

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการพัฒนาสื่อการสอนมัลติมีเดียบนเครือข่ายไร้สาย m-learning เรื่อง ธรรมชาติ ด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เพื่อส่งเสริมการนำตนเอง ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยโดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 3.1 ประชากร กลุ่มตัวอย่างและผู้เชี่ยวชาญ
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา
- 3.3 วิธีการสร้างเครื่องมือ
- 3.4 วิธีการดำเนินการศึกษา
- 3.5 วิธีการในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากร กลุ่มตัวอย่างและผู้เชี่ยวชาญ

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนดอนเมืองจตุรจินดา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 จำนวน 5 ห้องเรียน 129 คน จัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนดอนเมืองจตุรจินดา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 จำนวน 1 ห้องเรียน 25 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย

3.1.3 ผู้เชี่ยวชาญ

คือผู้ที่มีความรู้ความสามารถมีความชำนาญเพื่อประเมินคุณภาพของสอนมัลติมีเดียบนเครือข่ายไร้สาย m-learning เรื่อง ธรรมชาติ โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เพื่อส่งเสริมการนำตนเอง ได้จากวิธีการเลือกแบบเจาะจงซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิอย่างแท้จริง และยินดีจะมาเป็นผู้เชี่ยวชาญ

3.1.3.1 ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสมบูรณ์ทางด้านเนื้อหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ เป็นผู้ที่มีความรู้ไม่ต่ำกว่าปริญญาโทและเป็นผู้มีประสบการณ์สอนในงานด้านการเรียนการสอนผู้เรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์ไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวน 3 คน ซึ่งได้จากการเลือกแบบเจาะจง (Specified Sampling) ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิอย่างแท้จริง และยินดีจะมาเป็นผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

- | | | |
|--------------------------|---------|---|
| 1. ผศ.ดร.สุพจน์ ไชยสังข์ | ตำแหน่ง | รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการวิทยาลัยนานาชาติ
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา |
| 2. ดร.เกศินี โสขุมา | ตำแหน่ง | ประธานสาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา
คณะครุศาสตร์
คณะศิลปบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง |
| 3. นางสาวสิรินทร ไสยะหุด | ตำแหน่ง | ครูเชี่ยวชาญ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนคอนเมืองจตุรจินดา |

3.1.3.2 ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบด้านสื่อมัลติมีเดียเป็นผู้ชำนาญทางด้านเนื้อหาที่มีวุฒิการศึกษาไม่น้อยกว่าระดับปริญญาโท หรือผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวกับด้านสื่อประสมไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวน 3 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Specified Sampling) จากผู้ที่เป็นผู้เชี่ยวชาญอย่างแท้จริงและยินดีเป็นผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ดังนี้

- | | | |
|-----------------------|---------|---|
| 1. ผศ.ดร.สุรพล บุญลือ | ตำแหน่ง | อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีการเรียนรู้และ
สื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี |
| 2. ดร.สรัญญา เชื้อทอง | ตำแหน่ง | อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีการเรียนรู้และ
สื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี |
| 3. ดร.สรกฤษ มณีวรรณ | ตำแหน่ง | อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีการเรียนรู้และ
สื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี |

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

3.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

1. แผนการสอน เรื่อง ตรรกศาสตร์ ที่ใช้สื่อการสอนมัลติมีเดียบนเครือข่ายไร้สาย m-learning โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านเพื่อส่งเสริมการนำตนเอง
2. สื่อการสอนมัลติมีเดียบนเครือข่ายไร้สาย m-learning เรื่อง ตรรกศาสตร์

3.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

1. แบบสำรวจการใช้งานอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย
2. แบบประเมินหาคุณภาพของการพัฒนาสื่อการสอนมัลติมีเดียบนเครือข่ายไร้สาย m-learning เรื่อง ตรรกศาสตร์ ด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เพื่อส่งเสริมการนำตนเอง สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านสื่อ
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องตรรกศาสตร์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกจำนวน 20 ข้อ
4. แบบประเมินคุณลักษณะการนำตนเอง
5. แบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้สื่อการสอนมัลติมีเดียบนบนเครือข่ายไร้สาย m-learning เรื่องตรรกศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 16 ข้อ

3.3 วิธีการสร้างเครื่องมือ

3.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้

การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ตรรกศาสตร์ ที่ใช้สื่อการสอนมัลติมีเดียบนเครือข่ายไร้สาย m-learning โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านเพื่อส่งเสริมการนำตนเองมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
2. ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3
3. วิเคราะห์หลักสูตรสถานศึกษา
4. ศึกษาธรรมชาติของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
5. ศึกษาการวัดผลและการประเมินผลของรายวิชาคณิตศาสตร์

