

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. อาจารย์ชัยณรงค์ ขันผณี
ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา
ปัจจุบันเป็นอาจารย์ประจำ
คณะวิทยาศาสตร์ โปรแกรมคณิตศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
2. อาจารย์ ดร.อนุชัย ธีระเรืองไชยศรี
ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา
ปัจจุบันเป็นอาจารย์ประจำคณะเกษตรศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. รองศาสตราจารย์ ดร.เพชรน้อย สิงห์ช่างชัย
ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดผลและประเมินผล
ทางการศึกษา
ปัจจุบันเป็นอาจารย์ประจำคณะพยาบาลศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ภาคผนวก ข

แบบประเมินคุณภาพชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย

แบบประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา
ชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องสมการและการแก้สมการ
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เขตพื้นที่การศึกษาเพชรบูรณ์เขต 3

- ☐ หน่วยที่ 13 แนวคิดเกี่ยวกับสมการและการแก้สมการ
- ☐ หน่วยที่ 14 วิธีการแก้สมการที่มีตัวไม่ทราบค่าหนึ่งตัว
- ☐ หน่วยที่ 15 โจทย์ปัญหาสมการ

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในตารางให้ตรงกับความคิดเห็นของท่านและสามารถแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมในข้อเสนอแนะ

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ปรับปรุง
1. เนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม มีความสอดคล้องกัน					
2. เนื้อหาเหมาะสมกับพื้นฐานความรู้ของผู้เรียน					
3. ภาษาที่เขียนในเนื้อหาสาระเข้าใจง่าย					
4. การนำเสนอเนื้อหาเป็นไปตามขั้นตอน จากง่ายไปหายาก					
5. การป้อนกลับต่อการตอบสนองของผู้เรียนที่ตอบทเรียนมีความเหมาะสม					
6. บทเรียนมีลักษณะจูงใจและน่าสนใจ					
7. ความเหมาะสมของการเชื่อมโยง ส่วนประกอบแต่ละส่วนภายในบทเรียน					
8. ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนได้ง่าย					
9. ภาพประกอบช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น					

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

โดยภาพรวมของเนื้อหาในชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย กลุ่มสาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ เรื่องสมการและการแก้สมการ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เขตพื้นที่
การศึกษาเพชรบูรณ์เขต 3 มีคุณภาพอยู่ในระดับใด

☐ ดีมาก

☐ ดี

☐ พอใช้

☐ ควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แบบประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษา
ชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องสมการและการแก้สมการ
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เขตพื้นที่การศึกษาเพชรบูรณ์เขต 3

- ☐ หน่วยที่ 13 แนวคิดเกี่ยวกับสมการและการแก้สมการ
- ☐ หน่วยที่ 14 วิธีการแก้สมการที่มีตัวไม่ทราบค่าหนึ่งตัว
- ☐ หน่วยที่ 15 โจทย์ปัญหาสมการ

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในตารางให้ตรงกับความคิดเห็นของท่านและสามารถแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมในข้อเสนอแนะ

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ปรับปรุง
1. การวางรูปแบบหน้าจอ ชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย					
1.1 การออกแบบหน้าจอมีความสมดุล					
1.2 การใช้สีของตัวอักษรมีความเหมาะสม					
1.3 ขนาดของตัวอักษรมีความเหมาะสม					
1.4 มีเมนูบอกหัวเรื่องทุกหัวเรื่องได้ชัดเจน					
1.5 มีรูปแบบการนำเสนอที่น่าสนใจ					
1.6 มีความง่ายและสะดวกต่อการใช้งาน					
1.7 มีการจัดรูปแบบที่มีความน่าสนใจ					
2. แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน					
2.1 มีรูปแบบการนำเสนอที่ง่ายและเหมาะสม					
2.2 มีการภาพและข้อความในแบบทดสอบประกอบที่ชัดเจน					
3. บทเรียน					
3.1 มีการจัดรูปแบบการนำเสนอที่น่าสนใจ					
3.2 มีภาพและข้อความประกอบได้ชัดเจน					
3.3 มีการป้อนกลับตอบสนองกับผู้เรียน					
3.4 การเชื่อมโยงเนื้อหาง่ายและสะดวกต่อการเรียน					
4. มัลติมีเดีย					

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ปรับปรุง
4.1 ภาพและคำบรรยายมีความสอดคล้องเหมาะสม					
4.2 เสียงประกอบการบรรยายชัดเจน					
4.3 การนำเสนอมีความน่าสนใจต่อผู้เรียน					

ความคิดเห็นเพิ่มเติม.....

โดยภาพรวมของเทคโนโลยีการศึกษาในชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย
 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องสมการและการแก้สมการ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
 เขตพื้นที่การศึกษาเพชรบูรณ์เขต 3 มีคุณภาพอยู่ในระดับใด

☐ ดีมาก

☐ ดี

☐ พอใช้

☐ ควรปรับปรุง

ลงชื่อผู้ประเมิน

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านด้านเทคโนโลยีการศึกษา

วันที่ เดือน พ.ศ.

แบบประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดและประเมินผลทางการศึกษา

ชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องสมการและการแก้สมการ
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เขตพื้นที่การศึกษาเพชรบูรณ์เขต 3

- ☐ หน่วยที่ 13 แนวคิดเกี่ยวกับสมการและการแก้สมการ
☐ หน่วยที่ 14 วิธีการแก้สมการที่มีตัวไม่ทราบค่าหนึ่งตัว
☐ หน่วยที่ 15 โจทย์ปัญหาสมการ

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในตารางให้ตรง

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ปรับปรุง
1. แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรม					
2. ความถูกต้องของแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนเป็นแบบทดสอบคู่ขนาน					
3. คำถามในแบบทดสอบไม่ชี้แนะคำตอบ					
4. ภาษาที่ใช้เขียนในแบบทดสอบอ่านแล้ว เข้าใจง่าย					
5. ตัวเลือกของคำตอบของแบบทดสอบ มีตัวลวงที่เหมาะสม					
6. คำถามในแบบทดสอบอ่านแล้ว เข้าใจง่าย					

ความคิดเห็นเพิ่มเติม.....

.....

โดยภาพรวมของเทคโนโลยีการศึกษาในชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องสมการและการแก้สมการ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
เขตพื้นที่การศึกษาเพชรบูรณ์เขต 3 มีคุณภาพอยู่ในระดับใด

☐ ดีมาก

☐ ดี

☐ พอใช้

☐ ควรปรับปรุง

ลงชื่อผู้ประเมิน

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดและประเมินผลทางการศึกษา

วันที่ เดือน พ.ศ.

ภาคผนวก ก
ตารางวิเคราะห์หัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ตารางที่ 1 ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย เรื่องสมการและการแก้สมการ

หน่วยที่ 13 แนวคิดเกี่ยวกับสมการและการแก้สมการ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	พฤติกรรมระดับพุทธิพิสัย							ทักษะพิสัย
	ความรู้ความเข้าใจ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า	รวม	
1. หลังจากศึกษาเรื่อง “ความหมายของสมการ” นักเรียนสามารถระบุประโยชน์สัญลักษณ์ที่เป็นสมการได้ถูกต้อง	1	-		-		-	1	1
2. หลังจากศึกษาเรื่อง “สมการที่เป็นจริงและสมการที่เป็นเท็จ” นักเรียนสามารถจำแนกสมการที่เป็นจริง สมการที่เป็นเท็จได้ถูกต้อง	-	-	-	4	-	-	4	1
3. หลังจากศึกษาเรื่อง “สมการที่มีตัวไม่ทราบค่า” นักเรียนสามารถระบุประโยชน์สัญลักษณ์ที่เป็นสมการที่มีตัวไม่ทราบค่าได้ถูกต้อง	1	-	-	-	-	-	1	1
4. หลังจากศึกษาเรื่อง “คำตอบของสมการ” นักเรียนสามารถหาคำตอบของสมการได้ถูกต้อง	-	4	-	-	-	-	4	1
รวม	2	4	-	4	-	-	10	4

ตารางที่ 2 ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย เรื่องสมการและการแก้สมการ
หน่วยที่ 14 วิธีการแก้สมการที่มีตัวไม่ทราบค่าหนึ่งตัว

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม \n ระดับพฤติกรรม	พฤติกรรมระดับพุทธิพิสัย							ทักษะพิสัย
	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า	รวม	
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม								
1. หลังจากศึกษา เรื่อง “วิธีการแก้สมการการบวกที่มีตัวไม่ทราบค่าหนึ่งตัว” นักเรียนสามารถแสดงวิธีการแก้สมการและหาคำตอบได้ถูกต้อง	1	-	-	3	-	-	4	1
2. หลังจากศึกษา เรื่อง “วิธีการแก้สมการการลบที่มีตัวไม่ทราบค่าหนึ่งตัว” นักเรียนสามารถแสดงวิธีแก้สมการและหาคำตอบได้ถูกต้อง	1	2	-	1	-	-	4	1
3. หลังจากศึกษา เรื่อง “วิธีการแก้สมการการคูณที่มีตัวไม่ทราบค่าหนึ่งตัว” นักเรียนสามารถแสดงวิธีการแก้สมการและหาคำตอบได้ถูกต้อง	-	-	-	1	-	-	1	1
4. หลังจากศึกษาเรื่อง “คำตอบของสมการ” นักเรียนสามารถหาคำตอบของสมการได้ถูกต้อง	-	-	-	1	-	-	1	1
รวม	2	2	-	6	-	-	10	4

