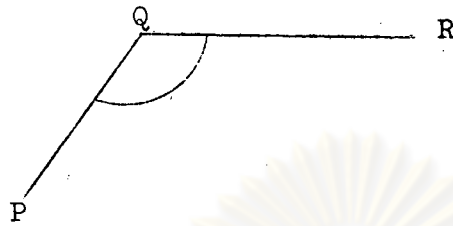
12.	 <p>มุม PQR เป็นมุมชนิดไหน</p> <p>ก. มุมแหลม ข. มุมฉาก ค. มุมป้าน ง. มุมกฉับ</p>
13.	<p>หน่วยที่นิยมใช้ในการวัดส่วนสูงของนักเรียน คือ หน่วยอะไร</p> <p>ก. มิลลิเมตร ข. เซนติเมตร ค. เดคาเมตร ง. เมตร</p>
14.	 <p>มุม QOR = <math>60^\circ</math> มุม POQ เท่ากับกี่องศา</p> <p>ก. <math>20^\circ</math> ข. <math>30^\circ</math> ค. <math>40^\circ</math> ง. <math>50^\circ</math></p>

15.	 <p>จุดยอดของมุม ABC คือ จุดอะไร</p> <p>ก. จุด A ข. จุด B ค. จุด C ง. จุด A, C</p>
16.	 <p>มุม AOB กับมุม AOD เป็นมุมอะไร</p> <p>ก. มุมประชิด ข. มุมตรงกันข้าม ค. มุมประกอบ 1 มุมฉาก ง. มุมประกอบ 2 มุมฉาก</p>
17.	<p>ขนาดของมุมเรียงตามลำดับจากน้อยไปหามากตามแบบใด</p> <p>ก. แหลม ป้าน ฉาก ตรง กลับ ข. แหลม ฉาก ป้าน ตรง กลับ ค. แหลม ป้าน ฉาก กลับ ตรง ง. แหลม ฉาก ตรง ป้าน กลับ</p>

18.	 <p>เส้นตรงอะไรเป็นแกนของมุม ABC</p> <p>ก. AB ข. BC ค. AB และ BC ง. AC และ BC</p>
19.	<p>ถ้านำเส้นตรงหลาย ๆ เส้นมาประกอบกัน จะทำให้เกิดเส้นอะไร</p> <p>ก. เส้นตรง ข. เส้นโค้ง ค. เส้นคค ง. เส้นหัก</p>
20.	<p>ประคูลองเรียนสูงประมาณกี่เมตร</p> <p>ก. 1 เมตร ข. 2 เมตร ค. 3 เมตร ง. 4 เมตร</p>

21.	<p>ความยาวในข้อใดมีค่าใกล้เคียงกันมากที่สุด</p> <p>ก. 1 วา กับ 1 เมตร</p> <p>ข. 1 ศอก กับ 1 ฟุต</p> <p>ค. 2 ศอก กับ 1 ฟุต</p> <p>ง. 5 เซนติเมตร กับ 2 นิ้ว</p>
22.	<p>3 นิ้ว มีค่าประมาณ กี่เซนติเมตร</p> <p>ก. 6.5 ซม.</p> <p>ข. 7.5 ซม.</p> <p>ค. 8.5 ซม.</p> <p>ง. 9.5 ซม.</p>
23.	<p>ถ้ามุม 2 มุมรวมกันได้เท่ากับ <math>90^\circ</math> และมีแขนของมุมรวมกัน มุมทั้งสองเรียกว่า มุมอะไร</p> <p>ก. มุมประชิด</p> <p>ข. มุมตรงกันข้าม</p> <p>ค. มุมประกอบ 1 มุมฉาก</p> <p>ง. มุมประกอบ 2 มุมฉาก</p>

24.