6. ศึกษาแหล่งเรียนรู้และสื่อที่จะใช้ในการเรียนการสอน
7. ศึกษาองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้
8. ศึกษาเทคนิควิธีการสอนที่หลากหลาย ศึกษา กระบวนการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เพื่อส่งเสริมการนำตนเอง
9. ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้
10. จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ และปฏิทินการเรียนของชั้น
11. นำแผนการจัดการเรียนรู้ ที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญไปตรวจสอบความสอดคล้องเหมาะสม
12. ทำการปรับแก้ตามที่คุณเชี่ยวชาญแนะนำ
13. นำแผนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้

3.3.2 สื่อการสอนมัลติมีเดียบนเครือข่ายไร้สาย m-learning เรื่อง ตรรกศาสตร์

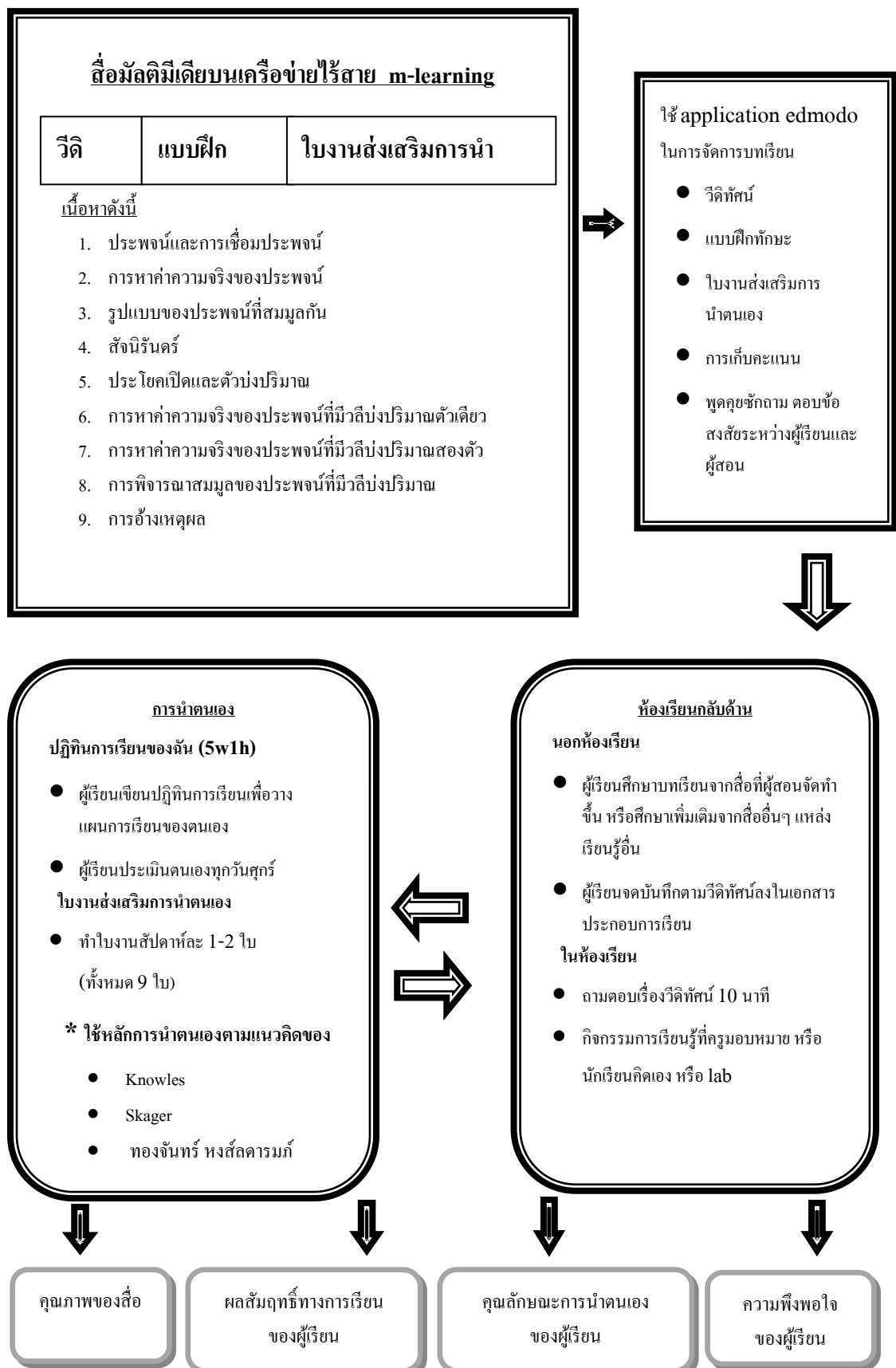
สื่อการสอนมัลติมีเดียบนเครือข่ายไร้สาย m-learning เรื่อง ตรรกศาสตร์ โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เพื่อส่งเสริมการนำตนเองจะอยู่ในรูปแบบวิถีทัศน์ที่มีการจัดการกลุ่มเรียน ด้วยโปรแกรม edmodo ผ่านโทรศัพท์มือถือหรือแท็บเล็ต โดยมีเอกสารแบบฝึกทักษะ และใบงาน เสริมสร้างการนำตนเองด้วย โดย อาศัยหลักการออกแบบของ ADDIE model ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ขั้นการวิเคราะห์ มีขั้นตอนในการดำเนินงาน ดังนี้