ตารางที่ 3 ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย เรื่องสมการและการแก้สมการ
หน่วยที่ 15 โจทย์ปัญหาสมการ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	พฤติกรรมระดับพุทธิพิสัย							ทักษะพิสัย
	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า	รวม	
1. หลังจากศึกษา เรื่อง “การเขียนสมการจากข้อความที่กำหนดให้” นักเรียนสามารถเขียนเป็นสมการจากข้อความที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง	3	-	-	-	-	-	3	1
2. หลังจากศึกษา เรื่อง “การแสดงวิธีแก้สมการเมื่อโจทย์กำหนดตัวไม่ทราบค่า” นักเรียนสามารถแสดงวิธีแก้สมการหาคำตอบได้ถูกต้อง	-	1	-	3	-	-	4	1
3. หลังจากศึกษา เรื่อง “การแสดงวิธีแก้สมการเมื่อโจทย์ไม่กำหนดตัวไม่ทราบค่า” นักเรียนสามารถแสดงวิธีแก้สมการหาคำตอบได้ถูกต้อง	-	1	-	2	-	-	3	1
รวม	3	2	-	5	-	-	10	3

ภาคผนวก ง

**ตารางค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก
และค่าความเที่ยงของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน**

การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ

การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน ผู้วิจัยได้หาความยากง่ายของแบบทดสอบ (p) ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ(r) และค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ ดังนี้

1) ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ (p)

$$\text{สูตร } p = \frac{P_H + P_L}{N}$$

เมื่อ	P	แทน ความยากง่ายของข้อสอบ
	H	แทน จำนวนคนตอบถูกในกลุ่มเก่งหรือกลุ่มที่ได้คะแนนสูง
	L	แทน จำนวนคนตอบถูกในกลุ่มไม่เก่งหรือกลุ่มที่ได้คะแนนต่ำ
	N	แทน จำนวนผู้สอบทั้งหมด

(Nitko, Anthony J. 1996 310 : 313)

2) ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (r)

$$\text{สูตร } r = \frac{P_H - P_L}{N_H \text{ หรือ } N_L}$$

เมื่อ	r	แทน อำนาจจำแนก
	H	แทน จำนวนคนตอบถูกในกลุ่มเก่งหรือกลุ่มที่ได้คะแนนสูง
	L	แทน จำนวนคนตอบถูกในกลุ่มไม่เก่งหรือกลุ่มที่ได้คะแนนต่ำ
	N _H	แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มเก่งหรือกลุ่มที่ได้คะแนนสูง
	N _L	แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มไม่เก่งหรือกลุ่มที่ได้คะแนนต่ำ

(Nitko, Anthony J. 1996 310 : 313)

ตารางที่ 4 ตารางวิเคราะห์ความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r)

หน่วยที่ 13 แนวคิดเกี่ยวกับสมการและการแก้สมการ

แบบทดสอบก่อนเรียน					
ข้อที่	ค่าความยากง่าย(p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ผลการวิเคราะห์ข้อสอบ		วัตถุพฤติกรรม
			คุณภาพ	นำไปใช้	
1	0.77	0.31	✓	Δ	ความรู้
2	0.88	0.23	✓		ความเข้าใจ
3	0.77	0.46	✓	Δ	วิเคราะห์
4	0.77	0.31	✓		ความรู้
5	0.81	0.23	✓		วิเคราะห์
6	0.81	0.46	✓	Δ	ความรู้
7	0.81	0.23	✓		วิเคราะห์
8	0.46	0.46	✓	Δ	ความรู้
9	0.77	0.31	✓		ความเข้าใจ
10	0.65	0.69	✓	Δ	ความรู้
11	0.73	0.54	✓		ความเข้าใจ
12	0.77	0.15	✓		ความเข้าใจ
13	0.65	0.54	✓	Δ	วิเคราะห์
14	0.69	0.46	✓	Δ	วิเคราะห์
15	0.81	0.23	✓		ความเข้าใจ
16	0.58	0.23	✓	Δ	ความเข้าใจ
17	0.35	0.23	✓		ความเข้าใจ
18	0.58	0.23	✓	Δ	ความเข้าใจ
19	0.65	0.23			ความเข้าใจ
20	0.58	0.23	✓	Δ	ความเข้าใจ
แบบทดสอบก่อนเรียนข้อที่เลือกนำมาใช้					
ค่า p อยู่ระหว่าง 0.46 – 0.69					
ค่า r อยู่ระหว่าง 0.23 – 0.46					

แบบทดสอบหลังเรียน					
ข้อที่	ค่าความยากง่าย(p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ผลการวิเคราะห์ข้อสอบ		วัตถุพฤติกรรม
			คุณภาพ	นำไปใช้	
1	0.73	0.23	✓	Δ	ความรู้
2	0.85	0.15			ความเข้าใจ
3	0.73	0.38	✓	Δ	วิเคราะห์
4	0.73	0.23	✓		ความรู้
5	0.81	0.23			วิเคราะห์
6	0.77	0.31	✓	Δ	ความรู้
7	0.65	0.23	✓		วิเคราะห์
8	0.50	0.54	✓	Δ	ความรู้
9	0.69	0.31	✓		ความเข้าใจ
10	0.69	0.46	✓	Δ	ความรู้
11	0.65	0.54	✓		ความเข้าใจ
12	0.65	0.23	✓		ความเข้าใจ
13	0.65	0.38	✓	Δ	วิเคราะห์
14	0.73	0.38	✓	Δ	วิเคราะห์
15	0.73	0.23	✓		ความเข้าใจ
16	0.62	0.31	✓	Δ	ความเข้าใจ
17	0.42	0.31	✓		ความเข้าใจ
18	0.65	0.23	✓	Δ	ความเข้าใจ
19	0.65	0.38	✓		ความเข้าใจ
20	0.58	0.38	✓	Δ	ความเข้าใจ
แบบทดสอบหลังเรียนข้อที่เลือกนำมาใช้					
ค่า p อยู่ระหว่าง 0.42 – 0.77					
ค่า r อยู่ระหว่าง 0.23 – 0.69					

หมายเหตุ เครื่องหมาย ✓ หมายถึงข้อสอบที่ใช้ได้ เครื่องหมาย Δ หมายถึงข้อสอบที่เลือก

ตารางที่ 5 ตารางวิเคราะห์ความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r)

หน่วยที่ 14 วิธีแก้สมการที่มีตัวไม่ทราบค่าหนึ่งตัว

แบบทดสอบก่อนเรียน					
ข้อที่	ค่าความยากง่าย(p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ผลการวิเคราะห์ข้อสอบ		วัดพฤติกรรม
			คุณภาพ	นำไปใช้	
1	0.69	0.31	✓	Δ	ความรู้
2	0.77	0.31	✓	Δ	ความรู้
3	0.19	0.38			ความรู้
4	0.77	0.46	✓	Δ	ความเข้าใจ
5	0.77	0.31	✓	Δ	ความเข้าใจ
6	0.81	0.23			วิเคราะห์
7	0.77	0.46	✓	Δ	วิเคราะห์
8	0.77	0.46	✓	Δ	วิเคราะห์
9	0.77	0.46	✓	Δ	วิเคราะห์
10	0.77	0.31	✓		ความเข้าใจ
11	0.77	0.46	✓		ความเข้าใจ
12	0.77	0.31	✓		ความเข้าใจ
13	0.73	0.38	✓	Δ	วิเคราะห์
14	0.77	0.46	✓	Δ	วิเคราะห์
15	0.54	0.15			ความรู้
16	0.73	0.23	✓		ความรู้
17	0.62	0.15			ความรู้
18	0.73	0.38	✓	Δ	วิเคราะห์
19	0.50	0.23	✓		วิเคราะห์
20	0.65	0.23	✓		วิเคราะห์
แบบทดสอบก่อนเรียนข้อที่เลือกนำมาใช้ ค่า p อยู่ระหว่าง 0.69 – 0.77 ค่า r อยู่ระหว่าง 0.31 – 0.46					

แบบทดสอบหลังเรียน					
ข้อที่	ค่าความยากง่าย(p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ผลการวิเคราะห์ข้อสอบ		วัดพฤติกรรม
			คุณภาพ	นำไปใช้	
1	0.62	0.31	✓	Δ	ความรู้
2	0.73	0.38	✓	Δ	ความรู้
3	0.19	0.38			ความรู้
4	0.69	0.46	✓	Δ	ความเข้าใจ
5	0.73	0.31	✓	Δ	ความเข้าใจ
6	0.73	0.38			วิเคราะห์
7	0.73	0.38	✓	Δ	วิเคราะห์
8	0.73	0.38	✓	Δ	วิเคราะห์
9	0.77	0.46	✓	Δ	วิเคราะห์
10	0.77	0.31	✓		ความเข้าใจ
11	0.77	0.46	✓		ความเข้าใจ
12	0.77	0.31	✓		ความเข้าใจ
13	0.73	0.38	✓	Δ	วิเคราะห์
14	0.77	0.46	✓	Δ	วิเคราะห์
15	0.58	0.23			ความรู้
16	0.73	0.23	✓		ความรู้
17	0.65	0.23			ความรู้
18	0.69	0.31	✓	Δ	วิเคราะห์
19	0.54	0.31	✓		วิเคราะห์
20	0.69	0.31	✓		วิเคราะห์
แบบทดสอบหลังเรียนข้อที่เลือกนำมาใช้ ค่า p อยู่ระหว่าง 0.62 – 0.54 ค่า r อยู่ระหว่าง 0.31 – 0.46					

หมายเหตุ เครื่องหมาย ✓ หมายถึงข้อสอบที่ใช้ได้ เครื่องหมาย Δ หมายถึงข้อสอบที่เลือก

ตารางที่ 6 ตารางวิเคราะห์ความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r)

หน่วยที่ 15 โจทย์ปัญหาสมการ

แบบทดสอบก่อนเรียน					
ข้อที่	ค่าความยากง่าย(p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ผลการวิเคราะห์ข้อสอบ		วัดพฤติกรรม
			คุณภาพ	นำไปใช้	
1	0.69	0.31	✓	Δ	ความเข้าใจ
2	0.88	0.23			ความเข้าใจ
3	0.77	0.46	✓	Δ	ความเข้าใจ
4	0.77	0.31	✓		ความเข้าใจ
5	0.77	0.31	✓		ความเข้าใจ
6	0.77	0.38	✓	Δ	ความเข้าใจ
7	0.81	0.23	✓		วิเคราะห์
8	0.46	0.46	✓	Δ	วิเคราะห์
9	0.77	0.31	✓		วิเคราะห์
10	0.65	0.54	✓	Δ	วิเคราะห์
11	0.73	0.54	✓		วิเคราะห์
12	0.77	0.15	✓		วิเคราะห์
13	0.62	0.46	✓	Δ	วิเคราะห์
14	0.69	0.46	✓	Δ	วิเคราะห์
15	0.81	0.23			วิเคราะห์
16	0.58	0.23	✓	Δ	วิเคราะห์
17	0.38	0.23			วิเคราะห์
18	0.58	0.23	✓	Δ	วิเคราะห์
19	0.65	0.23	✓		วิเคราะห์
20	0.58	0.23	✓	Δ	วิเคราะห์
แบบทดสอบก่อนเรียนข้อที่เลือกนำมาใช้ ค่า p อยู่ระหว่าง 0.46 – 0.77 ค่า r อยู่ระหว่าง 0.23 – 0.54					

แบบทดสอบหลังเรียน					
ข้อที่	ค่าความยากง่าย(p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ผลการวิเคราะห์ข้อสอบ		วัดพฤติกรรม
			คุณภาพ	นำไปใช้	
1	0.65	0.23	✓	Δ	ความเข้าใจ
2	0.88	0.23			ความเข้าใจ
3	0.73	0.38	✓	Δ	ความเข้าใจ
4	0.77	0.31	✓		ความเข้าใจ
5	0.77	0.31	✓		ความเข้าใจ
6	0.77	0.31	✓	Δ	ความเข้าใจ
7	0.77	0.31	✓		วิเคราะห์
8	0.42	0.38	✓	Δ	วิเคราะห์
9	0.81	0.23			วิเคราะห์
10	0.62	0.46	✓	Δ	วิเคราะห์
11	0.77	0.46	✓		วิเคราะห์
12	0.85	0.00			วิเคราะห์
13	0.69	0.46	✓	Δ	วิเคราะห์
14	0.69	0.31	✓	Δ	วิเคราะห์
15	0.88	0.08			วิเคราะห์
16	0.69	0.31	✓	Δ	วิเคราะห์
17	0.50	0.31	✓		วิเคราะห์
18	0.58	0.23	✓	Δ	วิเคราะห์
19	0.69	0.00			วิเคราะห์
20	0.65	0.23	✓	Δ	วิเคราะห์
แบบทดสอบหลังเรียนข้อที่เลือกนำมาใช้ ค่า p อยู่ระหว่าง 0.42 – 0.77 ค่า r อยู่ระหว่าง 0.23 – 0.46					

หมายเหตุ เครื่องหมาย ✓ หมายถึงข้อสอบที่ใช้ได้ เครื่องหมาย Δ หมายถึงข้อสอบที่เลือก

3) ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ โดยใช้วิธีของคูเดอร์- ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Method)

วิธีหาค่าความเที่ยงโดยคูเดอร์และริชาร์ดสันมีข้อตกลงพื้นฐานว่า เนื้อหาของแบบทดสอบต้องเป็นเอกพันธ์ คือ ต้องวัดความสามารถ ความรู้ หรือทักษะเดียวกัน และการให้คะแนนตามวิธีศูนย์หนึ่ง คือ ถ้าตอบถูกในแต่ละข้อจะได้คะแนน 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบจะได้ 0 คะแนน

การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยวิเคราะห์ทั้งฉบับ ผู้วิจัยได้หาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบของชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย ด้วยแบบของคูเดอร์และริชาร์ดสัน หรือ KR20 (Kuder-Richardson Formula 20/ KR20) ใช้สูตรดังนี้ (Frederic Kuder 20) และ Frederic Kuder และ M.w Richardson(1937) อ้างถึงใน Sax, Gilbert และ Newton, James W.,1997 : 278-280 และ Stanley , Julain C., 1971 : 148)

$$\text{สูตร K-R}_{20} \quad r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum p q}{\sigma_t^2} \right]$$

เมื่อ

r_{tt} แทน ค่าความเที่ยงของแบบสอบ

k แทน จำนวนข้อของแบบสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ตอบถูก

$$\text{คำนวณค่า } p \text{ ได้จากสูตร } p = \frac{\text{จำนวนผู้ที่ทำแบบทดสอบถูก}}{\text{จำนวนผู้ที่ทำแบบทดสอบทั้งหมด}}$$

q แทน สัดส่วนของผู้ตอบผิด

σ_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งหมด

$\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนรวมทั้งหมด

$$\text{คำนวณค่า } \sigma_t^2 \text{ ได้จากสูตร } \sigma_t^2 = \frac{N\sum^2 - (\sum x)^2}{N^2}$$

ตารางที่ 7 การหาความเที่ยงของแบบทดสอบก่อนเรียน

หน่วยที่ 13 แนวคิดเกี่ยวกับสมการและการแก้สมการ

คนที่	ข้อที่										รวม (X)	X ²
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
2	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	9	81
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
4	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	9	81
5	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	8	64
6	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	8	64
7	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	8	64
8	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	9	81
9	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	8	64
10	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	7	49
11	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	8	64
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
13	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	7	49
14	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	8	64
15	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	6	36
16	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	7	49
17	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	6	36
18	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	4	16
19	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	4	16
20	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	3	9
21	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4
22	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	4	16
23	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	4	16
24	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	3	9

ตารางที่ 7 (ต่อ)

คนที่	ข้อที่										รวม (X)	X ²
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
25	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	3	9
26	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	4	16
รวมคนที่ตอบถูก	20	20	20	12	17	17	18	15	15	15	169	1257
p	0.77	0.77	0.77	0.46	0.65	0.65	0.69	0.58	0.58	0.58		
q	0.23	0.23	0.23	0.54	0.35	0.35	0.31	0.42	0.42	0.42		
pq	0.18	0.18	0.18	0.25	0.23	0.23	0.21	0.24	0.24	0.24	2.18	
n	26											

แทนค่าสูตร

$$\sigma^2 = \frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N^2} = \frac{26 \times 1257 - (169)^2}{676} = 6.10$$

$$\text{สูตร K-R}_{20} \quad r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{\sigma_t^2} \right]$$

$$\text{สูตร K-R}_{20} \quad r_{tt} = \frac{10}{10-1} \left[1 - \frac{1.64}{6.34} \right]$$

ดังนั้น $r_{tt} = 0.71$

แสดงว่าค่าความเที่ยงของแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 13 เท่ากับ 0.71

เมื่อ

N	แทนจำนวนคนทั้งหมด	= 26
σ_t^2	แทนความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งหมด	= 6.10
k	แทนจำนวนข้อของแบบทดสอบ	= 10
$\sum pq$	แทนผลรวมสัดส่วน	= 2.18
r_{tt}	แทนค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ	= 0.71

ตารางที่ 8 ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบก่อนเรียน

หน่วยที่ 13 แนวคิดเกี่ยวกับสมการและการแก้สมการ

คนที่	ข้อที่										รวม (X)	X ²
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
4	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	8	64
5	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	7	49
6	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	7	49
7	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	9	81
8	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	8	64
9	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	9	81
10	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	8	64
11	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	8	64
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
13	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	6	36
14	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	8	64
15	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	6	36
16	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	7	49
17	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	7	49
18	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	6	36
19	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	6	36
20	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	3	9
21	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3	9
22	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	4	16
23	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	4	16

ตารางที่ 8 (ต่อ)

คนที่	ข้อที่										รวม (X)	X ²
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
24	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	3	9
25	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	3	9
26	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	3	9
รวม	19	19	20	13	18	17	19	16	17	15	173	1299
p	0.73	0.73	0.77	0.50	0.69	0.65	0.73	0.62	0.65	0.58		
q	0.27	0.27	0.23	0.50	0.31	0.35	0.27	0.38	0.35	0.42		
pq	0.20	0.20	0.18	0.25	0.21	0.23	0.20	0.24	0.23	0.24	2.16	

แทนค่าสูตร

$$\sigma^2 = \frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N^2} = \frac{26 \times 1299 - (173)^2}{676}$$

$$\sigma^2 = 6.10$$

$$r_u = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{\sigma^2} \right\} = \frac{10}{10-1} \left\{ 1 - \frac{2.18}{6.10} \right\} = 1.11 \times 0.62$$

$$r_u = 0.69$$

ดังนั้น $r_u = 0.69$

แสดงว่าค่าความเที่ยงของแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 13 เท่ากับ 0.69

เมื่อ

N	แทนจำนวนคนทั้งหมด	26
σ^2	แทนความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งหมด	5.69
k	แทนจำนวนข้อของแบบทดสอบ	10
$\sum pq$	แทนผลรวมสัดส่วน	2.1
r_u	แทนค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ	0.69

ตารางที่ 9 ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบก่อนเรียน

หน่วยที่ 14 วิธีการแก้สมการที่มีตัวไม่ทราบค่าหนึ่งตัว

คนที่	ข้อที่										รวม (X)	X ²
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
5	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	9	81
6	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	81
7	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	81
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
9	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	9	81
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
11	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	9	81
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	9	81
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
14	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	7	49
15	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	6	36
16	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	8	64
17	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	7	49
18	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	7	49
19	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	6	36
20	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	6	36
21	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	5	25
22	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	5	25
23	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	3	9

ตารางที่ 9 (ต่อ)

คนที่	ข้อที่										รวม (X)	X ²
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
24	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	3	9
25	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	5	25
26	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	4	16
รวม	18	20	20	20	20	20	20	19	20	19	196	1614
p	0.69	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.73	0.77	0.73		
q	0.31	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.27	0.23	0.27		
pq	0.21	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.20	0.18	0.20	1.85	

แทนค่าสูตร

$$\sigma^2 = \frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N^2} = \frac{26 \times 1614 - (196)^2}{676} = 5.25$$

$$r_u = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{\sigma^2} \right\} = \frac{10}{10-1} \left\{ 1 - \frac{2.18}{6.10} \right\} = 1.11 \times 0.65$$

$$r_u = 0.72$$

ดังนั้น $r_u = 0.72$

แสดงว่าค่าความเที่ยงของแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 14 เท่ากับ 0.72

เมื่อ

N แทนจำนวนคนทั้งหมด 26

 σ^2 แทนความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งหมด 5.25

k แทนจำนวนข้อของแบบทดสอบสอบ 10

 $\sum pq$ แทนผลรวมสัดส่วน 1.85 r_u แทนค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ 0.72

ตารางที่ 10 ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบหลังเรียน

หน่วยที่ 14 วิธีการแก้สมการที่มีตัวไม่ทราบค่าหนึ่งตัว

คนที่	ข้อที่										รวม (X)	X ²
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	9	81
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
3	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	9	81
4	๑	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	81
5	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	9	81
6	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	81
7	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	81
8	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	9	81
9	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	9	81
10	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	9	81
11	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	9	81
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	9	81
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
14	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	7	49
15	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	6	36
16	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	8	64
17	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	7	49
18	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	7	49
19	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	6	36
20	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	5	25
21	1	๑	1	0	1	0	0	1	0	0	4	16
22	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	5	25
23	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	3	9

ตารางที่ 10 (ต่อ)

คนที่	ข้อที่										รวม (X)	X ²
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
24	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	3	9
25	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	4	16
26	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	4	16
รวม	16	19	18	20	19	19	20	19	20	18	188	1490
p	0.62	0.73	0.69	0.77	0.73	0.73	0.77	0.73	0.77	0.69		
q	0.38	0.27	0.31	0.23	0.27	0.27	0.23	0.27	0.23	0.31		
pq	0.24	0.20	0.21	0.18	0.20	0.20	0.18	0.20	0.18	0.21	1.98	

แทนค่าสูตร

$$\sigma^2 = \frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N^2} = \frac{26 \times 1490 - (188)^2}{676} = 5.02$$

$$r_u = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{\sigma^2} \right\} = \frac{10}{10-1} \left\{ 1 - \frac{1.98}{7.07} \right\} = 1.11 \times 0.61$$

$$r_u = 0.67$$

ดังนั้น $r_u = 0.67$

แสดงว่าค่าความเที่ยงของแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 14 เท่ากับ 0.67

เมื่อ

N	แทนจำนวนคนทั้งหมด	26
σ^2	แทนความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งหมด	5.02
k	แทนจำนวนข้อของแบบทดสอบ	10
$\sum pq_i$	แทนผลรวมสัดส่วน	1.98
r_u	แทนค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ	0.67

ตารางที่ 11 ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบก่อนหลังเรียน หน่วยที่ 15 โจทย์ปัญหาสมการ

คนที่	ข้อที่										รวม (X)	X ²
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
5	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	9	81
6	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	81
7	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	81
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
9	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	9	81
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
11	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	9	81
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	9	81
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
14	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	7	49
15	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	6	36
16	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	8	64
17	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	7	49
18	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	7	49
19	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	6	36
20	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	6	36
21	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	5	25
22	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	5	25
23	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	3	9
24	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	3	9

ตารางที่ 11 (ต่อ)

คนที่	ข้อที่										รวม (X)	X ²
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
25	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	5	25
26	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	4	16
รวม	18	20	20	20	20	20	20	19	20	19	196	1614
p	0.69	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.73	0.77	0.73		
q	0.31	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.27	0.23	0.27		
pq	0.21	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.20	0.18	0.20	1.85	

แทนค่าสูตร

$$\sigma^2 = \frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N^2} = \frac{26 \times 1614 - (196)^2}{676} = 7.07$$

$$r_u = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{\sigma^2} \right\} = \frac{10}{10-1} \left\{ 1 - \frac{1.85}{6.10} \right\} = 1.11 \times 0.68$$

$$r_u = 0.76$$

ดังนั้น $r_u = 0.76$

แสดงว่าค่าความเที่ยงของแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 15 เท่ากับ 0.76

เมื่อ

N	แทนจำนวนคนทั้งหมด	26
σ^2	แทนความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งหมด	7.07
k	แทนจำนวนข้อของแบบทดสอบ	10
$\sum pq_i$	แทนผลรวมสัดส่วน	1.85
r_u	แทนค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ	0.76

ตารางที่ 12 ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 15 โจทย์ปัญหาสมการ

คนที่	ข้อที่										รวม (X)	X ²
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
2	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	81
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
4	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	9	81
5	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	8	64
6	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	6	36
7	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	6	36
8	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	8	64
9	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	8	64
10	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	7	49
11	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	8	64
12	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	9	81
13	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	7	49
14	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	9	81
15	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	8	64
16	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	7	49
17	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	7	49
18	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	4	16
19	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	4	16
20	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	4	16
21	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	4
22	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	4	16
23	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	3	9
24	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	3	9

ตารางที่ 12 (ต่อ)

คนที่	ข้อที่										รวม (X)	X ²
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
25	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	3	9
26	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	4	16
รวม	17	19	18	11	16	18	18	18	15	17	167	1223
p	0.65	0.73	0.69	0.42	0.62	0.69	0.69	0.69	0.58	0.65		
q	0.35	0.27	0.31	0.58	0.38	0.31	0.31	0.31	0.42	0.35		
pq	0.23	0.20	0.21	0.24	0.24	0.21	0.21	0.21	0.24	0.23	2.23	

แทนค่าสูตร

$$\sigma^2 = \frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N^2} = \frac{26 \times 1223 - (167)^2}{676} = 5.78$$

$$r_u = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{\sigma^2} \right\} = \frac{10}{10-1} \left\{ 1 - \frac{2.23}{6.10} \right\} = 1.11 \times 0.61$$

$$r_u = 0.68$$

ดังนั้น $r_u = 0.68$

แสดงว่าค่าความเที่ยงของแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 15 เท่ากับ 0.68

เมื่อ

N	แทนจำนวนคนทั้งหมด	26
σ^2	แทนความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งหมด	7.07
k	แทนจำนวนข้อของแบบทดสอบ	10
$\sum pq$	แทนผลรวมสัดส่วน	2.33
r_u	แทนค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ	0.68

ภาคผนวก จ

**ตารางคะแนนทดสอบก่อนเรียน กิจกรรมระหว่างเรียน และทดสอบหลังเรียน
ในการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบภาคสนาม**

การหาค่าประสิทธิภาพ

การหาประสิทธิภาพของกระบวนการ โดยใช้สูตรดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และสุดา สิ้นสกุลกาน 2520: 136)

$$E_1 = \frac{\left[\frac{\sum x}{N} \right]}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum x$ คือ คะแนนรวมของแบบฝึกหัด

A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด

N คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่เข้าเรียน

การหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ โดยใช้สูตรดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และสุดา สิ้นสกุลกาน 2520: 136)

$$E_2 = \frac{\left[\frac{\sum F}{N} \right]}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum F$ คือ คะแนนรวมของแบบทดสอบหลังเรียน

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

N คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่เข้าเรียน

เกณฑ์การยอมรับประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายที่สร้างขึ้น ในกรณีที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ อนุโลมให้มีระดับความผิดพลาดสูงหรือต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดเป็น $\pm 2.5 \%$

ตารางที่ 13 คะแนนทดสอบก่อนเรียน คะแนนระหว่างเรียนและคะแนนทดสอบหลังเรียน
หน่วยที่ 13 แนวคิดเกี่ยวกับสมการและการแก้สมการ ในการทดสอบ
ประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (N=3)

เลขที่	คะแนนทดสอบก่อนเรียน				คะแนนกิจกรรมระหว่างเรียน						คะแนนทดสอบหลังเรียน				
	ตอนที่ 1	ตอนที่ 2	รวม	ร้อยละ	13.1	13.2	13.3	13.4	13.4	รวม	ร้อยละ	ตอนที่ 1	ตอนที่ 2	รวม	ร้อยละ
					ตอนที่ 1	ตอนที่ 1	ตอนที่ 1	ตอนที่ 1	ตอนที่ 2						
	10	10	20	100	10	10	10	5	5	40	100	10	10	20	100
1	6	6	12	60	8	8	8	8	8	40	80	8	8	16	80
2	4	4	8	40	6	8	6	6	8	34	68	7	7	14	70
3	4	4	8	40	8	6	6	6	6	32	64	7	6	13	65
รวม	14	14	28	140	22	22	20	20	22	106	212	22	21	43	215
$\bar{X}$	4.67	4.67	9.33	46.67	7.33	7.33	6.67	6.67	7.33	35.33	70.67	7.33	7.00	14.33	71.67
S.D.	1.15	1.15	2.31	11.55	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	4.16	8.33	0.58	1.00	1.53	7.64
ค่าประสิทธิภาพ											$E_1 = 70.67$		$E_2 = 71.67$		

แทนค่าสูตร

$$E_1 = \frac{\left[\frac{\sum x}{N} \right]}{A} \times 100 = \frac{\left[\frac{106}{3} \right]}{50} \times 100$$

$$= 70.67$$

$$E_2 = \frac{\left[\frac{\sum x}{N} \right]}{B} \times 100 = \frac{\left[\frac{23}{3} \right]}{10} \times 100$$

$$= 71.67$$

ตารางที่ 14 คะแนนทดสอบก่อนเรียน คะแนนระหว่างเรียนและคะแนนทดสอบหลังเรียน
หน่วยที่ 14 วิธีการแก้สมการที่มีตัวไม่ทราบค่าหนึ่งตัว ในการทดสอบประสิทธิภาพ
แบบเดี่ยว (N=3)

เลขที่	คะแนนทดสอบก่อนเรียน				คะแนนกิจกรรมระหว่างเรียน								คะแนนทดสอบหลังเรียน					
	ตอนที่ 1	ตอนที่ 2	รวม	ร้อยละ	14.1	14.1	14.2	14.2	14.3	14.3	14.4	14.4	รวม	ร้อยละ	ตอนที่ 1	ตอนที่ 2	รวม	ร้อยละ
					ตอนที่ 1	ตอนที่ 2	ตอนที่ 1	ตอนที่ 2	ตอนที่ 1	ตอนที่ 2	ตอนที่ 1	ตอนที่ 2						
	10	28	38	100	10	10	10	10	10	10	10	10	80	100	10	28	38	100
1	6	6	12	60	8	8	8	8	8	8	8	9	8	81.25	8	23	31	81.58
2	4	4	8	40	8	6	8	6	8	8	6	8	8	72.50	7	22	29	76.32
3	4	4	8	40	6	8	6	8	6	6	6	7	6	66.25	7	20	27	71.05
รวม	14	14	28	140	24	22	22	22	22	22	20	24	176	220	22	65	87	228.95
$\bar{X}$	4.67	4.67	9.33	46.67	7.33	7.33	7.33	7.33	7.33	7.33	6.67	8.00	58.67	73.33	7.33	21.67	29	76.32
S.D.	1.15	1.15	2.31	11.55	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	0.71	6.03	7.53	0.58	1.53	2	5.26
ค่าประสิทธิภาพ										$E_1 = 73.75$					$E_2 = 76.32$			

แทนค่าสูตร

$$E_1 = \frac{\left[\frac{\sum x}{N} \right]}{A} \times 100 \quad E_1 = \frac{\left[\frac{176}{3} \right]}{38} \times 100$$

$$= 73.75$$

$$E_2 = \frac{\left[\frac{\sum x}{N} \right]}{B} \times 100 = \frac{\left[\frac{87}{3} \right]}{38} \times 100$$

$$= 76.32$$

ตารางที่ 15 คะแนนทดสอบก่อนเรียน คะแนนระหว่างเรียนและคะแนนทดสอบหลังเรียน
หน่วยที่ 15 โจทย์ปัญหาสมการ ในการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว(N=3)

เลขที่	คะแนนทดสอบก่อนเรียน				คะแนนกิจกรรมระหว่างเรียน						คะแนนทดสอบหลังเรียน					
	ตอน ที่ 1	ตอน ที่ 2	รวม	ร้อยละ	15.1		15.2		15.3		รวม	ร้อยละ	ตอน ที่ 1	ตอน ที่ 2	รวม	ร้อยละ
					ตอน ที่ 1	ตอน ที่ 2	ตอน ที่ 1	ตอน ที่ 2	ตอน ที่ 1	ตอน ที่ 2						
	10	30	20	100	10	10	10	10	10	10	60	100	10	30	40	100
1	7	21	28	140	8	8	8	8	8	10	50	83.33	8	24	32	80
2	5	15	20	100	6	6	8	6	6	8	40	66.67	7	22	29	72.5
3	4	13	17	85	8	6	6	8	6	7	41	68.33	7	21	28	70
รวม	16	49	65	325	22	20	22	22	20	25	131	218.3	22	67	89	222.5
$\bar{X}$	5.33	16.33	21.67	108.3	7.33	6.67	7.33	7.33	6.67	8.33	43.67	72.78	7.33	22.3	29.67	74.17
S.D.	1.53	4.16	5.69	28.43	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.53	3.21	9.18	0.58	1.53	2.08	5.2
ค่าประสิทธิภาพ											$E_1 = 72.78$		$E_2 = 74.17$			

แทนค่าสูตร

$$E_1 = \frac{\left[\frac{\sum x}{N} \right]}{A} \times 100 = \frac{\left[\frac{131}{3} \right]}{60} \times 100 = 72.78$$

$$E_2 = \frac{\left[\frac{\sum x}{N} \right]}{B} \times 100 = \frac{\left[\frac{89}{3} \right]}{40} \times 100 = 74.17$$

ตารางที่ 16 คะแนนทดสอบก่อนเรียน คะแนนระหว่างเรียนและคะแนนทดสอบหลังเรียน
หน่วยที่ 13 แนวคิดเกี่ยวกับสมการและการแก้สมการ ในการทดสอบประสิทธิภาพ
แบบกลุ่ม(N=6)

เลขที่	คะแนนทดสอบก่อนเรียน				คะแนนกิจกรรมระหว่างเรียน					คะแนนทดสอบหลังเรียน					
	ตอนที่ 1	ตอนที่ 2	รวม	ร้อยละ	13.1	13.2	13.3	13.4		รวม	ร้อยละ	ตอนที่ 1	ตอนที่ 2	รวม	ร้อยละ
					ตอนที่ 1	ตอนที่ 1	ตอนที่ 1	ตอนที่ 1	ตอนที่ 2						
	10	10	20	100	10	10	10	5	5	40	100	10	10	20	100
1	5	6	11	55	8	6	10	4	4	32	80	9	8	17	85
2	4	6	10	50	8	8	8	4	4	32	80	7	8	15	75
3	7	6	13	65	8	6	8	3	3	28	70	8	8	16	80
4	6	6	12	60	8	8	8	4	4	32	80	10	8	18	90
5	5	6	11	55	6	10	8	4	4	32	80	6	8	14	70
6	4	4	8	40	6	6	8	5	5	30	75	8	6	14	70
รวม	31	34	65	325	44	44	50	29	29	186	465	48	46	94	470
$\bar{X}$	5.17	5.67	10.83	54.17	7.33	7.33	8.33	4.14	4.14	31.00	77.50	8.00	7.67	15.67	78.33
S.D.	1.17	0.82	1.72	8.61	1.03	1.63	0.82	0.69	0.69	1.67	4.18	1.41	0.82	1.63	8.16
ค่าประสิทธิภาพ										$E_1 = 77.50$		$E_2 = 78.33$			

แทนค่าสูตร

$$E_1 = \frac{\left[\frac{\sum x}{N} \right]}{A} \times 100 = \frac{\left[\frac{186}{3} \right]}{40} \times 100$$

$$= 77.50$$

$$E_2 = \frac{\left[\frac{\sum x}{N} \right]}{B} \times 100 = \frac{\left[\frac{94}{6} \right]}{20} \times 100$$

$$= 78.33$$

ตารางที่ 17 คะแนนทดสอบก่อนเรียน คะแนนระหว่างเรียนและคะแนนทดสอบหลังเรียน
หน่วยที่ 14 วิธีการแก้สมการที่มีตัวไม่ทราบค่าหนึ่งตัว ในการทดสอบประสิทธิภาพ
แบบกลุ่ม (N=6)

เลขที่	คะแนนทดสอบก่อนเรียน				คะแนนกิจกรรมระหว่างเรียน								คะแนนทดสอบหลังเรียน					
	ตอนที่ 1	ตอนที่ 2	รวม	ร้อยละ	14.1		14.2		14.3		14.4		รวม	ร้อยละ	ตอนที่ 1	ตอนที่ 2	รวม	ร้อยละ
					ตอนที่ 1	ตอนที่ 2	ตอนที่ 1	ตอนที่ 2	ตอนที่ 1	ตอนที่ 2	ตอนที่ 1	ตอนที่ 2						
					ตอนที่ 1	ตอนที่ 2	ตอนที่ 1	ตอนที่ 2	ตอนที่ 1	ตอนที่ 2	ตอนที่ 1	ตอนที่ 2						
	10	28	20	100	10	10	10	10	10	10	10	10	80	100	10	28	38	100
1	6	20	26	130	6	10	8	10	8	10	6	8	64	80	9	24	33	86.84
2	6	15	21	105	6	10	6	8	8	8	6	8	60	75	7	24	31	81.58
3	5	17	22	110	8	7	8	6	8	6	10	7	60	75	8	22	30	78.95
4	6	14	20	100	6	8	6	6	8	8	8	8	58	72.5	8	20	28	73.68
5	5	12	17	85	6	7	6	8	8	7	10	7	59	73.8	8	20	28	73.68
6	6	14	20	100	8	7	6	8	8	8	10	7	62	77.5	7	18	25	65.79
รวม	34	92	126	630	50	59	50	56	58	57	60	55	363	454	47	128	175	460.53
$\bar{X}$	5.67	15.3	21.00	105	7.14	8.43	7.14	8.00	8.29	8.14	8.57	7.86	60.50	75.63	7.83	21.3	29.17	76.75
S.D.	0.52	2.80	2.97	14.8	1.57	1.51	1.57	1.63	0.76	1.46	1.90	1.07	2.17	2.71	0.75	2.42	2.79	7.33
ค่าประสิทธิภาพ													$E_1 = 75.63$		$E_2 = 76.75$			

แทนค่าสูตร

$$E_1 = \frac{\left[\frac{\sum x}{N} \right]}{A} \times 100 = \frac{\left[\frac{363}{6} \right]}{80} \times 100 = 75.63$$

$$E_2 = \frac{\left[\frac{\sum x}{N} \right]}{B} \times 100 = \frac{\left[\frac{175}{6} \right]}{38} \times 100 = 76.75$$

ตารางที่ 18 คะแนนทดสอบก่อนเรียน คะแนนระหว่างเรียนและคะแนนทดสอบหลังเรียน
หน่วยที่ 15 โจทย์ปัญหาสมการ ในการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (N=6)

เลขที่	คะแนนทดสอบก่อนเรียน				คะแนนกิจกรรมระหว่างเรียน						คะแนนทดสอบหลังเรียน					
	ตอนที่ 1	ตอนที่ 2	รวม	ร้อยละ	15.1		15.2		15.3		รวม	ร้อยละ	ตอนที่ 1	ตอนที่ 2	รวม	ร้อยละ
					ตอนที่ 1	ตอนที่ 2	ตอนที่ 1	ตอนที่ 2	ตอนที่ 1	ตอนที่ 2						
10	30	40	100	20	20	20	20	20	20	120	100	10	30	40	100	
1	5	21	26	65	20	20	20	20	14	16	110	91	9	24	33	82.50
2	6	17	23	57.5	16	16	14	16	16	16	94	78	8	24	32	80
3	6	16	22	55	14	16	14	15	14	14	87	72	7	23	30	75
4	6	15	21	52.5	14	14	12	13	16	16	85	71	8	24	32	80
5	5	13	18	45	12	14	14	15	14	16	85	71	7	24	31	77.5
6	7	12	19	47.5	14	16	14	14	16	14	88	73	8	20	28	70
รวม	35	94	129	322.5	90	96	88	93	90	92	549	456	47	139	186	465
$\bar{X}$	5.83	15.7	21.5	53.75	15	16	14.67	15.5	15	15.33	91.50	75.95	7.83	23.17	31.00	77.50
S.D.	0.75	3.20	2.88	7.20	2.76	2.19	2.73	2.43	1.10	1.03	9.65	8.01	0.75	1.60	1.79	4.47
ค่าประสิทธิภาพ											$E_1 = 76.25$		$E_2 = 77.50$			

แทนค่าสูตร

$$E_1 = \frac{\left[\frac{\sum x}{N} \right]}{A} \times 100 = \frac{\left[\frac{549}{6} \right]}{120} \times 100$$

$$= 76.25$$

$$E_2 = \frac{\left[\frac{\sum x}{N} \right]}{B} \times 100 = \frac{\left[\frac{186}{6} \right]}{40} \times 100$$

$$= 77.50$$

ตารางที่ 19 คะแนนทดสอบก่อนเรียน คะแนนระหว่างเรียนและคะแนนทดสอบหลังเรียน
หน่วยที่ 13 แนวคิดเกี่ยวกับสมการและการแก้สมการ ในการทดสอบประสิทธิภาพ
แบบภาคสนาม (N=26)

เลขที่	คะแนนทดสอบก่อนเรียน				คะแนนกิจกรรมระหว่างเรียน							คะแนนทดสอบหลังเรียน			
	ตอนที่ 1	ตอนที่ 2	รวม	ร้อยละ	13.1	13.2	13.3	13.4		รวม	ร้อยละ	ตอนที่ 1	ตอนที่ 2	รวม	ร้อยละ
					ตอนที่ 1	ตอนที่ 1	ตอนที่ 1	ตอนที่ 1	ตอนที่ 2						
	10	10	20	100	10	10	10	5	5	40	100	10	10	20	100
1	7	7	14	70	6	8	10	4	6	34	85	8	8	16	80
2	5	6	11	55	6	6	8	4	4	28	70	9	10	19	95
3	7	6	13	65	10	8	10	4	4	36	90	9	8	17	85
4	3	4	7	35	10	4	10	3	3	30	75	8	8	16	80
5	5	6	11	55	10	8	10	4	4	36	90	8	8	16	80
6	4	5	9	45	10	8	10	5	5	38	95	9	8	17	85
7	8	6	14	70	10	6	8	3	3	30	75	8	10	18	90
8	5	6	11	55	8	6	6	3	3	26	65	8	8	16	80
9	8	4	12	60	10	6	8	4	4	32	80	8	10	18	90
10	2	4	6	30	10	8	10	4	4	36	90	8	10	18	90
11	6	4	10	50	7	6	6	4	4	27	67.5	8	8	16	80
12	6	4	10	50	8	8	8	4	4	32	80	8	8	16	80
13	4	6	10	50	10	6	10	4	4	34	85	8	8	16	80
14	2	4	6	30	10	8	10	4	4	36	90	8	8	16	80
15	3	6	9	45	6	8	8	4	4	30	75	8	8	16	80
16	6	8	14	70	8	8	10	3	3	32	80	8	8	16	80
17	6	6	12	60	10	6	10	3	3	32	80	8	8	16	80
18	8	6	14	70	8	8	8	4	4	32	80	9	8	17	85
19	4	6	10	50	10	8	8	3	3	32	80	8	8	16	80
20	7	4	11	55	7	8	8	4	4	31	77.5	8	8	16	80
21	6	6	12	60	10	8	8	4	4	34	85	8	8	16	80

ตารางที่ 19 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนทดสอบก่อนเรียน				คะแนนกิจกรรมระหว่างเรียน							คะแนนทดสอบหลังเรียน				
	ตอนที่ 1	ตอนที่ 2	รวม	ร้อยละ	13.1	13.2	13.3	13.4	13.4	รวม	ร้อยละ	ตอนที่ 1	ตอนที่ 2	รวม	ร้อยละ	
					ตอนที่ 1	ตอนที่ 1	ตอนที่ 1	ตอนที่ 1	ตอนที่ 2							
	10	10	20	100	10	10	10	5	5	40	100	10	10	20	100	
22	6	6	12	60	10	8	8	4	4	34	85	8	8	16	80	
23	4	4	8	40	10	8	8	4	4	34	85	8	8	16	80	
24	6	4	10	50	8	8	8	4	4	32	80	8	8	16	80	
25	5	6	11	55	10	8	8	4	4	34	85	8	8	16	80	
26	4	6	10	50	8	6	7	4	3	28	70	8	8	16	80	
รวม	138	138	276	1380	227	188	223	99	100	837	2092.5	212	216	428	2140	
$\bar{X}$	5.31	5.31	10.6	53.08	8.73	7.23	8.58	3.81	3.85	32.19	80.48	8.15	8.31	16.4	82.31	
S.D.	1.76	1.16	2.26	11.32	1.51	1.14	1.27	0.49	0.67	3.01	7.52	0.37	0.74	0.86	4.30	
ค่าประสิทธิภาพ										$E_1 = 80.48$		$E_2 = 82.31$				

แทนค่าสูตร

$$E_1 = \frac{\left[\frac{\sum x}{N} \right]}{A} \times 100 = \frac{\left[\frac{837}{26} \right]}{40} \times 100$$

$$= 80.48$$

$$E_2 = \frac{\left[\frac{\sum x}{N} \right]}{B} \times 100 = \frac{\left[\frac{428}{26} \right]}{20} \times 100$$

$$= 82.31$$

ตารางที่ 20 คะแนนทดสอบก่อนเรียน คะแนนระหว่างเรียนและคะแนนทดสอบหลังเรียน
หน่วยที่ 14 วิธีการแก้สมการที่มีตัวไม่ทราบค่าหนึ่งตัว ในการทดสอบแบบภาคสนาม
(N=26)

เลขที่	คะแนนทดสอบก่อนเรียน				คะแนนกิจกรรมระหว่างเรียน								คะแนนทดสอบหลังเรียน					
	ตอนที่ 1	ตอนที่ 2	รวม	ร้อยละ	14.1		14.2		14.3		14.4		รวม	ร้อยละ	ตอนที่ 1	ตอนที่ 2	รวม	ร้อยละ
					ตอนที่ 1	ตอนที่ 2	ตอนที่ 1	ตอนที่ 2	ตอนที่ 1	ตอนที่ 2	ตอนที่ 1	ตอนที่ 2						
10	10	20	100	10	10	10	10	10	10	10	10	80	100	10	10	20	100	
1	7	18	25	65.79	8	10	8	10	10	10	9	9	76	95	9	24	33	86.84
2	5	16	21	55.26	8	10	8	10	8	10	8	8	70	87.5	8	26	34	89.47
3	7	17	24	63.16	10	10	8	10	8	10	9	9	74	92.5	8	23	32	84.21
4	3	14	17	44.74	10	10	8	8	10	8	8	8	70	87.5	8	25	32	84.21
5	5	16	21	55.26	10	10	8	8	8	8	8	8	68	85	9	23	30	78.95
6	4	14	18	47.37	10	10	8	8	8	8	8	8	68	85	8	24	34	89.47
7	8	14	22	57.89	10	10	8	8	8	8	8	8	68	85	8	23	32	84.21
8	5	14	19	50.00	8	10	6	10	8	8	8	8	66	82.5	8	24	32	84.21
9	8	14	22	57.89	4	6	8	8	8	10	8	8	62	77.5	8	24	36	94.74
10	2	12	14	36.84	10	10	8	8	8	8	8	8	68	85	8	23	32	84.21
11	6	16	22	57.89	10	10	8	8	8	8	8	8	70	87.5	8	25	32	84.21
12	6	16	22	57.89	10	10	8	8	8	8	9	9	70	87.5	8	23	32	84.21
13	4	14	18	47.37	8	10	8	8	8	8	9	9	68	85	8	24	32	84.21
14	2	14	16	42.11	5	5	3	3	4	4	8	8	40	50	8	23	30	78.95
15	3	14	17	44.74	9	9	8	8	8	8	8	8	66	82.5	10	24	28	73.68
16	6	16	22	57.89	5	5	3	3	8	8	8	8	42	52.5	8	23	30	78.95
17	6	16	22	57.89	8	10	8	8	8	8	8	8	66	82.5	9	25	30	78.95
18	8	18	26	68.42	10	5	6	5	4	4	8	8	40	50	8	23	28	73.68
19	4	14	18	47.37	10	8	8	8	8	8	8	8	66	82.5	8	24	30	78.95
20	7	16	23	60.53	10	8	8	8	8	8	8	8	66	82.5	8	23	28	73.68
21	7	17	24	63.16	10	8	8	8	8	8	8	8	68	85	8	24	32	84.21

ตารางที่ 20 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนทดสอบก่อนเรียน				คะแนนกิจกรรมระหว่างเรียน								คะแนนทดสอบหลังเรียน					
	ตอนที่ 1	ตอนที่ 2	รวม	ร้อยละ	14.1		14.2		14.3		14.4		รวม	ร้อยละ	ตอนที่ 1	ตอนที่ 2	รวม	ร้อยละ
					ตอนที่ 1	ตอนที่ 2	ตอนที่ 1	ตอนที่ 2	ตอนที่ 1	ตอนที่ 2	ตอนที่ 1	ตอนที่ 2						
10	28	38	100	10	10	10	10	10	10	10	10	80	100	10	28	38	100	
22	6	16	22	57.89	8	10	8	8	8	8	8	8	66	82.5	8	25	32	84.2
23	4	14	18	47.37	8	10	8	8	8	8	8	8	66	82.5	8	23	32	84.2
24	6	16	22	57.89	8	10	8	8	8	8	8	8	66	82.5	8	24	32	84.2
25	5	14	19	50.00	8	8	8	8	8	8	8	8	66	82.5	8	23	30	78.9
26	4	14	18	47.37	10	8	8	8	8	8	8	8	66	82.5	8	24	24	63.1
รวม	138	394	532	1400	225	230	194	203	204	208	272	156	1682	2103	213	619	809	2128
$\bar{X}$	5.31	15.15	$\frac{20.4}{6}$	53.85	8.65	8.85	7.46	7.81	7.85	8.00	8.15	8.15	64.7	80.87	8.19	23.8	31.12	81.8
S.D.	1.76	1.49	2.98	7.85	1.74	1.76	1.42	1.72	1.26	1.39	0.37	0.37	9.28	11.60	0.49	0.85	2.37	6.24
ค่าประสิทธิภาพ													$E_1 = 80.87$		$E_2 = 81.8$			

แทนค่าสูตร

$$E_1 = \frac{\left[\frac{\sum x}{N} \right]}{A} \times 100$$

$$E_1 = \frac{\left[\frac{532}{26} \right]}{38} \times 100$$

$$= 80.87$$

$$E_2 = \frac{\left[\frac{\sum x}{N} \right]}{B} \times 100$$

$$= \frac{\left[\frac{809}{26} \right]}{38} \times 100$$

$$= 81.88$$

ตารางที่ 21 คะแนนทดสอบก่อนเรียน คะแนนระหว่างเรียนและคะแนนทดสอบหลังเรียน
หน่วยที่ 15 โจทย์ปัญหาสมการ ในการทดสอบแบบภาคสนาม(N=26)

เลขที่	คะแนนทดสอบก่อนเรียน				คะแนนกิจกรรมระหว่างเรียน								คะแนนทดสอบหลังเรียน			
	ตอนที่ 1	ตอนที่ 2	รวม	ร้อยละ	15.1	15.1	15.2	15.2	15.3	15.3	รวม	ร้อยละ	ตอนที่ 1	ตอนที่ 2	รวม	ร้อยละ
					15.1	15.1	15.2	15.2	15.3	15.3	รวม	ร้อยละ				
10	30	40	100	10	10	10	10	10	10	60	100	10	30	40	100	
1	5	8	13	32.5	7	8	8	7	10	10	50	83	10	20	30	75
2	6	6	12	30	10	9	8	8	7	7	49	81	9	30	39	98
3	5	7	12	30	7	7	8	7	7	8	44	73	8	20	28	70
4	8	4	12	30	8	8	10	10	7	8	51	85	8	30	38	95
5	6	6	12	30	8	8	10	10	8	8	52	86	8	20	28	70
6	4	4	8	20	10	10	8	10	8	8	54	90	9	30	39	98
7	5	4	9	22.5	10	10	7	7	8	10	52	86	8	30	38	95
8	7	4	11	27.5	10	10	10	10	7	8	55	91	8	30	38	95
9	6	4	10	25	10	10	7	8	10	8	53	88	8	30	38	95
10	3	2	5	12.5	8	8	7	8	8	8	47	78	8	30	38	95
11	4	6	10	25	7	8	7	8	10	10	50	83	8	30	38	95
12	7	6	13	32.5	8	8	10	10	8	10	54	90	8	20	28	70
13	7	4	11	27.5	7	8	7	8	10	10	50	83	8	30	38	95
14	6	4	10	25	8	8	7	10	10	10	53	88	8	20	28	70
15	7	4	11	27.5	8	8	8	10	7	8	49	81	8	30	38	95
16	9	6	15	37.5	8	10	10	8	6	6	48	80	8	20	28	70
17	3	6	9	22.5	8	8	7	8	8	8	47	78	8	20	28	70
18	8	8	16	40	8	8	8	8	6	7	45	75	8	20	28	70
19	7	4	11	27.5	7	8	6	6	7	8	42	70	8	20	28	70
20	7	6	13	32.5	7	8	8	8	7	10	48	80	8	20	28	70
21	5	7	12	30	7	8	7	10	7	8	47	78	8	28	36	90

ตารางที่ 21 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนทดสอบก่อนเรียน				คะแนนกิจกรรมระหว่างเรียน						คะแนนทดสอบหลังเรียน				รวม	ร้อยละ
	ตอนที่ 1	ตอนที่ 2	รวม	ร้อยละ	15.1	15.1	15.2	15.2	15.3	15.3	ตอนที่ 1	ตอนที่ 2	รวม	ร้อยละ		
					ตอนที่ 1	ตอนที่ 2	ตอนที่ 1	ตอนที่ 2	ตอนที่ 1	ตอนที่ 2						
	10	30	40	100	10	10	10	10	10	10	60	100	10	30	40	100
22	6	6	12	30	8	8	8	7	7	8	46	76	8	30	38	95
23	5	4	9	22.5	7	7	7	8	7	8	44	73	8	30	38	95
24	6	6	12	30	7	7	8	8	8	8	46	76	8	20	28	70
25	7	4	11	27.5	7	8	8	8	6	6	43	71	8	20	28	70
26	5	4	9	22.5	7	7	8	7	7	8	44	73	8	17	25	63
รวม	154	134	288	720	207	215	207	217	201	216	1263	2097	212	645	857	2142.5
$\bar{X}$	5.92	5.15	11.08	27.69	7.96	8.27	7.96	8.35	7.73	8.31	48.58	80.64	8.15	24.81	32.96	82.40
S.D.	1.49	1.49	2.23	5.56	1.11	0.96	1.15	1.23	1.28	1.19	3.72	6.18	0.46	5.18	5.21	13.03
ค่าประสิทธิภาพ					$E_1 = 80.64$						$E_2 = 82.40$					

แทนค่าสูตร

$$E_1 = \frac{\left[\frac{\sum x}{N} \right]}{A} \times 100 = \frac{\left[\frac{1263}{26} \right]}{60} \times 100$$

$$= 80.64$$

$$E_2 = \frac{\left[\frac{\sum x}{N} \right]}{B} \times 100 = \frac{\left[\frac{857}{26} \right]}{40} \times 100$$

$$= 82.40$$

ภาคผนวก ง
ตารางคะแนนความก้าวหน้าของนักเรียน

การวิเคราะห์ความก้าวหน้าของนักเรียนที่เรียนจากชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย

การวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย โดยการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนจากชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย โดยการใช้ค่าที (William Sealy Gosset และ David Wechsler อ้างใน Glass, Gene , Hopkins and Kenneeth , 1984 : 217-220 และ 240-242)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}}$$

เมื่อ t คือ ค่าสถิติทดสอบที

$\sum D$ คือ ผลต่างของคะแนนแต่ละคู่

$\sum D^2$ คือ ผลรวมกำลังสองของความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

N คือ จำนวนคู่ของคะแนน

ตารางที่ 22 คะแนนความก้าวหน้าก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์
ผ่านเครือข่าย หน่วยที่ 13 แนวคิดเกี่ยวกับสมการและการแก้สมการ

เลขที่	คะแนนทดสอบ	คะแนนทดสอบ	คะแนน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ความก้าวหน้า	
	คะแนนเต็ม 20 คะแนน	คะแนนเต็ม 20 คะแนน	D	D ²
1	14	16	2	4
2	11	19	8	64
3	13	17	4	16
4	7	16	9	81
5	11	16	5	25
6	9	17	8	64
7	14	18	4	16
8	11	16	5	25
9	12	18	6	36
10	6	18	12	144
11	10	16	6	36
12	10	16	6	36
13	10	16	6	36
14	6	16	10	100
15	9	16	7	49
16	14	16	2	4
17	12	16	4	16
18	14	17	3	9
19	10	16	6	36
20	11	16	5	25
21	11	16	5	25
22	12	16	4	16
23	8	16	8	64
24	10	16	6	36

ตารางที่ 22 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนทดสอบ	คะแนนทดสอบ	คะแนน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ความก้าวหน้า	
	คะแนนเต็ม 20 คะแนน	คะแนนเต็ม 20 คะแนน	D	D ²
25	8	16	8	64
26	6	16	6	36
รวม	121	138	152	1024
$\bar{X}$	10.62	16.46		
S.D.	2.26	0.86		

แทนค่า $t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}}$

$$t = \frac{152}{\sqrt{\frac{26 \times 1024 - (152)^2}{26-1}}}$$

$$t = 12.81$$

ตารางที่ 23 คะแนนความก้าวหน้าก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์
ผ่านเครือข่าย หน่วยที่ 14 วิธีการแก้สมการที่มีตัวไม่ทราบค่าหนึ่งตัว

เลขที่	คะแนนทดสอบ		คะแนนทดสอบ		คะแนน	
	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ความก้าวหน้า	
	คะแนนเต็ม 38	คะแนน	คะแนนเต็ม 38	คะแนน	D	D ²
1	25		33		8	64
2	21		34		13	169
3	24		32		8	64
4	17		32		15	225
5	21		30		9	81
6	18		34		16	256
7	22		32		10	100
8	19		32		13	169
9	22		36		14	196
10	14		32		18	324
11	22		32		10	100
12	22		32		10	100
13	18		32		14	196
14	16		30		14	196
15	17		28		11	121
16	22		30		8	64
17	22		30		8	64
18	26		28		2	4
19	18		30		12	144
20	23		28		5	25
21	24		32		8	64
22	22		32		10	100
23	18		32		14	196
24	22		32		10	100

ตารางที่ 23 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนทดสอบ		คะแนนทดสอบ		คะแนน	
	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ความก้าวหน้า	
	คะแนนเต็ม 38	คะแนน	คะแนนเต็ม 38	คะแนน	D	D ²
25	19		30		11	121
26	18		24		6	36
รวม	532		809		277	3279
$\bar{X}$	20.46		31.12			
S.D.	2.98		2.37			

แทนค่า

$$t = \frac{\frac{\sum D}{N}}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}}$$

$$t = \frac{277}{\sqrt{\frac{26 \times 3279 - (277)^2}{26-1}}}$$

$$t = 15.00$$

ตารางที่ 24 คะแนนความก้าวหน้าก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์
ผ่านเครือข่าย หน่วยที่ 15 โจทย์ปัญหาสมการ

เลขที่	คะแนนทดสอบ	คะแนนทดสอบ	คะแนน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ความก้าวหน้า	
	คะแนนเต็ม 40 คะแนน	คะแนนเต็ม 40 คะแนน	D	D ²
1	13	30	17	289
2	12	39	27	729
3	12	28	16	256
4	12	38	26	676
5	12	28	16	256
6	8	39	31	961
7	9	38	29	841
8	11	38	27	729
9	10	38	28	784
10	5	38	33	1089
11	10	38	28	784
12	13	28	15	225
13	11	38	27	729
14	10	28	18	324
15	11	38	27	729
16	15	28	13	169
17	9	28	19	361
18	16	28	12	144
19	11	28	17	289
20	13	28	15	225
21	12	36	24	576
22	12	38	26	676
23	9	38	29	841
24	12	28	16	256

ตารางที่ 24 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนทดสอบ	คะแนนทดสอบ	คะแนน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ความก้าวหน้า	
	คะแนนเต็ม 40 คะแนน	คะแนนเต็ม 40 คะแนน	D	D ²
25	11	28	17	289
26	9	25	16	256
รวม	288	857	569	13483
$\bar{X}$	11.08	32.96		
S.D.	2.23	5.21		

แทนค่า t

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}}$$

$$t = \frac{569}{\sqrt{\frac{26 \times 13483 - (569)^2}{26-1}}}$$

$$t = 17.38$$

ภาคผนวก ข

ตารางแสดงความถี่คะแนนความคิดเห็นของนักเรียน

ตารางที่ 25 ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย
ในการทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม (N= 26)

รายการความคิดเห็น	5	4	3	2	1	รวม	$\bar{X}$	S.D.
ก. องค์ประกอบของชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย								
1. โสมเพจ								
1.1 แนะนำการเรียนรู้ช่วยให้เข้าใจขั้นตอนวิธีการเรียน ได้เหมาะสมนะ	19	7	-	-	-	123	4.73	0.44
1.2 แนะนำการสมัครเป็นสมาชิกมีขั้นตอนเข้าใจได้เหมาะสม	16	10	-	-	-	120	4.62	0.49
2. บทเรียน								
2.1 แผนการสอนของชุดการเรียนรู้เป็นแนวทางช่วยให้นักเรียนรู้ขั้นตอนและเนื้อหาที่จะเรียนได้เหมาะสม	14	11	1	-	-	117	4.50	0.57
2.2 ภาพประกอบการอธิบายเนื้อหามีความชัดเจน	11	9	6	-	-	109	4.19	0.79
2.3 การแบ่งเนื้อหาเป็นหัวเรื่องย่อยทำให้การเรียนเข้าใจเนื้อหา	15	10	1	-	-	118	4.54	0.57
2.4 การสรุปเนื้อแต่ละหัวเรื่องมีความชัดเจน	17	6	3	-	-	118	4.54	0.69
3. มัลติมีเดียช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้เหมาะสมกับบทเรียน	15	5	5	1	-	112	4.31	0.91
4. ตัวอย่างของชุดการเรียนรู้เป็นแนวทางช่วยให้นักเรียนรู้แต่ละหัวเรื่องได้อย่างเข้าใจ	20	2	4	-	-	120	4.62	0.74
5. ฐานความรู้ ทำให้การเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ทีเรียน	19	6	-	1	-	121	4.65	0.68
6. คำถามที่พบบ่อช่วยให้อ่านเนื้อหาแต่ละหัวเรื่องเหมาะสม	15	9	2	-	-	117	4.50	0.64
7. กระดานข่าวช่วยให้นักเรียนได้ทราบข่าวเกี่ยวกับกิจกรรม	17	6	3	-	-	118	4.54	0.69

ตารางที่ 25 (ต่อ)

รายการความคิดเห็น	5	4	3	2	1	รวม	$\bar{X}$	S.D.
9. ห้องสนทนาช่วยให้นักเรียนมีโอกาส ปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับครู	19	6	1	-	-	122	4.69	0.54
10. แบบฝึกหัดเป็นกิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียน ได้ทราบ ถึงความก้าวหน้าในการเรียน แต่ละ หัวเรื่อง	18	6	2	-	-	120	4.62	0.62
11. แบบทดสอบก่อนเรียนช่วยให้นักเรียนได้ ทราบถึง ความรู้ในเนื้อหาที่นักเรียน จะเรียนในแต่ละหน่วย	16	8	2	-	-	118	4.54	0.63
12. แบบทดสอบหลังเรียนช่วยให้นักเรียน ได้ทราบถึงความก้าวหน้าทางการเรียน ของนักเรียนในแต่ละหน่วย	17	5	4	-	-	117	4.50	0.75
ข. ประโยชน์ที่นักเรียนได้รับจากการเรียน ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย								
1. นักเรียนชอบเรียนจากชุดการเรียนด้วย คอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย	17	7	2	-	-	119	4.58	0.63
2. นักเรียนมีโอกาสแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง	22	3	1	-	-	125	4.81	0.48
3. นักเรียนมีโอกาสแสดงความคิดเห็น	18	5	2	1	-	118	4.54	0.80
4. นักเรียนมีโอกาสตัดสินใจแก้ปัญหา	16	7	2	1	-	116	4.46	0.80
5. บทเรียนช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหา ดียิ่งขึ้น	16	8	1	1	-	117	4.50	0.75
6. การเรียนด้วยชุดการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ ผ่าน เครือข่าย เรียนง่าย มีความสะดวก รวดเร็ว ประหยัดเวลา	17	8	1	-	-	120	4.62	0.56
					เฉลี่ย	118	4.55	0.66

ภาคผนวก ข

แบบสัมภาษณ์และแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน

**แบบสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดลองแบบเดี่ยวและแบบกลุ่ม
เกี่ยวกับชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย เรื่องสมการและการแก้สมการ**

1. โสมเพจ

1.1 การออกแบบโสมเพจ

1.1.1 การจัดวางตำแหน่งของเมนู.....

1.1.2 การเชื่อมโยงของเมนู.....

1.2 การออกแบบหน้าจอ

1.2.1 การใช้สีพื้นหลัง.....

1.2.2 ความชัดเจนของตัวอักษร.....

2. บทเรียนในหน่วยที่ 13 , 14 และ 15

เนื้อหาสาระ.....

ภาพประกอบเนื้อหาสาระ.....

3. มัลติมีเดีย

ความชัดเจนของภาพ.....

ความชัดเจนของเสียง.....

4. แบบฝึกหัด

ความชัดเจนของคำชี้แจงในการทำแบบฝึกหัด.....

ความชัดเจนของคำถาม.....

ความยากง่ายของแบบฝึกหัด.....

5. แบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

ความชัดเจนของคำชี้แจงทำแบบทดสอบ.....

ความชัดเจนของคำถามของแบบทดสอบ.....

ความยากง่ายของแบบทดสอบ.....

ตัวเลือกตอบของแบบทดสอบ.....

6. อื่นๆ