มุม PQR เป็นมุมชนิดใด

- ก. มุมกลับ
- ข. มุมป้าน
- ค. มุมฉาก
- ง. มุมแหลม

25



เราสามารถลากเส้นตรงตามแนวนอน ใ้ผ่านจุดทั้งสามได้กี่เส้น

- ก. 1 เส้น
- ข. 2 เส้น
- ค. 3 เส้น
- ง. ลากไม่ได้



แบบทดสอบ

แบบทดสอบ เรื่องชนิดของมุม จำนวน 25 ข้อ ครอบคลุมเนื้อเรื่องในบทเรียนบททวน

แบบโปรแกรม ตามจำนวนกรอบต่าง ๆ ดังนี้

ข้อที่ 1	ทดสอบเรื่อง มุมฉาก	(กรอบที่ 48 - 52)
	ทดสอบเรื่อง มุมประกอบ 2 มุมฉาก	(กรอบที่ 93 - 103)
ข้อที่ 2	ทดสอบเรื่อง เครื่องมือที่ใช้วัดความยาว	(กรอบที่ 41 - 42)
ข้อที่ 3	ทดสอบเรื่อง การเรียกชื่อมุม	(กรอบที่ 46 - 47)
ข้อที่ 4	ทดสอบเรื่อง มุมแหลม	(กรอบที่ 53 - 56)
ข้อที่ 5	ทดสอบเรื่อง มุมตรงกันข้าม	(กรอบที่ 78 - 84)
ข้อที่ 6	ทดสอบเรื่อง จุด และ เส้นที่สั้นที่สุด	(กรอบที่ 1 - 17)
ข้อที่ 7	ทดสอบเรื่อง หน่วยมาตรการวัดระยะในระบบต่าง ๆ	(กรอบที่ 26 - 31)
ข้อที่ 8	ทดสอบเรื่อง การวัดความยาวของเส้นตรง	(กรอบที่ 36 - 37)
ข้อที่ 9	ทดสอบเรื่อง การหาค่าประมาณของโต๊ะนักเรียน	(กรอบที่ 40 )
ข้อที่ 10	ทดสอบเรื่อง มุมตรง	(กรอบที่ 57 - 60)
ข้อที่ 11	ทดสอบเรื่อง เส้นตั้งฉาก	(กรอบที่ 72 )
ข้อที่ 12	ทดสอบเรื่อง มุมกลับ	(กรอบที่ 64 - 66)
ข้อที่ 13	ทดสอบเรื่อง หน่วยวัดระยะในระบบเมตริก	(กรอบที่ 32 - 33)
ข้อที่ 14	ทดสอบเรื่อง การหามุมประกอบ 1 มุมฉาก	(กรอบที่ 87 - 92)
ข้อที่ 15	ทดสอบเรื่อง ส่วนประกอบของมุม(จุดยอดของมุม)	(กรอบที่ 43 - 44)
ข้อที่ 16	ทดสอบเรื่อง มุมประชิด	(กรอบที่ 73 - 77)
ข้อที่ 17	ทดสอบเรื่อง การเรียงลำดับชื่อมุมจากน้อยไป หามาก	(กรอบที่ 67 - 71)
ข้อที่ 18	ทดสอบเรื่อง ส่วนประกอบของมุม (แขนของมุม)	(กรอบที่ 45 )
ข้อที่ 19	ทดสอบเรื่อง เส้นหัก	(กรอบที่ 22 - 24)
ข้อที่ 20	ทดสอบเรื่อง การหาค่าประมาณของความสูงของประตู	(กรอบที่ 39 )

ข้อที่ 21	ทดสอบเรื่อง	การหาค่าประมาณของระบบต่าง ๆ	(กรอบที่ 38 )
ข้อที่ 22	ทดสอบเรื่อง	การเปรียบเทียบความยาวในระบบ อังกฤษกับระบบเมตริก	(กรอบที่ 34 - 35)
ข้อที่ 23	ทดสอบเรื่อง	มุมประกอบ 1 มุมฉาก	(กรอบที่ 85 - 86)
ข้อที่ 24	ทดสอบเรื่อง	มุมป้าน	(กรอบที่ 61 - 63)
ข้อที่ 25	ทดสอบเรื่อง	การลากเส้นตรงผ่านจุดที่กำหนดให้	(กรอบที่ 18 - 21 และ 25)

การหาความเที่ยงของแบบทดสอบ

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบทั้ง 25 ข้อนี้ มาหาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ<sup>2</sup>  
โดยใช้สูตร

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

$r_{tt}$  = สัมประสิทธิ์แห่งความเที่ยงของแบบทดสอบ (Reliability Coefficient)

$\sigma_t^2$  = ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด (Total Variance)  
(ดูภาคผนวก ง.)

M = ค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งหมด (Total Mean)

n = จำนวนข้อทดสอบ (Item)

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

ผลปรากฏว่า ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ ( $r_{tt}$ ) = 0.83 (ดูภาคผนวก จ.) แสดงว่า แบบทดสอบทั้ง 25 ข้อ มีความเที่ยงของแบบทดสอบอยู่ในเกณฑ์ใช้ได้

### ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 100 คน ซึ่งได้คัดเลือกจากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 142 คน นักเรียนในแต่ละห้องที่ได้ออกเลือกมาดังนี้

ชั้น	จำนวน	ชาย	หญิง
ป. 5/3	16	9	7
ป. 5/4	18	11	7
ป. 5/5	24	16	8
ป. 5/6	22	9	13
ป. 5/7	20	12	8
รวมจำนวนนักเรียน	100	57	43

ตัวอย่างประชากร 100 คน สุ่มจากนักเรียนที่ทำคะแนนของแบบทดสอบได้น้อยในแต่ละห้อง

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบทดสอบชนิดเลือกตอบมี 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ ที่ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์แล้ว และได้เรียงลำดับจากข้อที่ง่ายที่สุด และยากขึ้นตามลำดับ แบบทดสอบนี้มีค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ ( $r_{tt}$ ) เท่ากับ 0.83 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ใช้ได้

2. บทเรียนทบทวนแบบโปรแกรม เรื่องชนิดของมุม วิชาเรขาคณิต สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งผู้วิจัยได้ปรับปรุง แก้ไข แล้ว จำนวน 103 กรอบ ซึ่งมี 152 คำตอบ
3. กระจายคำตอบจำนวน 142 แผ่น นักเรียนใช้ตอบ เมื่อทำแบบทดสอบก่อนเรียน บทเรียนทบทวนแบบโปรแกรม และใช้ตอบเมื่อทำแบบทดสอบหลังเรียนบทเรียนทบทวนแบบโปรแกรมแล้ว

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบจำนวน 25 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 5 ห้อง ในแต่ละห้องใช้เวลาในการทดสอบ 50 นาที โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนบทเรียนทบทวนแบบโปรแกรม (Pre-test)
2. ผู้วิจัยได้นำบทเรียนทบทวนแบบโปรแกรม เรื่องชนิดของมุม ให้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 5 ห้อง เรียนบทเรียนทบทวนแบบโปรแกรม ในแต่ละห้องนักเรียนใช้เวลาเรียนบทเรียนทบทวนแบบโปรแกรมประมาณ 2 ชั่วโมง
3. ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบชุดเดิม ไปทดสอบกับนักเรียนอีกครั้งหนึ่ง ในแต่ละห้องใช้เวลาในการทดสอบ 50 นาที โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังจากที่ได้เรียนบทเรียนทบทวนแบบโปรแกรมแล้ว (Post-test)

### การตรวจคำตอบของบทเรียนทบทวนแบบโปรแกรมและแบบทดสอบ

1. ผู้วิจัยได้นำบทเรียนที่นักเรียนแต่ละคนทำมาตรวจคำตอบ ข้อใดถูกใช้เครื่องหมาย ✓ ข้อใดผิดใช้เครื่องหมาย ✗ เมื่อตรวจเสร็จแล้วนับดูว่า นักเรียนตอบแต่ละกรอบ ถูกกี่คำตอบ แล้วเขียนรวบรวมไว้ในกาวิเคราะห์บทเรียน
2. ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบที่นักเรียนแต่ละคนทำมาตรวจ ถ้าทำถูกให้ชอละหนึ่งคะแนน เมื่อตรวจเสร็จแล้ว รวบรวมคะแนนที่นักเรียนในแต่ละคนทำถูกทั้งหมดไว้ เพื่อทำการวิเคราะห์ต่อไป

## การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยใช้หลักมาตรฐาน 90/90 (The 90/90 Standard) เป็นเกณฑ์ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนบทวนแบบโปรแกรม

90 ตัวแรก หมายถึง นักเรียนจะต้องสามารถตอบคำถามในบทเรียนบทวนแบบโปรแกรม ได้ถูกต้องโดยเฉลี่ยร้อยละ 90

90 ตัวหลัง หมายถึง นักเรียนจะต้องสามารถทำแบบทดสอบหลังจากเรียนบทเรียนบทวนแบบโปรแกรมแล้วได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 90

ถ้าผลการวิเคราะห์บทเรียนที่นำไปทดลองกับนักเรียนถึงเกณฑ์มาตรฐานดังกล่าว ก็ถือว่า บทเรียนบทวนแบบโปรแกรมมีประสิทธิภาพสูง เชื่อถือได้

ในการวิเคราะห์บทเรียนบทวนแบบโปรแกรม ผู้วิจัยได้สำรวจคำตอบที่นักเรียนจำนวน 100 คน ตอบบทเรียนได้ถูกต้องในแต่ละรอบ นำมารวมกัน แล้วหาค่าเฉลี่ยร้อยละของจำนวนคำตอบที่นักเรียนทั้งหมดตอบถูก เพื่อจะทราบว่าบทเรียนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเชื่อถือได้ตรงตามมาตรฐาน 90 ตัวแรกหรือไม่

สำหรับแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้ตรวจคำตอบที่นักเรียนแต่ละคนตอบในแบบทดสอบหลังจากที่ได้เรียนบทเรียนบทวนแบบโปรแกรมแล้ว (Post-test ) นำคะแนนที่นักเรียนตอบถูกต้องทั้งหมดมารวมกัน หาค่าเฉลี่ยของคะแนนที่นักเรียนตอบถูกต้องหนึ่งคน แล้วหาคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ เพื่อทราบว่า บทเรียนที่สร้างขึ้นจะมีประสิทธิภาพตามมาตรฐาน 90 ตัวหลังหรือไม่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถิติที่ใช้ในการคำนวณวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการคำนวณเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลมีดังนี้

1. หาค่ามัธยฐานเลขคณิต<sup>3</sup> (Arithmetic mean)

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

$\bar{X}$  = มัธยฐานเลขคณิต (ค่าเฉลี่ยของคะแนน)

$\sum fX$  = ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$N$  = จำนวนคะแนนทั้งหมด

2. หาสัมประสิทธิ์ความเที่ยงของแบบทดสอบ<sup>4</sup> (Coefficient of Reliability)

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

$r_{tt}$  = ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ

$\sigma_t^2$  = ความแปรปรวนของคะแนน

$M$  = ค่าเฉลี่ยของคะแนน

$n$  = จำนวนข้อทดสอบ (Item)

<sup>3</sup> ประคอง กรรณสูต, สถิติศาสตร์ประยุกต์สำหรับครู, (พระนคร: ไทยวัฒนาพานิช, 2515), หน้า 40 - 41.

<sup>4</sup> Henry E. Garrett, Statistics in Psychology and Education, (New York: David McKay Company, Inc., 1971), pp. 341 - 342.

ความแปรปรวนของคะแนน<sup>5</sup>

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

$\sum fx$  = ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$N$  = จำนวนคน

3. ทดสอบความมีนัยสำคัญของผลต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียนบทเรียนทบทวนแบบโปรแกรม โดยใช้  $z$ -test<sup>6</sup>

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

$\bar{d}$  = มัชฌิมเลขคณิตของผลต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียนบทเรียนทบทวนแบบโปรแกรม

$s_d$  = ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียนบทเรียนทบทวนแบบโปรแกรม

<sup>5</sup> ลวน สายยศ และอังคณา คันธีรัตนานนท์, สถิติวิทยาทางการศึกษา (พรสมคร: ไทยวัฒนาพานิช, 2515), หน้า 101.

<sup>6</sup> ประคอง กรรณสูต, เรื่องเดิม, หน้า 95 - 96.

$$\text{สูตร } \sigma_d = \frac{S.D._d}{\sqrt{N-1}}$$

S.D.<sub>d</sub> = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียน  
กับหลังเรียนบทเรียนทบทวนแบบโปรแกรม

N = จำนวนผู้เข้าทดสอบ

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

$\sum d$  = ผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนบทเรียนกับ  
หลังเรียนบทเรียนทบทวนแบบโปรแกรม

N = จำนวนผู้เข้าทดสอบ

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองภาคสนามนำมาวิเคราะห์ปรากฏผลดังนี้

### ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์บทเรียนทบทวนแบบโปรแกรม

รายการ	จำนวน นักเรียน	คะแนน		
		รวม	เฉลี่ย	เฉลี่ยร้อยละของทั้งหมด
คะแนนทดสอบก่อนเรียนบทเรียน	100	1908	19.08	76.32
คะแนนทดสอบหลังเรียนบทเรียน	100	2258	22.58	90.32
คะแนนความก้าวหน้า	100	350	3.50	14.00
จำนวนคำตอบที่นักเรียนตอบบทเรียนได้ถูก	100	14541	145.41	95.66



จากผลการวิเคราะห์บทเรียนทบทวนแบบโปรแกรม แสดงให้เห็นว่า

1. นักเรียนที่เป็นตัวอย่างประชากร จำนวน 100 คน ทำคะแนนแบบทดสอบ จำนวน 25 ข้อ ก่อนเรียนบทเรียนทบทวนแบบโปรแกรม ได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 76.32 ของคะแนนทั้งหมด (ดูภาคผนวก ฉ.)
2. นักเรียนที่เป็นตัวอย่างประชากร จำนวน 100 คน ทำคะแนนแบบทดสอบจำนวน 25 ข้อ หลังจากเรียนบทเรียนทบทวนแบบโปรแกรมได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 90.32 ของคะแนนทั้งหมด (ดูภาคผนวก ค)
3. นักเรียนที่เป็นตัวอย่างประชากร จำนวน 100 คน ทำคะแนนแบบทดสอบ จำนวน 25 ข้อ มีความก้าวหน้าขึ้น เฉลี่ยร้อยละ 14.00 (ดูภาคผนวก ฉ.)

การที่จะเห็นความแตกต่างของความสามารถก่อนเรียนบทเรียนทบทวนแบบโปรแกรม และหลังจากเรียนบทเรียนทบทวนแบบโปรแกรม ผู้วิจัยจึงทำการทดสอบความมีนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างผลการทดสอบเฉลี่ยทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนบทเรียนทบทวนแบบโปรแกรม ค่า  $z$  ที่คำนวณได้ 20.58 ซึ่งมากกว่าค่า  $z$  ทิมค่า 2.58 ที่ระดับความมีนัยสำคัญ 0.01 แสดงว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนบทเรียนทบทวนแบบโปรแกรมและหลังจากเรียนบทเรียนทบทวนแบบโปรแกรมแล้ว มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 (ดูภาคผนวก ช.) จึงอาจกล่าวได้ว่า โดยเฉลี่ยแล้วบทเรียนทบทวนแบบโปรแกรมนี้นำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น

4. นักเรียนที่เป็นตัวอย่างประชากรจำนวน 100 คน ตอบคำถามในบทเรียนทบทวนแบบโปรแกรมจำนวน 103 กรอบ ซึ่งมี 152 คำตอบ ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 95.66 ของจำนวนคำตอบทั้งหมด (ดูภาคผนวก ช.)

#### การอภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ได้กำหนดมาตรฐานของบทเรียนไว้ โดยใช้เกณฑ์มาตรฐาน 90/90

(The 90/90 Standard) จากผลการวิจัยปรากฏว่า

1. นักเรียนสามารถตอบคำถามในบทเรียนทบทวนแบบโปรแกรมได้ถูกต้อง โดยเฉลี่ยร้อยละ 95.66 ซึ่งสูงกว่ามาตรฐานร้อยละ 90 ตัวแรก ที่กำหนดไว้ 5.66

2. นักเรียนสามารถทำแบบทดสอบภายหลังจากเรียนบทเรียนบททวนแบบโปรแกรม ได้ถูกต้องโดยเฉลี่ยร้อยละ 90.32 ซึ่งสูงกว่ามาตรฐานร้อยละ 90 ตัวหลังที่กำหนดไว้ 0.32

แสดงว่า บทเรียนบททวนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 95.66/90.32 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 สาเหตุที่บทเรียนนี้มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ อาจเนื่องจากองค์ประกอบที่สำคัญ ดังนี้

1. บทเรียนบททวนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้น เป็นบทเรียนที่จัดทำทวนเรื่องให้นักเรียน ได้เรียนไปแล้ว จึงเป็นการช่วยเสริมความรู้ให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหายิ่งขึ้น รวมทั้ง บทเรียนบททวนนี้ ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุง แก้ไข เพิ่มเติม ให้เหมาะสมกับผู้เรียนทั้งในแง่เนื้อหา และภาษาที่ใช้ เพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนได้ง่ายขึ้น

2. แบบทดสอบที่ใช้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบให้สอดคล้องกับเนื้อหาในบทเรียนบท ทวนแบบโปรแกรม และได้ทำการวิเคราะห์แบบทดสอบเพื่อหาระดับความยาก ( P ) และอำนาจ จำแนกของแบบทดสอบ ( D ) แล้วนำมาเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก นอกจากนี้ยังได้หาค่าความ เทียงของแบบทดสอบ มีค่า  $(r_{tt}) = 0.83$  ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ดี

สรุปได้ว่า บทเรียนบททวนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้นนี้ มีประสิทธิภาพเชื่อถือได้ตามเกณฑ์ มาตรฐาน 90/90 (The 90/90 Standard) ที่กำหนดไว้ และค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนบทเรียนบททวนแบบโปรแกรม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 และผลการทดสอบครั้งหลังดีกว่าครั้งแรกว่าย แสดงว่าบทเรียนบททวนแบบโปรแกรมช่วยให้นักเรียนมีพัฒนาการในการเรียนรู้สูงขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย