



เล่มที่ 3  
บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัยและผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีความมุ่งหมายเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการสอนสำหรับ  
ห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์สำหรับโรงเรียนครูคนเดี่ยวที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นทั้ง  
4 ชุด คือ ชุดการสอนที่ 1 เรื่องไก่ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ชุดการสอนที่ 2  
เรื่อง รุกกีนน้ำ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ชุดการสอนที่ 3 เรื่องแม่เหล็ก สำหรับชั้น  
ประถมศึกษาปีที่ 3 และชุดการสอนที่ 4 เรื่องแรงธรรมชาติ-แรงความโน้มถ่วง สำหรับ  
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งผู้วิจัยมีขั้นตอนในการดำเนินงานดังนี้

#### ประชากรและตัวอย่างประชากร

ประชากรที่ไว้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนโรงเรียนครูคนเดี่ยวในจังหวัด  
นครราชสีมาที่ได้สุ่มตัวอย่างมา 3 โรงเรียน คือ โรงเรียนบ้านจะมู (สมบูรณ์วิทยา)  
อำเภอคานวนูนท จำนวน 40 คน โรงเรียนบ้านโนนทะมุง อำเภอจักราช จำนวน 12 คน  
และโรงเรียนบ้านหนองโจก กิ่งอำเภอบานเหลื่อม จำนวน 57 คน

40  
12  
57  
109

การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1, 2, 3, และ 4

ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับ เนื้อหาบทเรียน มโนทัศน์ การกำหนดวัตถุประสงค์  
เชิงพฤติกรรม กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการสอน แบบฝึกหัด และแบบสอบจากหนังสือแบบเรียน  
คู่มือครู หลักสูตร และเอกสารอื่น ๆ ที่เกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1, 2, 3  
และ 4

## การรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับศูนย์การเรียนและชุดการสอน

ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับศูนย์การเรียนและระบบการผลิตชุดการสอน สำหรับห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนจากหนังสือ วารสาร และเอกสารต่าง ๆ รวมทั้งการเข้าฟังการบรรยายวิชา Instructional Media in Elementary Schools ซึ่งเปิดสอนโดยแผนกวิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### การผลิตชุดการสอน

มีลำดับขั้นตอนในการผลิตดังต่อไปนี้

1. สำรวจโรงเรียนครุคนเคียวในจังหวัดนครราชสีมาที่ใกล้ตัวอย่างมาทั้ง 3 โรงเรียน เพื่อหาข้อมูลเกี่ยวกับ การเรียนการสอน สภาพโรงเรียน ความพร้อมและระดับความสามารถของผู้เรียน

2. สร้างชุดการสอนตามระบบแผนจุฬา มีขั้นตอนดังนี้

1.0 กำหนดหมวดหมู่เนื้อหาและประสิทธิภาพ คือวิชาวิทยาศาสตร์

2.0 กำหนดหน่วยการสอน ผู้วิจัยได้ศึกษาเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1, 2, 3, และ 4 แลวนำมาจัดแบ่งเป็นหน่วยการสอนได้ดังนี้

วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1

หน่วยที่ 1 สิ่งที่มีชีวิต

หน่วยที่ 2 สิ่งที่ไม่มีชีวิต

หน่วยที่ 3 ธนิกของสัตว์

หน่วยที่ 4 อาหารของสัตว์

หน่วยที่ 5 ที่อยู่อาศัยของสัตว์

หน่วยที่ 6 นกกระเจิบ

หน่วยที่ 7 ราง

หน่วยที่ 8 ปลาสลิด

หน่วยที่ 9	แมว
หน่วยที่ 10	หมา
* หน่วยที่ 11	ไก่
หน่วยที่ 12	แพะ
หน่วยที่ 13	ฉลาม
หน่วยที่ 14	ประโยชน์ของพืช
หน่วยที่ 15	คนดำ
หน่วยที่ 16	มะละกอ
หน่วยที่ 17	มะม่วง
หน่วยที่ 18	กล้วย
หน่วยที่ 19	ผักกาด
หน่วยที่ 20	กล้าดี
หน่วยที่ 21	ดอกไม้
หน่วยที่ 22	ทิศ
หน่วยที่ 23	ความเปลี่ยนแปลงในรอบวัน
หน่วยที่ 24	ดวงอาทิตย์
หน่วยที่ 25	ดาว
หน่วยที่ 26	ดวงจันทร์
หน่วยที่ 27	ฤดูกาล ๆ
หน่วยที่ 28	กิ้งกิ้ง
หน่วยที่ 29	เรือ
หน่วยที่ 30	วาว
หน่วยที่ 31	เครื่อง ร่อนและ เครื่องปั่น
หน่วยที่ 32	แม่เหล็ก
หน่วยที่ 33	ตุ๊กตาลมลูก

วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

หน่วยที่ 1	ชนิดของพืช
หน่วยที่ 2	พืชในฤดูแล้งและพืชในฤดูฝน
หน่วยที่ 3	เมล็ดพืช
หน่วยที่ 4	การแตกตา
หน่วยที่ 5	การแพร่พันธุ์ของพืช
หน่วยที่ 6	สัตว์ป่า
หน่วยที่ 7	สัตว์พาหนะ
หน่วยที่ 8	สัตว์ที่เลี้ยงไว้ใช้งาน
หน่วยที่ 9	สัตว์ที่เลี้ยงไว้เป็นอาหาร
หน่วยที่ 10	แมลง
หน่วยที่ 11	นก
หน่วยที่ 12	สัตว์เลี้ยง
หน่วยที่ 13	กิน
หน่วยที่ 14	หิน
หน่วยที่ 15	ไอน้ำ
หน่วยที่ 16	หมอก
หน่วยที่ 17	เมฆ
หน่วยที่ 18	ฝน
หน่วยที่ 19	น้ำค้าง
หน่วยที่ 20	ระคิมน้ำ
หน่วยที่ 21	รุ้งกินน้ำ
หน่วยที่ 22	แรงธรรมชาติ-แรงลม
หน่วยที่ 23	แรงธรรมชาติ-แรงน้ำ

วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3	
หน่วยที่ 1	ส่วนประกอบของพืช-ราก
หน่วยที่ 2	ส่วนประกอบของพืช-ลำต้น
หน่วยที่ 3	ส่วนประกอบของพืช-ใบ
หน่วยที่ 4	ส่วนประกอบของพืช-ดอก
หน่วยที่ 5	ส่วนประกอบของพืช-ผล
หน่วยที่ 6	ส่วนประกอบของพืช-เมล็ด
หน่วยที่ 7	พืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่
หน่วยที่ 8	กลวย
หน่วยที่ 9	สัตว์ที่มีกระดูกสันหลังและสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลัง
หน่วยที่ 10	การบำรุงพันธุ์สัตว์
หน่วยที่ 11	การเลี้ยงสัตว์-ปลา
หน่วยที่ 12	การเลี้ยงสัตว์-ไก่
หน่วยที่ 13	การเลี้ยงสัตว์-หมู
หน่วยที่ 14	การเลี้ยงสัตว์-เป็ด
หน่วยที่ 15	วิธีจับสัตว์
หน่วยที่ 16	กิน
หน่วยที่ 17	หिन
หน่วยที่ 18	แรว
หน่วยที่ 19	ส่วนประกอบของอากาศ
หน่วยที่ 20	อากาศกับชีวิต
หน่วยที่ 21	ลม
หน่วยที่ 22	โลก
หน่วยที่ 23	การเกิดกลางวันและกลางคืน
หน่วยที่ 24	การเกิดฤดูและฤดูในประเทศไทย

หน่วยที่ 25	ดวงจันทร์
หน่วยที่ 26	ดาวที่แปร
หน่วยที่ 27	การเผาไหม้
หน่วยที่ 28	การเกิดเงา
หน่วยที่ 29	จักรวาลและสุริยจักรวาล
หน่วยที่ 30	การละลาย
หน่วยที่ 31	การกลั่น
หน่วยที่ 32	การกรอง
* หน่วยที่ 33	แม่เหล็ก
หน่วยที่ 34	เข็มทิศ
หน่วยที่ 35	เครื่องผ่อนแรงอย่างง่าย

#### วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

หน่วยที่ 1	สิ่งที่มีชีวิต
หน่วยที่ 2	สิ่งที่ไม่มีชีวิต
หน่วยที่ 3	ความแตกต่างระหว่างพืชและสัตว์
หน่วยที่ 4	ประโยชน์ของพืช
หน่วยที่ 5	ประโยชน์ของสัตว์
หน่วยที่ 6	โทษของสัตว์
หน่วยที่ 7	จุดเริ่มต้น
หน่วยที่ 8	การเกษตร
หน่วยที่ 9	หิน
หน่วยที่ 10	แร่-เหล็ก
หน่วยที่ 11	แร่-ถ่านหิน
หน่วยที่ 12	แร่-น้ำมันดิบ

หน่วยที่ 13	แระ-ถานหิน
หน่วยที่ 14	นำทะเล
หน่วยที่ 15	ดิน
หน่วยที่ 16	ลมฟ้าอากาศ-ความร้อนและอุณหภูมิ
หน่วยที่ 17	ลมฟ้าอากาศ-การเปลี่ยนแปลง
หน่วยที่ 18	ฤดูในประเทศไทย
หน่วยที่ 19	ปรากฏการณ์ธรรมชาติ
หน่วยที่ 20	ดวงฤกษ์และดาวเคราะห์
หน่วยที่ 21	ดวงอาทิตย์
หน่วยที่ 22	ดาวหาง
* หน่วยที่ 23	แรงธรรมชาติ-แรงความโน้มถ่วง
หน่วยที่ 24	การเพาะเลี้ยงพืช
หน่วยที่ 25	การบำรุงพันธุ์พืช
หน่วยที่ 26	การเพาะเลี้ยงสัตว์
หน่วยที่ 27	การบำรุงพันธุ์สัตว์
หน่วยที่ 28	การสงวนรักษาทรัพยากรธรรมชาติ
หน่วยที่ 29	สมบัติทั่วไปของของเหลว
หน่วยที่ 30	สมบัติเฉพาะของของเหลว
หน่วยที่ 31	การตกผลึก
หน่วยที่ 32	การความแน่น
หน่วยที่ 33	การลู่ไหม

เมื่อแบ่งหน่วยการสอนแล้ว ผู้วิจัยได้สุ่มตัวอย่างหน่วยที่จะนำมาสร้างชุดการสอน โดยวิธีจับสลากออกมารั้งละ 1 หน่วย หน่วยที่นำมาสุ่มตัวอย่างใช้เฉพาะหน่วยที่นักเรียนยังไม่ได้เรียนเท่านั้น หน่วยที่สุ่มตัวอย่างได้คือ (1) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 หน่วยที่ 11 เรื่อง ไก่ (2) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 หน่วยที่ 21 เรื่อง รุ่งกินน้ำ (3) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 หน่วยที่ 23 เรื่อง แม่เหล็ก และ (4) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หน่วยที่ 33 เรื่อง แรงธรรมชาติ-แรง ความโน้มถ่วง

3.0 กำหนดหัวเรื่อง นำหน่วยการสอนที่ได้สุ่มตัวอย่างมากำหนดหัวเรื่อง- เป็นหน่วยการสอนย่อยได้ดังนี้

ชุดการสอนที่	1	หน่วยที่	11	เรื่อง	ไก่
หัวเรื่องที่	1	รูปร่างของ	ไก่		
		2	ไข่ไก่และลูก	ไก่	
		3	ไก๋มานและไก๋พันธุ์		
		4	ประโยชน์ของ	ไก่	
		5	เขียนภาพ	ไก่ (สำรวจ)	

ชุดการสอนที่	2	หน่วยที่	21	เรื่อง	รุ่งกินน้ำ
หัวเรื่องที่	1	ลักษณะของ	รุ่งกินน้ำ		
		2	การเกิดรุ่งกินน้ำตาม	ธรรมชาติ	
		3	การเกิดแสง	7 สี	
		4	การทำรุ่งกินน้ำ		
		5	เขียนภาพ	รุ่งกินน้ำ (สำรวจ)	

ชุดการสอนที่	3	หน่วยที่	33	เรื่อง	แม่เหล็ก
หัวเรื่องที่	1	ลักษณะและชนิดของ	แม่เหล็ก		
		2	สมบัติของ	แม่เหล็ก	
		3	การทำแม่เหล็ก	ธรรมดา	
		4	การทำแม่เหล็ก	ไฟฟ้า	
		5	ประโยชน์ของ	แม่เหล็ก (สำรวจ)	



- ชุดการสอนที่ 4 หน่วยที่ 23 เรื่อง แรงธรรมชาติ-แรงความโน้มถ่วง
- หัวเรื่องที่ 1 ความหมายของแรงธรรมชาติและแรงธรรมชาติประเภทต่าง ๆ
- 2 แรงความโน้มถ่วง
- 3 ประโยชน์ของแรงความโน้มถ่วง
- 4 โทษของแรงความโน้มถ่วง
- 5 ศึกษาภาพเกี่ยวกับแรงธรรมชาติ (สำรวจ)

4.0 กำหนดมโนทัศน์ของเรื่องที่จะสร้างชุดการสอน

5.0 กำหนดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม โดยเน้นเกณฑ์ 80%

6.0 กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ลักษณะกิจกรรมต้องเหมาะสมกับเวลา และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษา ค้นคว้าด้วยตนเอง

7.0 กำหนดแบบประเมินผล ต้องประเมินผลให้ตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

8.0 เลือกและผลิตสื่อการสอน ตามที่กำหนดไว้ในแต่ละศูนย์กิจกรรม แล้วรวบรวมเป็นของประจำศูนย์ จัดทำคู่มือครูสำหรับชุดการสอนแต่ละหน่วยแล้วรวบรวมของประจำศูนย์กิจกรรมเข้ากลองหน่วยละ 1 กลอง เป็นชุดการสอน 1 ชุด ดังนั้นชุดการสอน 1 ชุด จึงประกอบด้วย (ก) คู่มือครู (ข) ของประจำศูนย์กิจกรรมซึ่งประกอบด้วย บัตรคำสั่ง บัตรเนื้อหา บัตรกิจกรรม บัตรคำถาม และอุปกรณ์ประจำศูนย์ (ค) สื่อการสอนที่เข้าซองไม่ได้ (ง) กระดาษแบบฝึกปฏิบัติของแต่ละศูนย์กิจกรรม และ (จ) แบบสอบเกณฑ์และกระดาษคำตอบ

แบบสอบเกณฑ์ในข้อ (จ) คือแบบสอบที่ไร้ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นแบบสอบชนิดเลือกตอบแบบ 3 ตัวเลือก จำนวน หน่วยละ 10 ข้อ ก่อนที่จะนำมาใช้กับตัวอย่างประชากรในการวิจัย ให้นำไปทดสอบหาอำนาจจำแนก และระดับความยากง่ายของแบบสอบ จากนั้นให้นำแบบสอบมาปรับปรุงแก้ไขใหม่เพื่อใช้กับตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งต่อไป

9.0 หาประสิทธิภาพของชุดการสอน ในการนำชุดการสอนที่สร้างขึ้นไปหาประสิทธิภาพ ผู้วิจัยได้ทำตามลำดับขั้น ดังนี้

ก. ทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) ทำการทดลองชุดการสอนกับ

นักเรียนรายบุคคลโดยทดลองกับนักเรียน เก่ง ปานกลาง และนักเรียนอ่อน ตามลำดับ เพื่อปรับปรุงคุณภาพของชุดการสอน โดยทำการทดลองกับนักเรียนโรงเรียนบ้านโนนทะยุง จำนวนชั้นละ 3 คน

ข. ทดลองแบบกลุ่ม (1:10) ทดลองกับนักเรียน 6-12 คน โดยนำชุดการสอนที่ได้ปรับปรุงแล้วจากการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ไปทำการทดลองกับนักเรียนโรงเรียนบ้านจะบู่ (สมบูรณวิทยา) จำนวนชั้นละ 10 คน แล้วนำผลที่ได้มาหาประสิทธิภาพของชุดการสอนและทำการปรับปรุงเพื่อทดลองภาคสนามต่อไป

ค. ทดลองแบบสนาม (1:100) กับนักเรียนทั้งชั้น โดยนำชุดการสอนที่ได้ปรับปรุงแล้วจากการทดลองแบบกลุ่ม ไปใช้ทดลองกับนักเรียนโรงเรียนบ้านหนองโจก ทุกชั้น แล้วนำผลที่ได้มาเป็นตัวกำหนดประสิทธิภาพของชุดการสอน เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ประสิทธิภาพที่ตั้งไว้

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

การทดลองหาประสิทธิภาพชุดการสอนแบบหนึ่งต่อหนึ่ง แบบกลุ่ม และแบบสนาม มีขั้นตอนการใช้ชุดการสอน 3 ขั้นตอน คือ

1. ทดสอบความรู้ก่อนเรียน โดยนักเรียนทำแบบสอบก่อนเรียน
2. นักเรียนประกอบกิจกรรมการเรียนรู้จากชุดการสอน และตอบคำถามลงในแบบฝึกปฏิบัติประจำศูนย์กิจกรรมทุกศูนย์ ในหน่วยวิชาของชุดการสอน
3. ทดสอบความรู้หลังเรียน โดยนักเรียนทำแบบสอบหลังเรียน

### การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้อาจจากการทำแบบสอบเกณฑ์และการทำแบบฝึกปฏิบัติประจำศูนย์กิจกรรมมาคำนวณเพื่อหาประสิทธิภาพ ดังมีรายละเอียดดังนี้

1. วิเคราะห์คะแนนเพื่อหาประสิทธิภาพชุดการสอนสำหรับห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนควยเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80

สูตรการหาประสิทธิภาพ<sup>1</sup>

$$\text{สูตรที่ 1} \quad E_1 = \frac{\sum x}{N} \times 100$$

$E_1$  = ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum x$  = คะแนนรวมของแบบฝึกหัดหรืองาน

$A$  = คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดทุกชิ้นรวมกัน

$N$  = จำนวนผู้เรียน

## สูตรที่ 2

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

$E_2$  = ประสิทธิภาพของผลสัมฤทธิ์

$\sum F$  = คะแนนรวมของผลสัมฤทธิ์หลังเรียน

$B$  = คะแนนเต็มของการสอบหลังเรียน

$N$  = จำนวนผู้เรียน

การคำนวณหาประสิทธิภาพจากการสอนโดยใช้สูตรดังกล่าว หาได้จากให้นำคะแนนแบบฝึกหัดหรือผลงานในขณะประกอบกิจกรรมกลุ่มหรือเดี่ยว และคะแนนสอบหลังเรียน มาเข้าตารางแล้วจึงคำนวณหาค่า

2. หากความก้าวหน้าของนักเรียนเมื่อเรียนจากรูปการสอนแบบศูนย์การเรียน โดยดูจากผลเฉลี่ยระหว่างผลการทดสอบก่อนเรียนและผลการทดสอบหลังเรียน คิดเป็นร้อยละของจำนวนข้อสอบทั้งหมด

3. ทดสอบหาความมีนัยสำคัญของความก้าวหน้าจากการเรียนด้วยรูปการสอนสำหรับห้องเรียนแบบศูนย์การเรียน ด้วยค่าสถิติ เมื่อตัวอย่างประชากรมีขนาดเล็ก และสัมพันธ์กันโดยการทดสอบค่า ที-เทสต์ เพื่อเปรียบเทียบผลของการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

<sup>1</sup> ชัยยงค์ พรหมวงศ์, สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และสุภา สิ้นสกุล, ระบบสื่อการสอน,

สูตรการหาอัตราส่วนวิกฤต<sup>1</sup>

$$t = \frac{\bar{d}}{s.d.d}$$

$$\bar{d} = \frac{\sum d}{N}$$

$$s.d.d = \sqrt{\frac{\sum d^2}{N} - \left(\frac{\sum d}{N}\right)^2}$$

$$\bar{d} = \frac{s.d.d}{\sqrt{N-1}}$$

$$t = \text{อัตราส่วนวิกฤต}$$

$$\bar{d} = \text{มัธยฐานเลขคณิตของผลต่าง}$$

$$d = \text{ผลต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน}$$

$$N = \text{จำนวนประชากร}$$

$$s.d.d = \text{ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่าง}$$

$$\bar{d} = \text{ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่าง}$$

## 4. ทาคาคความแปรปรวนของแบบสอบถาม

$$s_t^2 = \frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}$$

$$x_1 = \text{คะแนนของแบบสอบถามชุดการสอบที่ 1}$$

$$x_2 = \text{คะแนนของแบบสอบถามชุดการสอบที่ 2}$$

$$x_3 = \text{คะแนนของแบบสอบถามชุดการสอบที่ 3}$$

$$x_4 = \text{คะแนนของแบบสอบถามชุดการสอบที่ 4}$$

<sup>1</sup>ประคอง วรรณสุต, สถิติศาสตร์ประยุกต์สำหรับครู (พระนคร : ไทยวัฒนา-พานิช, 2520), หน้า 94-96.

5. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบที่สร้างขึ้น โดยใช้สูตรของคูเกอร์ วิชาการชั้น<sup>1</sup>

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

$r_{tt}$  = ความเที่ยงของแบบสอบ

$n$  = จำนวนข้อของแบบสอบ

$M$  = ค่าเฉลี่ยของคะแนน

$\sigma_t^2$  = ค่าของความแปรปรวนของคะแนนจากการสอบ

6. วิเคราะห์อำนาจจำแนก และความยากง่ายของแบบสอบแต่ละข้อ โดยใช้วิธี  
วิเคราะห์แบบสั้น (Short Method of Item Analysis) ตามแบบของ เชนรี อี การ์เรท<sup>2</sup>

$$V_i = \frac{R_h - R_l}{N_h}$$

$$D_i = \frac{R_h + R_l}{N_h + N_l}$$

$D_i$  = ดัชนีความยากง่ายของแบบสอบ (Difficulty Index)  
จะมีค่าตั้งแต่ 0 (ยากที่สุด) จนถึง 1 (ง่ายที่สุด)

$V_i$  = ดัชนีความเที่ยงของการวัด (Validity Index)  
หรืออำนาจจำแนกคนเก่งและไม่เก่งออกจากกัน  
จะมีค่า 0 (แยกได้น้อยที่สุด) จนถึง 1 (แยกได้มากที่สุด)

<sup>1</sup>J.P. Guilford, Fundamental Statistics in Psychology and Education (New York : McGraw-Hill Book Co. , Inc., 1956), pp. 496.

<sup>2</sup>Henry E. Garrett, Testing for Teacher (New York : American Book Co. , 1956), pp. 219-25.

- $R_h$  = จำนวนคนที่ตอบคำถามใดถูกต้องในกลุ่มคนที่ได้คะแนนสูง  
 $R_l$  = จำนวนคนที่ตอบคำถามใดถูกต้องในกลุ่มคนที่ได้คะแนนต่ำ  
 $N_h$  = จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มที่ได้คะแนนสูง คิดเป็น 50%  
 ของจำนวนผู้ตอบทั้งหมด (ใช้ 50% เพราะมี  
 ตัวอย่างประชากรน้อยกว่า 80 คน)  
 $N_l$  = จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มที่ได้คะแนนต่ำ คิดเป็น 50%  
 ของจำนวนผู้ตอบทั้งหมด (ใช้ 50% เพราะมี  
 ตัวอย่างประชากรน้อยกว่า 80 คน)

## 7. เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบตารางและความเรียง

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมุ่งศึกษาประสิทธิภาพของชุดการสอนสำหรับห้องเรียนแบบ  
 ศูนย์การเรียนสำหรับโรงเรียนครูคนเดียว ซึ่งเป็นบทเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับชั้น  
 ประถมศึกษาปีที่ 1, 2, 3 และ 4 ที่ผู้วิจัยได้เลือกบทเรียนมาสร้างชุดการสอนขึ้น 4 ชุด  
 แต่ละชุดมี 4 ศูนย์กิจกรรมและศูนย์สำรองอีก 1 ศูนย์ รวมเป็น 5 ศูนย์กิจกรรม ชุดการสอน  
 ทั้ง 4 จึงมีศูนย์กิจกรรมทั้งหมด 20 ศูนย์กิจกรรม และมีรายละเอียดในบทที่ 4 :  
 กระบวนการวิจัยชุดการสอนสำหรับห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนมีลำดับขั้นดังนี้

ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามสำหรับชุดการสอนทั้ง 4 ชุด ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษา  
 ศึกษปีที่ 1, 2, 3 และ 4 ของโรงเรียนบ้านซึ้งเหล็ก อำเภอประทาย ซึ่งทุกคนได้เรียนเรื่องที่  
 นำมาสร้างชุดการสอนมาแล้ว ผลการวิเคราะห์มีดังนี้

แบบสอบถามชุดการสอนที่ 1 เรื่อง ไก่ ได้นำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1  
 จำนวน 28 คน ปรากฏว่า แบบสอบถามมีอำนาจจำแนกจาก .21 ถึง .71 มีระดับความยากง่าย  
 .32 ถึง .64 มีความเชื่อมั่น .65

แบบสอบชุดการสอนที่ 2 เรื่อง รุ่งกินน้ำ ไก่นำไปทดสอบกับนักเรียนชั้น  
ประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 คน ปรากฏว่า แบบสอบมีอำนาจจำแนกจาก .20 ถึง  
.53 มีระดับความยากง่าย .23 ถึง .77 มีความเชื่อมั่น .57

แบบสอบชุดการสอนที่ 3 เรื่อง แม่เหล็ก ไก่นำไปทดสอบกับนักเรียนชั้น  
ประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 24 คน ปรากฏว่า แบบสอบมีอำนาจจำแนกจาก .25  
ถึง .58 มีระดับความยากง่าย .42 ถึง .75 มีความเชื่อมั่น .70

แบบสอบชุดการสอนที่ 4 เรื่อง แรงธรรมชาติ - แรงความโน้มถ่วง  
ไก่นำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 22 คน ปรากฏว่า  
แบบสอบมีอำนาจจำแนกจาก .27 ถึง .45 มีระดับความยากง่าย .23 ถึง .77  
มีความเชื่อมั่น .56

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัย แบ่งเป็นลำดับขั้นดังนี้

1. การหาประสิทธิภาพของชุดการสอนสำหรับห้องเรียนแบบศูนย์การ  
เรียนตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 ที่ตั้งไว้

80 ตัวแรก หมายถึงประสิทธิภาพของกระบวนการหรือคะแนนที่ผู้เรียน  
สามารถตอบคำถามในแบบฝึกหัดประจำศูนย์กิจกรรม ได้ถูกต้องโดยเฉลี่ยคิดเป็น  
ร้อยละ 80

80 ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ หรือคะแนนที่ผู้เรียนทำข้อ  
สอบภายหลังการเรียนบทเรียนในชุดการสอนได้ถูกต้องโดยเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 80

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า

ก. ชุดการสอนที่ 1 เรื่อง ไก่ ในการทดลองภาคสนาม มีประสิทธิภาพ  
ของกระบวนการร้อยละ 88.67 ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ 82.22 ประสิทธิภาพของ  
ชุดการสอนเท่ากับ 88.67/82.22

ข. ชุดการสอนที่ 2 เรื่อง รุ่งกินน้ำ ในการทดลองภาคสนามมีประสิทธิภาพของกระบวนการ 95.56 ประสิทธิภาพของผลสัมฤทธิ์ 92.67 ประสิทธิภาพของชุดการสอนเท่ากับ 95.56/92.67

ค. ชุดการสอนที่ 3 เรื่อง แม่เหล็ก ในการทดลองภาคสนาม ประสิทธิภาพของกระบวนการ 88.89 ประสิทธิภาพของผลสัมฤทธิ์ 82.22 ประสิทธิภาพของชุดการสอนเท่ากับ 88.89/82.22

ง. ชุดการสอนที่ 4 เรื่อง แรงธรรมชาติ - แรงความโน้มถ่วงมี ประสิทธิภาพของกระบวนการ 86.67 ประสิทธิภาพของผลสัมฤทธิ์ 79.17 ประสิทธิภาพของชุดการสอนเท่ากับ 86.67/79.17

2. การทดสอบหาความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของการสอบก่อนเรียน และหลังเรียนบทเรียน ผู้วิจัยได้นำชุดการสอนสำหรับห้องเรียนแบบศูนย์การเรียน ทั้ง 4 ชุด และแบบสอบไปทดลอง ปรากฏผลดังต่อไปนี้

ก. คะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของชุดการสอนที่ 1 เรื่อง ใก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น .01

ข. คะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของชุดการสอนที่ 2 เรื่อง รุ่งกินน้ำ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น .01

ค. คะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของชุดการสอนที่ 3 เรื่อง แม่เหล็ก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น .01

ง. คะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของชุดการสอนที่ 4 เรื่อง แรงธรรมชาติ - แรงความโน้มถ่วง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น .01

ผลการทดสอบหาความแตกต่างระหว่างคะแนนแบบสอบก่อนเรียนและหลังเรียนบทเรียน ปรากฏว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ทั้ง 4 ชุด แสดงว่าการเรียนจากชุดการสอน ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนรู้จริง



### การทดลองแบบหนึ่ง ท่อหนึ่ง

ผู้วิจัยได้ทดลองชุดการสอนทั้ง 4 ชุดกับนักเรียนโรงเรียนบ้านโนนทะยุง โดยให้ครูใหญ่โรงเรียนบ้านโนนทะยุงเป็นผู้สอน เริ่มสอนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ โดยเริ่มสอนชั้นถัดไป ในขณะที่นักเรียนชั้นที่สอนแล้วกำลังทำกิจกรรมการเรียน มีขั้นตอนในการสอนดังนี้

1. อธิบายวิธีเรียนชุดการสอนสำหรับห้องเรียนแบบศูนย์การเรียน
2. ให้นำเข้าสู่บทเรียน
3. นักเรียนทำแบบสอบก่อนเรียน
4. นักเรียนเรียนชุดการสอนที่ละศูนย์กิจกรรมและตอบคำถามลงในแบบฝึกปฏิบัติ
5. ครูสรุปบทเรียน
6. นักเรียนทำแบบสอบหลังเรียน

ตารางที่ 1 คะแนนทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอนที่ 1 เรื่อง ไข่ แบบหนึ่งท่อหนึ่ง

คนที่	คะแนนทดสอบ ก่อนเรียน	คะแนนแบบฝึก ปฏิบัติประจำศูนย์	คะแนนทดสอบ หลังเรียน
	I , (10)	X, (A=25)	F(10)
เด็กเก่ง	4	12	7
เด็กปานกลาง	2	10	5
เด็กอ่อน	.2	10	4
รวม	8	32	16
คะแนนเฉลี่ย	2.67	10.67	5.33
คะแนนคิดเป็นร้อยละ	26.67	42.67	53.33
		$E_1$	$E_2$

จากตาราง คะแนนทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอนที่ 1 เรื่อง ไก่  
แบบหนึ่งคอกหนึ่ง ชุดการสอนมีประสิทธิภาพ 42.67/53.33

ตารางที่ 2 คะแนนทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอนที่ 2 เรื่อง รุ่งกินน้ำ  
แบบหนึ่งคอกหนึ่ง

คนที่	คะแนนทดสอบ ก่อนเรียน I, (10)	คะแนนแบบฝึก ปฏิบัติประจำศูนย์ X, (A=24)	คะแนนทดสอบ หลังเรียน F(10)
เด็กเก่ง	3	21	7
เด็กปานกลาง	3	18	6
เด็กอ่อน	3	16	5
รวม	9	55	18
คะแนนเฉลี่ย	3	18.33	6
คะแนนคิดเป็นร้อยละ	30	76.39 (E <sub>1</sub> )	60 (E <sub>2</sub> )

จากตาราง คะแนนทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอนที่ 2 เรื่อง  
รุ่งกินน้ำ แบบหนึ่งคอกหนึ่ง ชุดการสอนมีประสิทธิภาพ 76.39/60

ตารางที่ 3 คะแนนทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอนที่ 3 เรื่อง แม่เหล็ก  
แบบหนึ่งกอนหนึ่ง

คนที่	คะแนนทดสอบ ก่อนเรียน	คะแนนแบบฝึก ปฏิบัติประจำศูนย์	คะแนนทดสอบ หลังเรียน
	I, (10)	X, (A=30)	F(10)
เด็กเก่ง	2	20	7
เด็กปานกลาง	3	14	5
เด็กอ่อน	1	13	3
รวม	6	47	15
คะแนนเฉลี่ย	2	15.67	5
คะแนนคิดเป็นร้อยละ	20	52.22 (E <sub>1</sub> )	50 (E <sub>2</sub> )

จากตาราง คะแนนทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอนที่ 3 เรื่อง  
แม่เหล็ก แบบหนึ่งกอนหนึ่ง ชุดการสอนมีประสิทธิภาพ 75.56/56.67

ตารางที่ 4 คะแนนทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอนที่ 4 เรื่อง แรงธรรมชาติ  
- แรงความโน้มถ่วง แบบหนึ่งข้อหนึ่ง

คนที่	คะแนนทดสอบ ก่อนเรียน I, (10)	คะแนนแบบฝึก ปฏิบัติประจำศูนย์ X, (A=30)	คะแนนทดสอบ หลังเรียน F, (10)
เด็กเก่ง	5	20	8
เด็กปานกลาง	3	16	6
เด็กอ่อน	3	17	5
รวม	11	53	19
คะแนนเฉลี่ย	3.67	17.67	6.33
คะแนนคิดเป็นร้อยละ	36.67	58.88 (E <sub>1</sub> )	63.33 (E <sub>2</sub> )

จากตารางคะแนนทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอนที่ 4 เรื่อง แรงธรรมชาติ  
- แรงความโน้มถ่วง แบบหนึ่งข้อหนึ่ง ชุดการสอนมีประสิทธิภาพ 58.88/63.33

ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของชุดการสอนที่สร้างขึ้น แบบหนึ่งข้อหนึ่ง  
ทั้ง 4 ชุด ปรากฏว่ามีประสิทธิภาพต่ำกว่า 80/80 แสดงว่า ชุดการสอนนี้จะต้องมี  
การปรับปรุงทั้งกระบวนการและเนื้อหาวิชาให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ก่อนที่จะนำไป  
ทดสอบแบบกลุ่มต่อไป

จากการสังเกตการทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ผู้วิจัยพบข้อบกพร่องหลายประการ  
เช่น

1. ครูมีเวลาศึกษาเกี่ยวกับชุดการสอนและการเรียนในห้องเรียนแบบ  
ศูนย์การเรียนไม่เพียงพอ
2. นักเรียนไม่คุ้นเคยกับถกรเรียนในห้องเรียนแบบศูนย์การเรียน
3. นักเรียนขาดทักษะในการทำข้อสอบแบบเลือกตอบ
4. นักเรียนขาดทักษะในการอ่าน การตีความ และการสรุปความ
5. นักเรียนขาดทักษะในการเขียนตอบในแบบฝึกปฏิบัติ
6. นักเรียนไม่คุ้นเคยกับการใช้อุปกรณ์ประกอบการเรียน
7. ขาดการสรุปบทเรียน

#### การทดลองแบบกลุ่ม

ผู้วิจัยได้ทดลองชุดการสอนทั้ง 4 ชุดกับนักเรียนโรงเรียนบ้านจะบู่  
(สมบูรณวิทยา) โดยให้ครูใหญ่โรงเรียนบ้านจะบู่เป็นผู้สอน มีลำดับขั้นในการทดลอง  
ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5 คะแนนทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอนที่ 1 เรื่อง ไก่ แบบกลุ่ม

คนที่	คะแนนทดสอบ ก่อนเรียน I, (10)	คะแนนแบบฝึก ปฏิบัติประจำสัปดาห์ X, (A=25)	คะแนนทดสอบ หลังเรียน F, (10)
1	2	15	7
2	0	18	9
3	2	16	8
4	1	14	7
5	7	11	8
6	2	14	5
7	3	13	7
8	1	12	7
9	1	12	6
10	2	11	6
รวม	21	136	70
คะแนนเฉลี่ย	2.1	13.6	7
คะแนนคิดเป็นร้อยละ	21	54.4 (E <sub>1</sub> )	70 (E <sub>2</sub> )

จากตารางคะแนนทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอนที่ 1 เรื่อง ไก่  
แบบกลุ่ม ชุดการสอนมีประสิทธิภาพ 54.4/70

ตารางที่ 6 คะแนนทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอนที่ 2 เรื่อง รุ่งกินน้ำ  
แบบกลุ่ม

คนที่	คะแนนทดสอบ ก่อนเรียน I, (10)	คะแนนแบบฝึก ปฏิบัติประจำศูนย์ X, (A=24)	คะแนนทดสอบ หลังเรียน F, (10)
1	5	21	9
2	5	21	8
3	5	20	8
4	1	18	8
5	1	18	7
6	5	22	8
7	2	16	7
8	2	18	7
9	4	17	9
10	4	21	6
รวม	34	192	77
คะแนนเฉลี่ย	3.4	19.2	7.7
คะแนนคิดเป็นร้อยละ	34	80 (E <sub>1</sub> )	77 (E <sub>2</sub> )

จากตารางคะแนนทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอนที่ 2 เรื่อง รุ่งกินน้ำ  
แบบกลุ่ม ชุดการสอนมีประสิทธิภาพ 80/77

ตารางที่ 7 คะแนนทดสอบประสิทธิภาพของการสอนที่ 3 เรื่อง แม่เหล็ก  
แบบกลุ่ม

คนที่	คะแนนทดสอบ ก่อนเรียน	คะแนนแบบฝึก ปฏิบัติประจำศูนย์	คะแนนทดสอบ หลังเรียน
	I, (10)	X, (A=24)	F, (10)
1	1	23	7
2	3	15	6
3	3	16	6
4	2	21	6
5	4	22	5
6	1	13	4
7	4	20	6
8	3	16	6
9	2	24	7
10	4	23	7
รวม	27	193	60
คะแนนเฉลี่ย	2.7	19.3	6
คะแนนคิดเป็นร้อยละ	27	64.33 (E <sub>1</sub> )	60 (E <sub>2</sub> )

จากตารางคะแนนทดสอบประสิทธิภาพของการสอนที่ 3 เรื่อง แม่เหล็ก  
แบบกลุ่ม การสอนมีประสิทธิภาพ 64.33/60



ตารางที่ 8 คะแนนทดสอบประสิทธิภาพบุคลากรสอนที่ 4 เรื่อง แรงธรรมชาติ-  
- แรงความโน้มถ่วง แบบกลุ่ม

คนที่	คะแนนทดสอบ ก่อนเรียน I, (10)	คะแนนแบบฝึก ปฏิบัติประจำศูนย์ X, (A=30)	คะแนนทดสอบ หลังเรียน F, (10)
1	3	16	6
2	3	17	5
3	4	16	6
4	4	19	5
5	5	20	8
6	6	25	7
7	3	25	8
8	4	23	5
9	4	26	7
10	7	21	9
รวม	43	208	66
คะแนนเฉลี่ย	4.3	20.8	6.6
คะแนนคิดเป็นร้อยละ	43	69.33 (E <sub>1</sub> )	66 (E <sub>2</sub> )

จากการวางคะแนนทดสอบประสิทธิภาพบุคลากรสอนที่ 4 เรื่อง แรงธรรมชาติ-  
- แรงความโน้มถ่วง แบบกลุ่ม บุคลากรสอนมีประสิทธิภาพ 69.33/66

หลังจากได้ปรับปรุงและนำชุดการสอนทั้ง 4 ชุดไปทดลองแบบกลุ่มแล้ว  
ปรากฏว่า ชุดการสอนทั้ง 4 ชุด มีประสิทธิภาพสูงขึ้น แต่ยังไม่ถึงเกณฑ์ประสิทธิภาพ  
80/80 จึงต้องมีการปรับปรุงอีกบางประการ ก่อนที่จะนำไปทดสอบแบบสนามต่อไป  
ข้อบกพร่องที่พบในการทดลองแบบกลุ่ม ได้แก่

1. ครูมีเวลาศึกษารูปการสอนและวิธีการเรียนแบบศูนย์การเรียนไม่เพียงพอ
2. นักเรียนไม่คุ้นเคยกับการเรียนในห้องเรียนแบบศูนย์การเรียน
3. นักเรียนขาดทักษะในการอ่านและการเขียน
4. นักเรียนลอกคำตอบจากบัตรเฉลยลงในแบบฝึกปฏิบัติ
5. การพิมพ์ตัวอักษรและภาพในบัตรเนื้อหา บัตรคำถาม และแบบฝึกปฏิบัติยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร
6. นักเรียนไม่คุ้นเคยกับการทำงานกลุ่ม ไม่ช่วยกันปฏิบัติกิจกรรมการเรียน

#### การทดลองภาคสนาม

ได้นำชุดการสอนทั้ง 4 ชุดไปทดลองกับนักเรียนโรงเรียนบ้านหนองโจก  
ทุกชั้น โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอน ในการทดลองภาคสนาม ผู้วิจัยได้ปรับปรุงเนื้อหา  
และกระบวนการใช้ชุดการสอนดังนี้

1. ตรวจแก้ตัวอักษรและภาพในชุดการสอนให้ถูกต้อง ชัดเจน
2. แก้ปัญหาครูมีเวลาศึกษารูปการสอนและวิธีการเรียนแบบศูนย์การเรียนไม่เพียงพอ โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนด้วยตนเอง
3. ปรับปรุงแบบฝึกปฏิบัติให้ใช้การเขียนตอบน้อยลง
4. แยกบัตรเฉลยออกจากชุดการสอน
5. อธิบายให้นักเรียนเข้าใจกระบวนการเรียนในห้องเรียนแบบศูนย์การเรียน และการทำงานกลุ่มดีขึ้น

6. เตรียมนักเรียนเกี่ยวกับวิธีทำข้อสอบแบบเลือกตอบ และการตอบคำถามลงในแบบฝึกปฏิบัติ

7. ช่วยเหลือนักเรียนที่ขาดทักษะในการอ่านด้วยการให้คำแนะนำหรืออ่านให้ฟัง และอธิบายจนเข้าใจ

8. สอนให้ครบทุกขั้นตอนของการใช้ชุดการสอน โดยเฉพาะขั้นสรุปบทเรียน ถ้าหากขาดขั้นตอนหนึ่งเพราะเวลาไม่เพียงพอ หรือครูลืมสอน อาจเป็นสาเหตุให้ผลการเรียนไม่ถึงเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้

9. ให้คำแนะนำในการประกอบกิจกรรมการเรียนรู้อย่างทั่วถึง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้อุปกรณ์การทดลอง

ผลการทดลองภาคสนามมีดังนี้

ตารางที่ 9 คะแนนทดสอบประสิทธิภาพของการสอนที่ 1 เรื่อง ไม้ ภาคสนาม

คนที่	คะแนนทดสอบ	คะแนนแบบฝึก	คะแนนทดสอบ	$d = F - I$	$d^2$
	ก่อนเรียน	ปฏิบัติประจำหน่วย	หลังเรียน		
	I, (10)	X, (A=30)	F, (10)		
1	4	21	8	4	16
2	2	23	7	5	25
3	4	22	8	4	16
4	2	23	7	5	25
5	2	24	7	5	25
6	3	23	8	5	25
7	6	22	9	3	9
8	6	23	10	4	16
9	6	22	8	2	4
10	6	21	9	3	9
11	7	22	9	2	4
12	5	21	7	2	4
13	5	23	8	3	9
14	5	24	9	4	16
15	4	22	8	4	16
16	2	21	8	6	36
17	4	21	9	5	25
18	6	21	9	4	16
รวม	79	399	148	$\Sigma d = 70$	$\Sigma d^2 = 296$

## ตารางที่ 9 (ต่อ)

คนที่	คะแนนทดสอบ ก่อนเรียน	คะแนนแบบฝึก ปฏิบัติประจำศูนย์	คะแนนทดสอบ หลังเรียน	$d = F - I$	$d^2$
	I, (10)	X, (A=30)	F, (10)		
คะแนนเฉลี่ย	4.39	21.17	8.22	$\bar{d} = 3.89$	
คะแนนคิดเป็นร้อยละ	43.89	88.67	82.22		
		(E <sub>1</sub> )	(E <sub>2</sub> )		

จากตาราง คะแนนทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนที่ 1 เรื่อง ไก่  
ภาคสนาม ชุดการสอนมีประสิทธิภาพ 88.67/82.22

ตารางที่ 10 คะแนนทดสอบประสิทธิภาพของการสอนที่ 2 เรื่อง รุ่งกินน้ำ ภาคสาม

คนที่	คะแนนทดสอบ	คะแนนแบบฝึก	คะแนนทดสอบ	
	ก่อนเรียน	ปฏิบัติประจำศูนย์	หลังเรียน	$d = F - I$ $d^2$
	$I, (10)$	$X, (A=24)$	$F, (10)$	
1	2	24	9	7   49
2	5	24	10	5   25
3	4	24	9	5   25
4	5	24	9	4   16
5	5	23	9	4   16
6	4	23	10	6   36
7	5	20	10	5   25
8	2	24	9	7   49
9	3	23	10	7   49
10	3	24	9	6   36
11	3	23	9	6   36
12	4	22	9	5   25
13	3	21	9	6   36
14	1	23	10	9   81
15	3	22	8	5   25
รวม	52	344	139	$\Sigma d = 87$ $\Sigma d^2 = 29$
คะแนนเฉลี่ย	3.47	22.93	9.27	$\bar{d} = 5.80$
คะแนนคิดเป็นร้อยละ	34.67	95.56	92.67	
		$(E_1)$	$(E_2)$	

จากตารางคะแนนทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนที่ 2 เรื่อง รุ่งกินน้ำ  
ภาคสนาม ชุดการสอนมีประสิทธิภาพ 95.56/92.67

ตารางที่ 11 คะแนนทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนที่ 3 เรื่อง แม่เหล็ก ภาคสนาม

คนที่	คะแนนทดสอบ	คะแนนแบบฝึก	คะแนนทดสอบ	$d = F - I$	$d^2$
	ก่อนเรียน	ปฏิบัติประจำศูนย์	หลังเรียน		
	I, (10)	X, (A=30)	F, (10)		
1	2	27	8	6	36
2	4	26	9	5	25
3	5	27	7	2	4
4	3	25	8	5	25
5	3	28	9	6	36
6	4	26	9	5	25
7	1	27	7	6	36
8	3	28	8	5	25
9	4	26	9	5	25
รวม	29	240	74	$\Sigma d = 45$	$\Sigma d^2 = 237$
คะแนนเฉลี่ย	3.22	26.67	8.22	$\bar{d} = 5$	
คะแนนกึ่ง- เบี่ยงเบน	32.22	88.89	82.22		
		(F <sub>1</sub> )	(F <sub>2</sub> )		

จากตารางคะแนนทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนที่ 3 เรื่อง แม่เหล็ก  
ภาคสนาม ชุดการสอนมีประสิทธิภาพ 88.89/82.22

ตารางที่ 12 คะแนนทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนที่ 4 เรื่อง แรงธรรมชาติ - แรงความโน้มถ่วง ภาคสนาม

คนที่	คะแนนทดสอบ	คะแนนแบบฝึก	คะแนนทดสอบ	$d = F - I$	$d^2$
	ก่อนเรียน	ปฏิบัติประจำศูนย์	หลังเรียน		
	I, (10)	X, (A=30)	F, (10)		
1	4	26	7	3	9
2	3	27	7	4	16
3	5	25	8	3	9
4	3	26	9	6	36
5	3	25	8	5	25
6	4	26	9	5	25
7	5	26	9	4	16
8	1	27	6	5	25
9	4	25	7	3	9
10	7	26	9	2	4
11	4	25	8	4	16
12	3	28	8	5	25
รวม	46	312	95	$\Sigma d = 49$	$\Sigma d^2 = 215$
คะแนนเฉลี่ย	3.83	26	7.92	$\bar{d} =$	4.08
คะแนนเกิดเป็นร้อยละ	38.33	86.67	79.17		
		(E <sub>1</sub> )	(E <sub>2</sub> )		

จากตารางคะแนนทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนที่ 4 เรื่อง แรงธรรมชาติ - แรงความโน้มถ่วง ชุดการสอนมีประสิทธิภาพ 86.67/79.17



การทดลองหาประสิทธิภาพของชุดการสอนภาคสนาม ปรากฏว่า ชุดการสอน  
ที่ 1 เรื่อง ไก่ มีประสิทธิภาพ 88.67/82.22 ถือว่ามีระดับเท่าเกณฑ์ประสิทธิภาพ  
80/80 ที่ตั้งไว้ ชุดการสอนที่ 2 เรื่อง รุงกินน้ำ มีประสิทธิภาพ 95.56/92.67  
ถือว่ามีระดับสูงกว่าเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 ที่ตั้งไว้ ชุดการสอนที่ 3 เรื่อง  
แม่เหล็ก มีประสิทธิภาพ 88.89/82.22 ถือว่ามีระดับเท่าเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80  
ที่ตั้งไว้ ชุดการสอนที่ 4 เรื่อง แรงธรรมชาติ - แรงความโน้มถ่วง มีประสิทธิภาพ  
86.67/79.17 ถือว่ามีระดับเท่าเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้

พิจารณาตามการกำหนดระดับประสิทธิภาพชุดการสอน 3 ระดับ คือ

1. "สูงกว่าเกณฑ์" เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้  
มีค่าเกิน 2.5% ขึ้นไป
2. "เท่าเกณฑ์" เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนเท่ากับหรือสูงกว่า  
เกณฑ์ที่ตั้งไว้ แต่ไม่เกิน 2.5 % ขึ้นไป
3. "ต่ำกว่าเกณฑ์" เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนต่ำกว่าเกณฑ์  
แต่ไม่ต่ำกว่า 2.5 % ถือว่ายังมีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้<sup>1</sup>

เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของชุดการสอนทั้ง 4 ชุดจากการทดลองภาค  
สนาม กับประสิทธิภาพของชุดการสอนทั้ง 4 ชุด จากการทดลองแบบกลุ่ม จะเห็น  
ได้ว่ามีประสิทธิภาพสูงขึ้น แสดงว่า ชุดการสอนที่ไปปรับปรุงหลังจากการทดลอง  
แบบกลุ่มแล้วมีคุณภาพดีขึ้น

<sup>1</sup> ชัยยงค์ พรหมวงศ์, สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และ สุภา สิ้นสกุล,  
"ระบบสื่อการสอน" หน้า 57.

การทดสอบความมีัยสำคัญของคะแนนเฉลี่ยแบบสอบก่อนและหลังเรียน  
แบบสอบชุดการสอนที่ 1 เรื่อง ไก่

1. สมมุติฐาน  $H_0 : \mu_1 = \mu_2$

$$\bar{d} = \frac{\sum d}{N}$$

$$= \frac{70}{18}$$

$$= 3.89$$

2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่าง

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

$$= \sqrt{\frac{296}{18} - \left(\frac{70}{18}\right)^2}$$

$$= \sqrt{1.32}$$

$$= 1.15$$

3. ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างระหว่างมัธยิมเลขคณิตของคะแนน

$$s_{\bar{d}} = \frac{S.D.d}{\sqrt{N-1}}$$

$$= \frac{1.15}{\sqrt{18-1}}$$

$$= \frac{1.15}{4.12}$$

$$= 0.28$$

## 4. ค่าเฉลี่ยที่ทราบส่วนวิกฤต

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\bar{d}}{s_{\bar{d}}} \\
 &= \frac{3.89}{0.28} \\
 &= 13.89
 \end{aligned}$$

เมื่อชนแห่งความเป็นอิสระเป็น  $(N-1)$  คือ  $(18-1) = 17$  ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .01  $df = 17$   $t$  มีค่า 2.90 ค่า  $t$  ที่คำนวณได้  $= 13.89 > 2.90$  ดังนั้น ค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบสอบก่อนเรียน และหลังเรียนต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 จึงกล่าวได้ว่า การเรียนด้วยชุดการสอนที่ 1 เรื่อง ไก่ ทำให้นักเรียนมีความรู้ดีขึ้น

แบบสอบชุดการสอนที่ 2 เรื่อง รุงกินน้ำ

1. สมมุติฐาน  $H_0: \mu_1 = \mu_2$

$$\begin{aligned}
 \bar{d} &= \frac{\sum d}{N} \\
 &= \frac{87}{15} \\
 &= 5.80
 \end{aligned}$$

2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่าง

$$\begin{aligned}
 S.D. d &= \sqrt{\frac{\sum d^2}{N} - \left(\frac{\sum d}{N}\right)^2} \\
 &= \sqrt{\frac{529}{15} - \left(\frac{87}{15}\right)^2} \\
 &= \sqrt{1.63} \\
 &= 1.28
 \end{aligned}$$

3. ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างระหว่างมัธยฐานเลขคณิตของคะแนน

$$\begin{aligned}
 s_{\bar{d}} &= \frac{S.D. d}{\sqrt{N-1}} \\
 &= \frac{1.28}{\sqrt{15-1}} \\
 &= \frac{1.28}{3.74} \\
 &= 0.34
 \end{aligned}$$

4. ค่าจำนวนอัตราสวนวิกฤต

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\bar{d}}{s_{\bar{d}}} \\
 &= \frac{5.80}{0.34} \\
 &= 17.06
 \end{aligned}$$

เมื่อทราบถึงความเป็นอิสระเป็น  $(N-1)$  คือ  $(15-1) = 14$  ที่ระดับความมีนัยสำคัญ  $.01$   $df = 14$   $t$  มีค่า  $2.98$  ถ้า  $t$  ที่คำนวณได้  $= 17.06 > 2.98$  ดังนั้นค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบสอบก่อนเรียนและหลังเรียนต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ  $.01$  จึงกล่าวได้ว่าการเรียนด้วยชุดการสอนที่ 2 เรื่อง รุ่งกินน้ำ ทำให้นักเรียนมีความรู้ดีขึ้น

แบบสอบถามการสอนที่ 3 เรื่อง แม่เหล็ก

1. สมมุติฐาน  $H_0 : \mu_1 = \mu_2$

$$\bar{d} = \frac{\sum d}{N}$$

$$= \frac{45}{9}$$

$$= 5$$

2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่าง

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

$$= \sqrt{\frac{237}{9} - (5)^2}$$

$$= \sqrt{1.33}$$

$$= 1.15$$

3. ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างระหว่างมัธยฐานเลขคณิตของคะแนน

$$\bar{d}$$

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

$$= \frac{1.15}{\sqrt{9-1}}$$

$$= \frac{1.15}{2.83}$$

$$= 0.41$$

1. คำนวณอัตราส่วนวิกฤติ

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\bar{d}}{s_d} \\
 &= \frac{5}{0.41} \\
 &= 12.20
 \end{aligned}$$

เมื่อชั้นแห่งความเป็นอิสระเป็น  $(N-1)$  คือ  $(9-1) = 8$   
 ที่ระดับความมีนัยสำคัญ  $.01$   $df = 8$  มีค่า  $t$  มีค่า  $3.36$  ค่า  $t$  ที่คำนวณได้  
 $= 12.20 > 3.36$  ดังนั้นค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบสอบก่อนเรียนและหลังเรียน  
 ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ  $.01$  จึงกล่าวได้ว่า การเรียนด้วยชุดการสอน  
 ที่ 3 เรื่อง แม่เหล็ก ทำให้นักเรียนมีความรู้ที่  
 แบบสอบชุดการสอนที่ 4 เรื่อง แรงธรรมชาติ - แรงความโน้มถ่วง

1. สมมุติฐาน  $H_0: \mu_1 = \mu_2$

$$\begin{aligned}
 \bar{d} &= \frac{\sum d}{N} \\
 &= \frac{49}{12} \\
 &= 4.08
 \end{aligned}$$

2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแตกต่าง

$$\begin{aligned}
 S.D. d &= \sqrt{\frac{\sum d^2}{N} - \left(\frac{\sum d}{N}\right)^2} \\
 &= \sqrt{\frac{215}{12} - \left(\frac{49}{12}\right)^2} \\
 &= \sqrt{13.84} \\
 &= 3.72
 \end{aligned}$$

3. ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลทางระหว่างมัธยัมเลขคณิตของคะแนน

$$\begin{aligned}
 \sigma_{\bar{x}} &= \frac{S.D.}{\sqrt{N-1}} \\
 &= \frac{3.72}{\sqrt{12-1}} \\
 &= \frac{3.72}{3.32} \\
 &= 1.12
 \end{aligned}$$

4. จำนวนอัตราส่วนวิกฤต

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\bar{d}}{\sigma_{\bar{d}}} \\
 &= \frac{4.08}{1.12} \\
 &= 3.64
 \end{aligned}$$

เมื่อชนแห่งความเป็นอิสระเป็น  $(N-1)$  คือ  $(12-1) = 11$  ที่ระดับความมีนัยสำคัญ  $.01$   $df = 11$   $t$  มีค่า  $3.11$  ถ้า  $t$  ที่คำนวณได้  $= 3.64 > 3.11$  ดังนั้น ค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ  $.01$  จึงกล่าวได้ว่าการเรียนด้วยชุดการสอนที่ 4 เรือง แรงธรรมชาติ - แรงความโน้มถ่วงทำให้นักเรียนมีความรู้ดีขึ้น

การวิเคราะห์ข้อสอบในแบบสอบของชุดการสอน

การวิเคราะห์หาอำนาจจำแนกและความยากง่ายของข้อสอบ

ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบของชุดการสอนที่ 1 เรื่อง ไก่

จำนวน ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$R_h$	8	8	12	11	7	8	8	10	14	7
$R_l$	1	4	5	5	2	5	2	3	4	3
$R_h - R_l$	7	4	7	6	5	3	4	7	10	4
$R_h + R_l$	9	12	17	16	9	13	10	13	18	10
$D_i$	.32	.43	.62	.57	.32	.46	.36	.46	.64	.36
$V_i$	.50	.29	.50	.43	.36	.21	.43	.50	.71	.29

จากตารางผลการวิเคราะห์ข้อสอบของชุดการสอนที่ 1 เรื่อง ไก่ จะเห็นว่า ข้อสอบมีความยากง่ายปานกลาง และมีอำนาจจำแนกปานกลาง นอกจากข้อ 6 ซึ่งมีอำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ



ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบของชุดการสอนที่ 2 เรื่อง รุ่งกินน้ำ

จำนวน	ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	$R_h$	12	14	13	12	14	6	13	12	9	14
	$R_l$	9	9	7	8	6	1	6	6	1	9
	$R_h - R_l$	3	5	6	4	8	5	7	6	8	5
	$R_h + R_l$	21	23	20	20	20	7	19	18	10	23
	$D_i$	.70	.77	.67	.67	.67	.23	.63	.60	.33	.77
	$V_{\pm}$	.20	.33	.40	.27	.53	.33	.47	.40	.53	.33

จากตารางผลการวิเคราะห์ข้อสอบของชุดการสอนที่ 2 เรื่อง รุ่งกินน้ำ จะเห็นว่าข้อสอบมีความยากง่ายปานกลาง และมีอำนาจจำแนกปานกลาง ยกเว้นข้อ 1 ซึ่งมีอำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ

ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบของชุดการสอนที่ 3 เรื่อง แม่เหล็ก

ชนิด จำนวน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$R_h$	11	11	9	9	10	9	8	10	8	8
$R_l$	5	7	6	2	3	2	2	7	4	4
$P_h - R_l$	6	4	5	7	7	7	6	3	4	4
$R_h + R_l$	16	18	15	11	13	11	10	17	12	12
$D_i$	.67	.75	.63	.46	.54	.46	.42	.71	.50	.50
$V_i$	.50	.33	.42	.58	.58	.58	.50	.25	.33	.33

จากตารางผลการวิเคราะห์ข้อสอบของชุดการสอนที่ 3 เรื่อง แม่เหล็ก จะเห็นว่าข้อสอบมีความยากง่ายปานกลาง และเมื่ออำนาจจำแนกปานกลาง

ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบของชุดการสอนที่ 4 เรื่อง แรงธรรมชาติ -  
- ความโน้มถ่วง

จำนวน \ ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$R_h$	9	7	4	7	6	11	10	8	8	9
$R_l$	6	3	1	3	2	6	7	3	4	5
$R_h - R_l$	3	4	3	4	4	5	3	5	4	4
$R_h + R_l$	15	10	15	10	8	17	17	11	12	14
$D_i$	.68	.45	.23	.45	.36	.77	.77	.50	.55	.64
$V_i$	.27	.36	.27	.36	.36	.45	.27	.45	.36	.36

จากการวิเคราะห์ข้อสอบของชุดการสอนที่ 4 เรื่อง  
แรงธรรมชาติ - แรงความโน้มถ่วง จะเห็นว่า ข้อสอบมีความยากง่ายปานกลาง  
และมีอำนาจจำแนกปานกลาง

การหาความเชื่อมั่นของแบบสอบถามของบุคลากรสอนแต่ละบุคคล

ตารางที่ 17 การหาความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม

คนที่	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_1^2$	$x_2^2$	$x_3^2$	$x_4^2$
1	9	9	9	9	81	81	81	81
2	8	9	9	9	64	81	81	81
3	8	9	9	8	64	81	81	<b>64</b>
4	7	8	9	8	49	64	81	64
5	7	8	8	7	49	64	<b>64</b>	<b>49</b>
6	7	8	8	7	49	64	64	49
7	7	8	8	7	49	64	64	49
8	6	8	7	6	36	64	49	36
9	6	8	7	6	36	64	49	36
10	6	7	7	6	36	49	49	36
11	6	7	6	6	36	49	36	36
12	6	7	6	5	36	49	36	25
13	5	7	5	5	25	49	25	25
14	5	7	5	5	25	49	25	25
15	4	7	5	5	16	49	25	25
16	4	6	5	5	16	36	25	25
17	3	6	5	4	9	36	25	16
18	3	6	4	3	9	36	16	9
19	3	5	4	3	9	25	16	9

ตารางที่ 17 (ต่อ)

คนที่	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_1^2$	$x_2^2$	$x_3^2$	$x_4^2$
20	3	5	3	2	9	25	9	4
21	3	5	2	2	9	25	4	4
22	3	5	2	1	9	25	4	1
23	3	5	2		9	25	4	
24	2	4	0		4	16	0	
25	1	4			1	16		
26	1	3			1	9		
27	1	3			1	9		
28	0	3			0	9		
29		3				9		
30		0				0		
$\Sigma$	127	180	135	119	373	1222	913	749
$\bar{M}$	4.54	6	5.63	5.41				

คำนวณหาความเชื่อมั่นของแบบสอบถามโดยวิธีสุ่มของคูเคอร์ ริชาร์คสัน

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

$r_{tt}$  = สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม  
 $X$  = คะแนนของแบบสอบถาม  
 $n$  = จำนวนข้อสอบ  
 $N$  = จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง  
 $\sigma_t^2$  = ค่าความแปรปรวนของแบบสอบถาม  
 $\sigma_t^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$   
 $X_1$  = คะแนนของแบบสอบถามชุดการสอบที่ 1  
 $X_2$  = คะแนนของแบบสอบถามชุดการสอบที่ 2  
 $X_3$  = คะแนนของแบบสอบถามชุดการสอบที่ 3  
 $X_4$  = คะแนนของแบบสอบถามชุดการสอบที่ 4

ตารางที่ 18 ผลการคำนวณหาความเชื่อมั่นของแบบสอบถามชุดการสอบทั้ง 4 ชุด

	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$
$\sigma_t^2$	$= \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$			
	$= \frac{28 \times 737 - (127)^2}{28(28-1)}$	$= \frac{(30 \times 1222) - (180)^2}{30(30-1)}$	$= \frac{(24 \times 913) - (135)^2}{24(24-1)}$	$= \frac{(22 \times 749) - (119)^2}{22(22-1)}$
	$= \frac{20636 - 16129}{28 \times 27}$	$= \frac{36660 - 32400}{30 \times 29}$	$= \frac{21912 - 18225}{24 \times 23}$	$= \frac{16478 - 14161}{22 \times 21}$
	$= \frac{4507}{756}$	$= \frac{4260}{870}$	$= \frac{3687}{552}$	$= \frac{2317}{462}$
	$= 5.96$	$= 4.90$	$= 6.68$	$= 5.02$
$\frac{n \sigma_t^2 - M(n-M)}{\sigma_t^2 (n-1)}$				
	$= \frac{(10 \times 5.96) - 4.54(10-4.54)}{5.95(10-1)}$	$= \frac{(10 \times 4.9) - 6(10-6)}{4.9(10-1)}$	$= \frac{(10 \times 6.68) - 5.63(10-5.63)}{6.68(10-1)}$	$= \frac{(10 \times 5.02) - 5.41(10-5.41)}{5.02(10-1)}$
	$= \frac{5.96 - (4.54 \times 5.46)}{5.96 \times 9}$	$= \frac{49 - (6 \times 4)}{4.9 \times 9}$	$= \frac{66.8 - (5.63 \times 4.37)}{6.68 \times 9}$	$= \frac{50.2 - (5.41 \times 4.59)}{5.02 \times 9}$
	$= \frac{5.96 - 24.79}{53.64}$	$= \frac{49 - 24}{44.10}$	$= \frac{66.8 - 24.60}{60.12}$	$= \frac{50.2 - 24.83}{45.18}$
	$= \frac{34.81}{53.64}$	$= \frac{25}{44.10}$	$= \frac{42.20}{60.12}$	$= \frac{25.37}{45.18}$
	$= 0.65$	$= 0.57$	$= 0.70$	$= 0.56$

ตารางที่ 19 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ข้อมูลชุดการสอนทั้ง 4 ชุด

ชุดการสอน ที่	คะแนนแบบฝึก- ปฏิบัติประจำศูนย์ คิดเป็นร้อยละ (E <sub>1</sub> )	คะแนนทดสอบ หลังเรียนคิด- เป็นร้อยละ (E <sub>2</sub> )	อัตราส่วนวิกฤต (t) ของความ ก้าวหน้า	ชั้นแห่งความ เป็นอิสระ df = N-1
1	88.67	82.22	13.89	17
2	95.56	92.67	17.06	14
3	88.89	82.22	12.20	8
4	86.67	79.17	3.64	11

จากตารางเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ข้อมูลชุดการสอนทั้ง 4 ชุด  
จะเห็นว่า ชุดการสอนที่ 2 เรื่อง รุ่งกินน้ำ มีประสิทธิภาพและอัตราส่วนวิกฤต  
ของความก้าวหน้าสูงที่สุด ชุดการสอนที่ 4 เรื่อง แรงธรรมชาติ - แรงความโน้มถ่วง  
มีประสิทธิภาพและอัตราส่วนวิกฤตของความก้าวหน้าต่ำที่สุด