การพัฒนาสื่อการสอนมัลติมีเดียบนเครือข่ายไร้สาย m-learning โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เพื่อส่งเสริมการนำตนเอง ต้องมีการวิเคราะห์ถึงปัญหาของการเรียนการสอน เทคนิคการสอน กระบวนการจัดการเรียนรู้ สื่อการสอน ที่ส่งผลถึงความรู้ความเข้าใจของนักเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์

ขั้นที่ 2 ขั้นตอนการออกแบบ มีขั้นตอนในการดำเนินงาน ดังนี้

รวบรวมข้อมูลที่ได้ และหาข้อสรุป แล้วจึงเขียนแผนผังสิ่งที่ต้องจัดทำในการพัฒนาสื่อการสอนมัลติมีเดียบนเครือข่ายไร้สาย m-learning โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เพื่อส่งเสริมการนำตนเอง หลังจากเสร็จแล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษา ตรวจสอบ และทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ โดยแผนผังเป็นดังนี้



รูปที่ 3.1 แผนผังในการพัฒนาสื่อมัลติมีเดีย m - learning

การออกแบบการนำตนเอง

การออกแบบให้มีการส่งเสริมการนำตนเองในการวิจัยครั้งนี้ได้อ้างอิงแนวความคิดของ Knowles, Skager และ ทองจันทร์ หงส์คารมภ์ ซึ่งสามารถสังเคราะห์ได้มาเป็นข้อสรุปดังนี้

1. การหาความจำเป็นของการเรียนรู้ของคน (Learning Needs)
2. การตั้งเป้าหมายของการเรียนรู้ (Learning Goals)
3. การแสวงหาแหล่งความรู้ทั้งที่เป็นวัสดุและเป็นบุคคล (Learning Strategies)
4. การเลือกวิธีการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับตน (Learning Strategies)
5. การประเมินผลการเรียนรู้ของคน (Learning Evaluation)

ตารางที่ 3.1 แสดงการส่งเสริมการนำตนเอง

การนำตนเอง	การส่งเสริมการนำตนเอง
1. การหาความจำเป็นของการเรียนรู้ของคน (Learning Needs)	● ครูชี้แนะให้นักเรียนเห็นความจำเป็นในการเรียน เรื่อง ตรรกศาสตร์ ● ผู้เรียนสำรวจความรู้ที่มีและหาความจำเป็นในการแสวงหาความรู้เพิ่มเพื่อใช้ความรู้แก้ปัญหาในใบงานส่งเสริมการนำตนเอง
2. การตั้งเป้าหมายของการเรียนรู้ (Learning Goals)	● ผู้เรียนวางแผนการเรียนของตนเองในปฏิทินการเรียนทุกสัปดาห์ ● ใบงานส่งเสริมการนำตนเอง
3. การแสวงหาแหล่งความรู้ทั้งที่เป็นวัสดุและเป็นบุคคล (Learning Strategies)	● ผู้เรียนระบุแหล่งเรียนรู้เพิ่มเติมจากสื่อของครูในปฏิทินการเรียนทุกสัปดาห์ ● ผู้เรียนต้องศึกษาจากแหล่งรู้เพิ่มเติมเพื่อแก้ปัญหาในใบงานส่งเสริมการนำตนเอง
4. การเลือกวิธีการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับตน (Learning Strategies)	● ผู้เรียนระบุแนวทางการเรียนตนเองในปฏิทินการเรียนทุกสัปดาห์ ● ใบงานส่งเสริมการนำตนเอง
5. การประเมินผลการเรียนรู้ของคน (Learning Evaluation)	● ผู้เรียนประเมินตนเองในปฏิทินการเรียนในวันสุดท้ายของทุกสัปดาห์ ● ประเมินตนเองในใบงานส่งเสริมการนำตนเอง เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

ขั้นที่ 3 ขั้นการพัฒนา มีขั้นตอนในการดำเนินงาน ดังนี้

เมื่อได้สรุปข้อมูลจากอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญแล้วจึงวางโครงร่างเนื้อหาโดยจะรวบรวมข้อมูลเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องตรรกศาสตร์ เพื่อจัดทำเป็นแบบฝึกทักษะ วิดีทัศน์และใบงานเสริมสร้างการนำตนเอง และเมื่อได้ผ่านการพิจารณาจากอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญแล้วถือเป็นการรับรองก่อนจะนำไปจัดสร้างและพัฒนาในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 4 ขั้นตอนการสร้าง มีขั้นตอนในการดำเนินงาน ดังนี้

1. เลือกโปรแกรมในการผลิตสื่อการสอนมัลติมีเดียบนเครือข่ายไร้สาย m-learning มีหลายส่วนที่ต้องดำเนินการจากหลายโปรแกรม ประกอบไปด้วยโปรแกรม ดังนี้

1. โปรแกรมตัดต่อวิดีโอเพื่อทำวิดีโอ ซึ่งเป็นโปรแกรมหลักที่ใช้
2. โปรแกรมอัดวิดีโอ
3. โปรแกรมวาดเขียน
4. โปรแกรมวาดภาพกราฟิกแบบเวกเตอร์ ใช้ในการจัดเตรียมทรัพยากร และ

ส่วนประกอบต่างๆ อาทิ รูปประกอบ ข้อความ

5. โปรแกรมตกแต่ง ตัดต่อรูปภาพ ที่มีความสามารถสูง
6. โปรแกรมที่ช่วยในการตกแต่งรูปภาพเพิ่มเติม

2. เลือกเนื้อหาที่จะใช้ทำวิดีโอจากแบบฝึกทักษะที่ได้จัดทำไว้แล้ว มาเรียงลำดับเนื้อหา และเขียนสคริปเนื้อหาที่จะทำเป็นวิดีโอ พร้อมกับให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ตรวจสอบความถูกต้องโดยให้ครอบคลุมเนื้อหา ดังนี้

1. ประพจน์และการเชื่อมประพจน์
2. การหาค่าความจริงของประพจน์
3. รูปแบบของประพจน์ที่สมมูลกัน
4. สัจนิรันดร์
5. ประโยคเปิดและตัวบ่งปริมาณ
6. การหาค่าความจริงของประพจน์ที่มีตัวบ่งปริมาณของตัวแปรเดียว
7. การหาค่าความจริงของประพจน์ที่มีตัวบ่งปริมาณของตัวแปรสองตัว
8. การพิจารณาสมมูลของประพจน์ที่มีตัวบ่งปริมาณ
9. การอ้างเหตุผล

3. ทำการผลิตสื่อการสอนมัลติมีเดียบนเครือข่ายไร้สาย m-learning โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เพื่อส่งเสริมการนำตนเองซึ่งประกอบไปด้วย

1. แบบฝึกทักษะ เรื่อง ตรรกศาสตร์
2. วิดีทัศน์

3. ใบงานเสริมสร้างการนำตนเองตามกระบวนการเรียนรู้แบบการนำตนเอง ซึ่งอ้างอิงจากแนวคิดของ Knowles, Skager และ ทองจันทร์ หงส์คารมภ์

ขั้นที่ 5 ขั้นการประเมินผล มีขั้นตอนในการดำเนินงาน ดังนี้

1. นำสื่อการสอนมัลติมีเดียบนเครือข่ายไร้สาย m-learning โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เพื่อส่งเสริมการนำตนเอง ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อมัลติมีเดีย และด้านเนื้อหาทำการตรวจสอบรวมทั้งสิ้น 6 ท่าน
2. หลังจากที่คุณเชี่ยวชาญได้ดำเนินการตรวจสอบเรียบร้อยแล้ว ก็จะนำข้อบกพร่องและข้อเสนอแนะมาแก้ไขปรับปรุงคุณภาพ ด้านเนื้อหาและด้านสื่อมัลติมีเดียให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

3.3.3 แบบสำรวจการใช้งานอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย

แบบสำรวจการใช้งานอุปกรณ์สื่อสารไร้สาย สร้างขึ้นโดย

1. การศึกษาการใช้งาน และแนวโน้มการใช้งานอุปกรณ์สื่อสารไร้สายจากนักเรียนโดยการสอบถามและนำมาสร้างเป็นแบบสำรวจ
2. นำแบบสำรวจไปตรวจสอบความสอดคล้องโดยผู้เชี่ยวชาญ
3. แก้ไขปรับปรุงแบบสำรวจตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้แบบสำรวจมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

3.3.4 แบบประเมินคุณภาพสื่อมัลติมีเดีย

แบบประเมินหาคุณภาพของสื่อการสอนมัลติมีเดียบนเครือข่ายไร้สาย m-learning โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านเพื่อส่งเสริมการนำตนเอง ในการประเมินหาคุณภาพสื่อการสอนมัลติมีเดียบนเครือข่ายไร้สาย m-learning เรื่องตรรกศาสตร์ โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านเพื่อส่งเสริมการนำตนเอง ผู้ศึกษาได้แบ่งการประเมินคุณภาพเป็น 2 ด้าน คือ

ก. แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา

ข. แบบประเมินคุณภาพด้านสื่อมัลติมีเดีย

โดยผู้ศึกษาได้ใช้แบบประเมินคุณภาพเป็นข้อคำถามเกี่ยวกับสื่อการสอนมัลติมีเดียบนเครือข่ายไร้สาย m-learning เรื่องตรรกศาสตร์ โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านเพื่อส่งเสริมการนำตนเองจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านสื่อมัลติมีเดียและเนื้อหาซึ่งผู้ศึกษาสร้างแบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ต (Likerts Scale) คือ 5 4 3 2 และ 1 โดยกำหนดความหมายคะแนนของตัวเลือกในแบบประเมินแต่ละข้อ ดังนี้ [92]

5 คะแนน หมายถึง คุณภาพดีมาก

4 คะแนน หมายถึง คุณภาพดี

- 3 คะแนน หมายถึง คุณภาพปานกลาง
- 2 คะแนน หมายถึง คุณภาพน้อย
- 1 คะแนน หมายถึง คุณภาพน้อยที่สุด

นำแบบประเมินที่สร้างเสร็จแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านสื่อมัลติมีเดีย และเนื้อหา ทำการประเมิน แล้วนำแบบประเมินที่ได้รับมาคำนวณหาประสิทธิภาพของการพัฒนาสื่อการสอนมัลติมีเดียบนเครือข่ายไร้สาย m-learning เรื่องตรรกศาสตร์ โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เพื่อส่งเสริมการนำตนเอง โดยค่าเฉลี่ยที่ 3.50 ขึ้นไป

3.3.5 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้ศึกษาดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาสาระมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยการวิเคราะห์ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้แกนกลาง เพื่อสร้างแบบทดสอบ

2. ศึกษาเอกสารทฤษฎี หลักการและแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ

3. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้น จำนวน 50 ข้อ นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ ตรวจสอบความถูกต้องของสาระการเรียนรู้และตัวชี้วัด โดยวิธีของโรวิลลีและแฮมบิลตัน โดยให้คะแนนผลการตัดสิน ดังนี้

- + 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับตัวชี้วัด
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับตัวชี้วัด
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับตัวชี้วัด

คะแนนค่าความสอดคล้องต้องมากกว่า .50 ขึ้นไป จึงเป็นข้อสอบที่สามารถนำไปใช้ได้

4. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ ปรากฏว่า ข้อสอบที่ผู้ศึกษาค้นคว้าสร้างขึ้นทั้งหมด 50 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.66 - 1.00

5. นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว จำนวน 50 ข้อ ทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนดอนเมืองจาตุรจินดา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 แล้วนำผลสัมฤทธิ์มาวิเคราะห์ค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากระหว่าง .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทดสอบแล้วได้ข้อสอบตามเกณฑ์ระดับค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) จากแบบทดสอบ จำนวน 50 ข้อ

คัดเลือกได้แบบทดสอบจำนวน 20 ข้อ ได้ค่าความยาก ตั้งแต่ 0.33 ถึง 0.78 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.21 ถึง 0.62 [93]

6. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ 20 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2557 เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR – 20 ของคูเดอร์ริชาร์ดสัน ได้ค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบเท่ากับ 0.86

7. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ปรับปรุงแล้วไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 โรงเรียนคอนเมืองจตุรจินดา

3.3.6 แบบประเมินความพึงพอใจ

การสร้างแบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 จำนวน 25 คน ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

แบบประเมินความพึงพอใจ เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับหาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการสอน มัลติมีเดียบนเครือข่ายไร้สาย m-learning เรื่องตรรกศาสตร์ โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบ ห้องเรียนกลับด้านเพื่อส่งเสริมการนำตนเอง แล้วนำผลที่ได้มาหาความพึงพอใจของเรียน ซึ่งมี ขั้นตอนในการออกแบบและสร้างแบบประเมินดังนี้

1. ทำการศึกษาแบบประเมินของงานวิจัยที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ

2. กำหนดประเด็นที่ต้องการประเมินเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินให้ตรงกับสิ่งที่ต้องการจะนำมาประเมินผล

3. ออกแบบแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน และทำการกำหนดระดับคุณภาพต่างๆ ให้อยู่ในรูปของระดับความพึงพอใจเป็น แบบประเมินค่า 5 ระดับตามวิธีของลิเคิร์ต (Likerts Scale) คือ 5 4 3 2 และ 1 โดยการกำหนดความหมายคะแนนของตัวเลือกในแบบประเมินแต่ละข้อ ดังนี้

5 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมากที่สุด

4 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมาก

3 หมายถึง ระดับความพึงพอใจปานกลาง

2 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อย

1 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อยมาก

4. เมื่อทำการร่างแบบประเมินเสร็จแล้ว ส่งให้อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัยตรวจสอบ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของแบบประเมินที่ร่างขึ้น

5. หลังจากอาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัยตรวจสอบ และให้คำแนะนำในการแก้ไขแบบประเมิน ผู้วิจัยนำแบบแบบประเมิน มาทำการปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้ได้แบบประเมินที่มีคุณภาพ เมื่อทำการแก้ไขแบบประเมินเรียบร้อยแล้วจึงนามาจัดพิมพ์ เพื่อนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลต่อไป

3.3.7 แบบประเมินคุณลักษณะการนำตนเอง

เป็นแบบประเมินคุณลักษณะการนำตนเองของผู้เรียนที่เกิดจาก การศึกษาสื่อการสอนมัลติมีเดียบนเครือข่ายไร้สาย m-learning เรื่องตรรกศาสตร์ โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เพื่อส่งเสริมการนำตนเอง โดยใช้แบบประเมินที่มีลักษณะเป็นแบบประเมินค่า 5 ระดับตามวิธีของลิเคิร์ต (Likerts Scale) คือ 5 4 3 2 และ 1 โดยการกำหนดความหมายคะแนนของตัวเลือกในแบบประเมินแต่ละข้อ ดังนี้

- 5 คะแนน หมายถึง มีความเข้าใจในระดับดีมาก
- 4 คะแนน หมายถึง มีความเข้าใจในระดับดี
- 3 คะแนน หมายถึง มีความเข้าใจในระดับปานกลาง
- 2 คะแนน หมายถึง มีความเข้าใจในระดับน้อย
- 1 คะแนน หมายถึง มีความเข้าใจในระดับน้อยที่สุด

1. วิเคราะห์รูปแบบโครงสร้าง สาระสำคัญของแบบประเมินคุณลักษณะการนำตนเอง ซึ่งอ้างอิงจากแนวคิดของ Knowles, Skager และ ทองจันทร์ หงส์ลดาธรรม์ โดยสร้างแบบประเมินคุณลักษณะการนำตนเองเป็นแบบให้คะแนนการเรียนรู้ แบบรูบิคส์สกอว์

2. ศึกษาตัวอย่างแบบประเมินจากงานวิจัยที่ใกล้เคียงที่เกี่ยวกับการประเมินตนเองเกี่ยวกับคุณลักษณะการนำตนเอง

3. ร่างแบบประเมินจำนวน 10 ข้อ เสนออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อคำถาม แล้วปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

4. นำแบบประเมินคุณลักษณะการนำตนเอง ของผู้เรียนที่เกิดขึ้นหลักจากได้ศึกษาจากสื่อการสอนมัลติมีเดียบนเครือข่ายไร้สาย m-learning เรื่องตรรกศาสตร์ โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เพื่อส่งเสริมการนำตนเอง ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้ในการวิจัย

3.4 วิธีการดำเนินการศึกษา

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงทดลอง (Experimental research) มีกลุ่มทดลองจำนวน 1 กลุ่ม โดยผู้ศึกษาค้นคว้าใช้แบบแผนการศึกษาแบบ One - Group Pretest - Posttest Design ซึ่งมีรูปแบบการศึกษาตามตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงแบบแผนการทดลองแบบ One - Group Pretest - Posttest Design

การสุ่มห้อง	ทดสอบก่อนฝึก	ฝึก (Treatment)	ทดสอบหลังฝึก
R	T ₁	X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

R หมายถึง การสุ่มห้อง

T₁ หมายถึง การทดสอบก่อนการทดลอง

X หมายถึง การทดลองสอนโดยใช้สื่อการสอนมัลติมีเดียบนเครือข่ายไร้สาย

m-learning เรื่องตรรกศาสตร์ โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบห้องเรียน
กลับด้าน เพื่อส่งเสริมการนำตนเอง

T₂ หมายถึง การทดสอบหลังการทดลอง

3.4.1 ขั้นตอนในการดำเนินการศึกษาวิจัย

การทดลองสอนดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 เป็นเวลา 26 ชั่วโมง โดยไม่รวมเวลาที่ใช้ในการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) และหลังเรียน (Posttest) โดยมีขั้นตอนการดำเนินการทดลองดังนี้

1. **ปฐมนิเทศ** จัดปฐมนิเทศนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับวิธีการและขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้สื่อการสอนมัลติมีเดียบนเครือข่ายไร้สาย m-learning เรื่องตรรกศาสตร์ โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เพื่อส่งเสริมการนำตนเอง

2. **ทดสอบก่อนเรียน (Pretest)** เมื่อกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 จำนวน 25 คน ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย ผ่านการแนะนำสื่อการสอนมัลติมีเดียบนเครือข่ายไร้สาย m-learning เรื่องตรรกศาสตร์ โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านเพื่อส่งเสริมการนำตนเองแล้ว ผู้วิจัยจะให้กลุ่มตัวอย่างทุกคนทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest) เพื่อให้ทราบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความสามารถอยู่ในระดับใด และทำการเก็บผลคะแนนจากการทดสอบของกลุ่มตัวอย่างไว้

3. **การจัดกระทำ (Treatment)** ให้กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 จำนวน 25 คน ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย เรียนจากสื่อการสอนมัลติมีเดียบนเครือข่ายไร้สาย m-learning เรื่อง ตรรกศาสตร์ โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านเพื่อส่งเสริมการนำตนเอง ซึ่งผู้เรียน จะมีวิธีการเรียนโดยมีสื่อหลักคือสื่อมัลติมีเดียที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นด้วยการศึกษานอกเวลาเรียนและกลับมาทำแบบฝึกทักษะในห้องเรียน โดยจะส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการนำตนเองซึ่งใช้แผนการจัดการเรียนรู้ในการควบคุมผู้เรียน ใน 1 สัปดาห์จะมีเวลาเรียน 5 คาบเรียนในคาบแรกจะให้ผู้เรียนวางแผนการเรียนของตนเองในปฏิทินการเรียน ด้วยการหาความจำเป็นของการเรียนรู้ การตั้งเป้าหมายของการเรียนแสวงหาแหล่งความรู้เลือกวิธีการเรียนรู้ที่เหมาะสม และประเมินผลการเรียนรู้ของตน โดยมีครูเป็นผู้แนะนำและผู้เรียนประเมินตนเองในคาบสุดท้ายของสัปดาห์ และสัปดาห์ถัดไปก็ให้ผู้เรียนปฏิบัติเอง

4. **การทดสอบหลังเรียน (Posttest)** หลังจากทีกลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 จำนวน 25 คน ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย ได้ศึกษา จากสื่อการสอนมัลติมีเดียบนเครือข่ายไร้สาย m-learning เรื่องตรรกศาสตร์ โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เพื่อส่งเสริมการนำตนเอง แล้วผู้วิจัยจะให้กลุ่มตัวอย่างทุกคนทำแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest) เพื่อให้ทราบว่ากลุ่มตัวอย่างเกิดความรู้ความเข้าใจหลังจากศึกษาแหล่งเรียนรู้ เพิ่มขึ้นในระดับใดพร้อมกับให้นักเรียนทุกคนทำแบบประเมินความพึงพอใจ แบบประเมินคุณลักษณะการนำตนเอง และทำการเก็บผลคะแนนจากกลุ่มตัวอย่างไว้

5. **ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล** ที่ได้จากการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านสื่อมัลติมีเดีย คะแนนจากแบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบหลังเรียน แบบประเมินความพึงพอใจ และแบบประเมินคุณลักษณะการนำตนเอง ของกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 จำนวน 25 คน ได้มาจากการเลือกอย่างเจาะจงซึ่งจะนำมารวมและหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลและค่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และนำมาเปรียบเทียบกับสมมติฐาน

3.5 วิธีการในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. **วิเคราะห์หาคุณภาพ** ของสื่อการสอนมัลติมีเดียบนเครือข่ายไร้สาย m-learning เรื่องตรรกศาสตร์ โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านเพื่อส่งเสริมการนำตนเอง โดยใช้วิธีในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ การนำผลการประเมินคุณภาพของเนื้อหาและสื่อมัลติมีเดียเรื่อง “ตรรกศาสตร์” โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เพื่อส่งเสริมการนำตนเองที่ได้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ มาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยคำนวณค่าที่ได้จากแบบ

ประเมินคุณภาพทั้งทางด้านการสมบรูณ์ของเนื้อหาและทางด้านสื่อมัลติมีเดีย ของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งนำข้อมูลจากการประเมินด้วยเกณฑ์การประเมินตาม ระดับคุณภาพ 5 ระดับ

- 5 คะแนน หมายถึง คุณภาพดีมาก
- 4 คะแนน หมายถึง คุณภาพดี
- 3 คะแนน หมายถึง คุณภาพปานกลาง
- 2 คะแนน หมายถึง คุณภาพน้อย
- 1 คะแนน หมายถึง คุณภาพน้อยที่สุด

คะแนนที่ได้จากแบบประเมินคุณภาพมาหาคำนวณค่าเฉลี่ยแล้ว นำค่าเฉลี่ยที่คำนวณไปเปรียบเทียบกับค่าระดับน้ำหนักคะแนน ดังนี้ [92]

ถ้าค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง	4.50-5.00	หมายถึง	มีคุณภาพระดับดีมาก
ถ้าค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง	3.50-4.49	หมายถึง	มีคุณภาพระดับดี
ถ้าค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง	2.50-3.49	หมายถึง	มีคุณภาพระดับปานกลาง
ถ้าค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง	1.50-2.49	หมายถึง	มีคุณภาพระดับน้อย
ถ้าค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง	1.00-1.49	หมายถึง	มีคุณภาพระดับน้อยที่สุด
ค่าที่ขอรับได้คือ	3.50 ขึ้นไป		

2. วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากการนำผลจากการทำข้อสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติ t-test Dependent

3. วิเคราะห์คุณลักษณะการนำตนเอง จากการนำผลจากการตอบแบบประเมินคุณลักษณะการนำตนเองของผู้เรียนที่เรียนด้วยสื่อการสอนมัลติมีเดียบนเครือข่ายไร้สาย m-learning เรื่อง ธรรมชาติ โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านเพื่อส่งเสริมการนำตนเอง มาวิเคราะห์โดยใช้สถิติ ค่าเฉลี่ยแบบแจกแจงความถี่และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำค่าเฉลี่ยที่คำนวณไปเปรียบเทียบกับค่าระดับน้ำหนักคะแนนแล้วแปลความหมาย [92]

ถ้าค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง	4.50 -5.00	หมายถึง	มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
ถ้าค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง	3.50 -4.49	หมายถึง	มีความพึงพอใจในระดับมาก
ถ้าค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง	2.50 -3.49	หมายถึง	มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง
ถ้าค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง	1.50 -2.49	หมายถึง	มีความพึงพอใจในระดับน้อย
ถ้าค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง	1.00 -1.49	หมายถึง	มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด
ค่าที่ขอรับได้คือ	3.50 ขึ้นไป		

4. **วิเคราะห์ความพึงพอใจ** จากการนำผลจากการตอบแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการพัฒนาสื่อการสอนมัลติมีเดียบนเครือข่ายไร้สาย m-learning เรื่องตรรกศาสตร์ โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านเพื่อส่งเสริมการนำตนเอง มาวิเคราะห์โดยใช้สถิติ ค่าเฉลี่ยแบบแจกแจงความถี่และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำค่าเฉลี่ยที่คำนวณไปเปรียบเทียบกับค่าระดับน้ำหนักคะแนนแล้วแปลความหมาย [92]

ถ้าค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง	4.50 -5.00	หมายถึง	มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
ถ้าค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง	3.50 -4.49	หมายถึง	มีความพึงพอใจในระดับมาก
ถ้าค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง	2.50 -3.49	หมายถึง	มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง
ถ้าค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง	1.50 -2.49	หมายถึง	มีความพึงพอใจในระดับน้อย
ถ้าค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง	1.00 -1.49	หมายถึง	มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด
ค่าที่ยอมรับได้คือ	3.50 ขึ้นไป		

3.5.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติที่ใช้วิเคราะห์ผลจากแบบประเมินคุณภาพ การพัฒนาสื่อการสอนมัลติมีเดียบนเครือข่ายไร้สาย m-learning เรื่องตรรกศาสตร์ โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านเพื่อส่งเสริมการนำตนเอง ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนและผลการ ประเมินคุณลักษณะการนำตนเอง โดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- ค่าเฉลี่ยเลขคณิต [93]

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

เมื่อ

X แทน คะแนนดิบ

$\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

$\sum X$ แทน ผลรวมหรือผลบวกของคะแนนทั้งหมด

- ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน [93]

$$\text{สูตร} \quad S = \frac{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2}}{n - 1}$$

เมื่อ	S	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	X	แทน	คะแนนดิบ
	N	แทน	จำนวนนักเรียน
	$\sum$	แทน	ผลรวม
	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ โดยการหาค่าความเที่ยงตรงตามโครงสร้างของแบบทดสอบ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ การวิเคราะห์ความยากง่าย การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้แบบทดสอบของ คูเดอร์ - ริชาร์ดสัน

- สถิติที่ใช้ในการหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) [93]

$$\text{สูตร} \quad IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์
เชิงพฤติกรรม

หมายถึง $\sum R$ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา
N หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

- สถิติที่ใช้ในการหาค่าความยากง่าย (P) [93]

$$\text{สูตร} \quad P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P แทน ดัชนีความยากของข้อสอบ
 R แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบข้อนั้นถูก
 N แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบนั้นทั้งหมด

- สถิติที่ใช้ในการหาค่าอำนาจจำแนก (D) [93]

$$\text{สูตร } D = \frac{U}{n_U} - \frac{L}{n_L}$$

เมื่อ	D	แทน ดัชนีค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
	U	แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มคะแนนสูง
	L	แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มคะแนนต่ำ
	n_U	แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ตอบถูกในกลุ่มคะแนนสูง
	n_L	แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ตอบถูกในกลุ่มคะแนนต่ำ

- สถิติที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร
คูเดอร์-ริชาร์ดสันสูตรที่ 20 (KR-20) ดังนี้ [93]

$$\text{สูตร } r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{\sigma^2} \right\}$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งหมด
	k	แทน จำนวนข้อสอบ
	p	แทน สัดส่วนของผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
	q	แทน สัดส่วนของผู้ตอบผิดในแต่ละข้อ
	$\sum pq$	แทน ผลรวมของผลคูณของสัดส่วนผู้ตอบถูก กับสัดส่วนผู้ตอบผิด
	σ^2	แทน ค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

- ค่าความแปรปรวน

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

เมื่อ	σ^2	แทน ค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ
	N	แทน จำนวนนักเรียน
	$\sum x$	แทน ผลรวมของคะแนน
	$\sum x^2$	แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

3.5.3 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใช้ t-test Dependent Variables

นำผลต่างระหว่างคะแนนทดสอบหลังเรียน และก่อนเรียนไปคำนวณจากสูตร t-test Dependent แล้วเปรียบเทียบกับตารางนัยที่สำคัญที่ระดับ .05 ดังนี้ [93]

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

เมื่อ t = ทดสอบความแตกต่างของข้อมูลก่อนเรียนและหลังเรียน

D = ผลต่างของคะแนนแต่ละคู่

N = จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง