

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการพัฒนาสื่อประเภทหนังสือการ์ตูน ศึกษาความพึงพอใจ และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการทดสอบก่อนเรียนกับการทดสอบหลังเรียนจากการเรียนด้วยหนังสือการ์ตูนเรื่องการวิเคราะห์เวกเตอร์ วิชาสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2545 โดยแบ่งการดำเนินงานวิจัยตามลำดับขั้นตอนดังนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การสร้างเครื่องมือ
- 3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่ทำการเรียนการสอนในสายช่างอุตสาหกรรม ได้แก่ วิทยาเขตขอนแก่น วิทยาเขตสกลนคร และวิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่ลงทะเบียนเรียนในปีการศึกษา 2548 จำนวนทั้งหมด 150 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

ในการศึกษาครั้งนี้ใช้กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ที่ลงทะเบียนเรียนในปีการศึกษา 2548 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตสกลนคร สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 30 คน โดยได้จากวิธีการสุ่มแบบเจาะจง ในการวิจัยเชิงทดลองไม่จำเป็นต้องใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ โดยกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้เกณฑ์ ร้อยละ 15-30 ของจำนวนประชากรอยู่ในหลักร้อย (ยูทท ไกยวรรณ, 2546 : 99)

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

งานวิจัยนี้ประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 4 ชนิด คือ

3.2.1 หนังสือการ์ตูน เรื่องการวิเคราะห์เวกเตอร์ วิชาสนามแม่เหล็กไฟฟ้า

3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการวิเคราะห์เวกเตอร์ วิชาสนามแม่เหล็กไฟฟ้า โดยใช้แบบทดสอบชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก

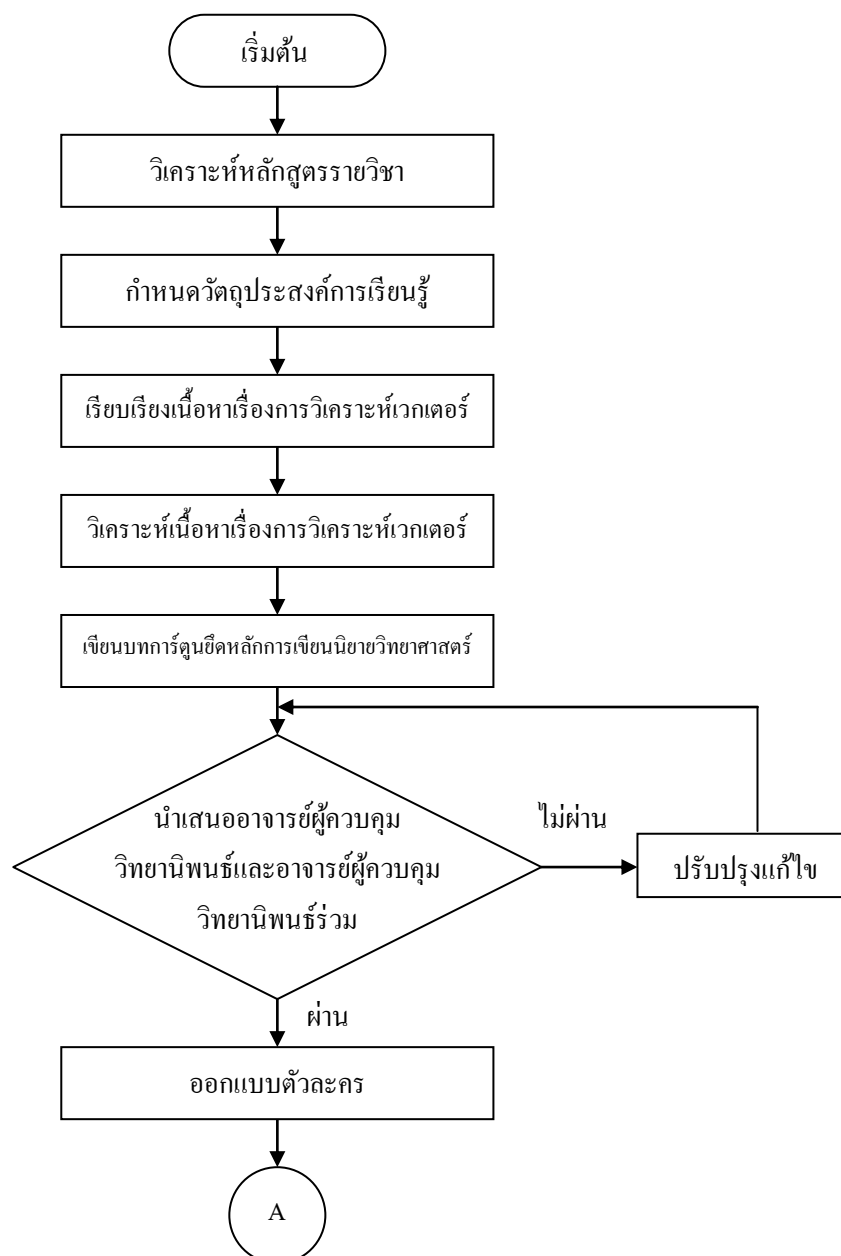
3.2.3 แบบประเมินคุณภาพหนังสือการ์ตูน เรื่องการวิเคราะห์เวกเตอร์ วิชาสนามแม่เหล็กไฟฟ้า

3.2.4 แบบสอบถามความพึงพอใจหนังสือการ์ตูน เรื่องการวิเคราะห์เวกเตอร์ วิชาสนามแม่เหล็กไฟฟ้า

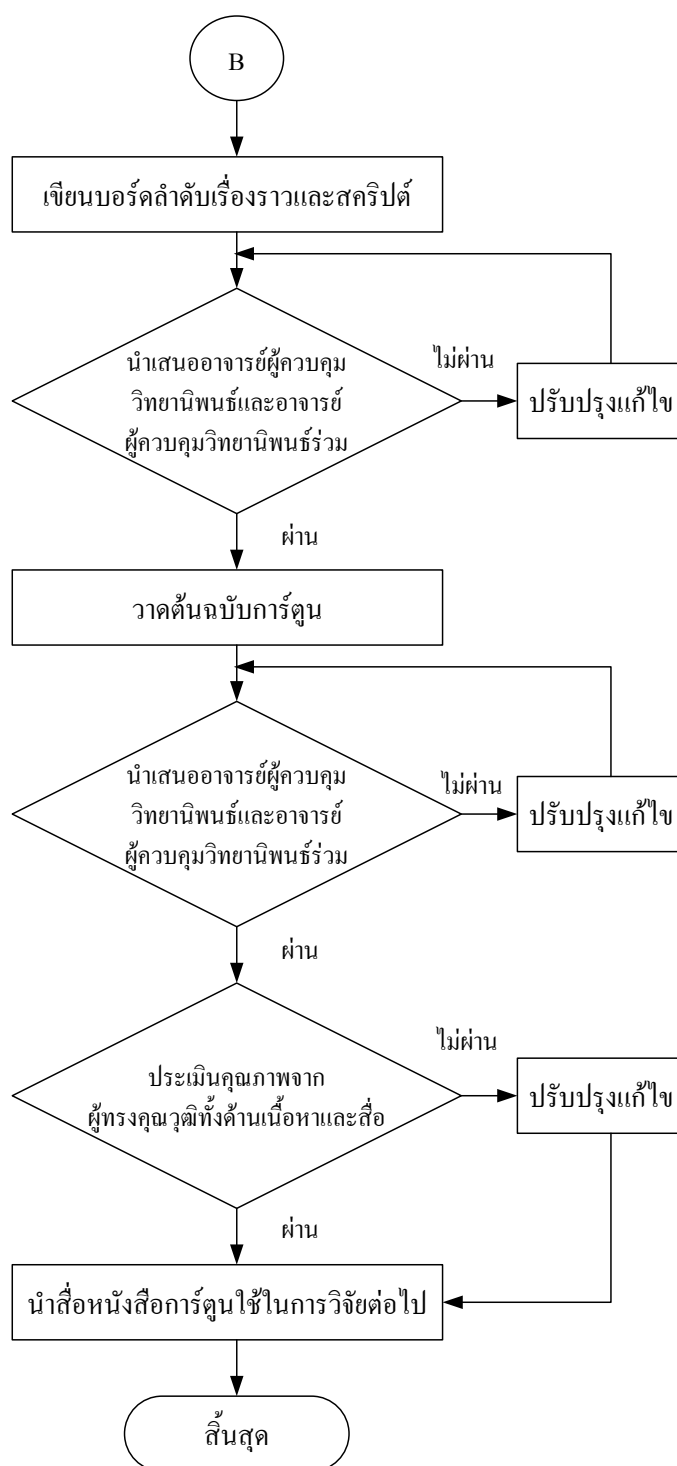
3.3 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

3.3.1 การออกแบบและสร้างหนังสือการ์ตูนเรื่องการวิเคราะห์เวกเตอร์ วิชาสนามแม่เหล็กไฟฟ้า

ในการออกแบบและสร้างหนังสือการ์ตูน ผู้วิจัยได้ยึดหลักการพื้นฐานในการผลิตสื่อ และหลักการสร้างสรรค์การ์ตูนแบบเรื่องสั้นแนววิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการสร้างเครื่องมือดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แผนผังการสร้างสื่อต้นฉบับหนังสือการ์ตูน



รูปที่ 3.1 (ต่อ)

3.3.1.1 วิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา

ผู้วิจัยเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาสนามแม่เหล็กไฟฟ้า โดยทำการแบ่งหน่วยบทเรียน และหัวข้อย่อย เพื่อให้ได้รายละเอียดของหน่วยเรียนที่จะนำมาเขียนบทการ์ตูน มีลักษณะรายวิชากำหนดไว้ดังนี้

ศึกษาเกี่ยวกับปริมาณเวกเตอร์ และปริมาณสเกลาร์ กฎของคูลอมบ์ กฎของเกาส์ ทฤษฎีไคเวอร์เจน กฎของแอมแปร์ สมการพัวซองค์ สมการลาปลาซ พลังงานศักย์ไฟฟ้า ตัวนำ ไดโอิเล็กตริกและคาปาซิเตนซ์ ปริมาณทางไฟฟ้าระบบจลน์รูปทรงต่างๆ สนามแม่เหล็กไฟฟ้าสถิต สารแม่เหล็กและความเหนี่ยวนำ สนามแปรเปลี่ยนตามเวลา สมการแมกซ์เวลล์

จากนั้นผู้วิจัยได้วิเคราะห์เนื้อหาด้วยวิธีการทำ Concept Map (สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์, 2536) แบ่งหน่วยเรียนได้ 7 หน่วย ผู้วิจัยได้เลือกมาสร้างการ์ตูนจำนวน 1 หน่วย คือ หน่วยที่ 1 เรื่องการวิเคราะห์เวกเตอร์ สาเหตุที่ผู้วิจัยเลือกหน่วยเรียนดังกล่าวเนื่องจากว่า เป็นพื้นฐานของวิชา สนามแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งจำเป็นสำหรับการเรียนเนื้อหาที่มีความซับซ้อนในลำดับต่อไป จากนั้นนำรายละเอียดของเนื้อหาในบทเรียน เรื่องการวิเคราะห์เวกเตอร์ ที่ได้เลือกมากำหนดกรอบและขอบข่ายเนื้อหา แสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 การแบ่งหน่วยการเรียนรู้

หน่วยที่	เนื้อหาวิชาสนามแม่เหล็กไฟฟ้า	จำนวนคาบ (คาบละ 50 นาที)
1	การวิเคราะห์เวกเตอร์ 1.1 ปริมาณสเกลาร์และปริมาณเวกเตอร์ 1.1.1 ปริมาณสเกลาร์ 1.1.2 ปริมาณเวกเตอร์ 1.2 กฎเกณฑ์พีชคณิตเวกเตอร์ 1.2.1 การบวกและการลบเวกเตอร์ 1.2.2 การคูณเวกเตอร์ด้วยปริมาณสเกลาร์ 1.2.3 ส่วนประกอบของเวกเตอร์และเวกเตอร์หน่วย 1.2.4 ผลคูณเชิงสเกลาร์ 1.2.5 ผลคูณเชิงเวกเตอร์ 1.3 ระบบเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงแบบต่าง ๆ 1.3.1 ระบบเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงสี่เหลี่ยม 1.3.2 ระบบเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงกระบอก และการแปลงระบบ 1.3.3 ระบบเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงกลมและ การแปลงระบบ	9 คาบ/450 นาที 1 คาบ/50 นาที 3 คาบ/150 นาที 5 คาบ/250 นาที

3.3.1.2 การกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้

เมื่อได้รายการเนื้อหาของหัวข้อแล้ว ผู้วิจัยกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยพิจารณาจากลักษณะของเนื้อหาและวัตถุประสงค์ในหลักสูตร กำหนดเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมตามหลักการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Strategies) ของบลูม (Bloom Taxonomies) ที่ต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถหลังจากเรียนจบบทเรียน ดังแสดงใน ตารางที่ 3.2 (สุรางค์ โค้วตระกูล, 2545)

ตารางที่ 3.2 วัตถุประสงค์การเรียนรู้

หน่วยที่	วัตถุประสงค์	จำนวนคาบ (คาบละ 50 นาที)
1	การวิเคราะห์เวกเตอร์	9 คาบ/450 นาที
	1.1 รู้ปริมาณสเกลาร์และปริมาณเวกเตอร์	1 คาบ/50 นาที
	1.1.1 บอกปริมาณสเกลาร์	
	1.1.2 บอกปริมาณเวกเตอร์	
	1.2 เข้าใจกฎเกณฑ์พีชคณิตเวกเตอร์	3 คาบ/150 นาที
	1.2.1 อธิบายและคำนวณการบวกและการลบเวกเตอร์	
	1.2.2 อธิบายการคูณเวกเตอร์ด้วยปริมาณสเกลาร์	
	1.2.3 บอกส่วนประกอบของเวกเตอร์และเวกเตอร์หน่วย	
	1.2.4 อธิบายและคำนวณผลคูณเชิงสเกลาร์	
	1.2.5 อธิบายและคำนวณผลคูณเชิงเวกเตอร์	
	1.3 เข้าใจระบบเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงแบบต่าง ๆ	5 คาบ/250 นาที
	1.3.1 อธิบายและคำนวณระบบเวกเตอร์สามมิติแกน ประสานทรงสี่เหลี่ยม	
	1.3.2 อธิบายและคำนวณระบบเวกเตอร์สามมิติแกน ประสานทรงกระบอกและการแปลงระบบ	
	1.3.3 อธิบายและคำนวณระบบเวกเตอร์สามมิติแกน ประสานทรงกลมและการแปลงระบบ	

3.3.1.3 เรียบเรียงเนื้อหาวิชาสนามแม่เหล็กไฟฟ้า เรื่องการวิเคราะห์เวกเตอร์ ผู้วิจัยทำการเรียบเรียงเนื้อหาจากหนังสือ ตำรา วิชาสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ของ William H. Hayt and John A. Buck (2001) , Magdy F. Iskanda (1992) และ วิสุมิ อธิพรธรรม (2543) ให้สอดคล้องวัตถุประสงค์การเรียนรู้

3.3.1.4 วิเคราะห์เนื้อหาเรื่องการวิเคราะห์เวกเตอร์ เป็นการวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อหาประเด็นสำคัญ กลวิธีเกร็ดความรู้ และตัวอย่าง เพื่อให้การ์ตูนที่สร้างขึ้นมาสามารถอธิบายเนื้อหาเรื่องการวิเคราะห์เวกเตอร์ได้เข้าใจง่ายขึ้น และจดจำทฤษฎีต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

3.3.1.5 เขียนบทการ์ตูนโดยยึดหลักการเขียนนิยายวิทยาศาสตร์ตามเนื้อหาที่ได้ผ่านการวิเคราะห์มาแล้ว สาเหตุที่ผู้วิจัยเลือกการใช้สื่อประเภทหนังสือการ์ตูนเพราะการ์ตูนตอบสนองจินตนาการ โดยไม่ยึดติดกับความเป็นจริงหรือขีดความสามารถของมนุษย์ ผู้วิจัยเขียนบทการ์ตูนทั้งหมดด้วยกัน 9 ตอน เพื่ออธิบายเนื้อหาเรื่องการวิเคราะห์เวกเตอร์ วิชาสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ได้ดังนี้

ตารางที่ 3.3 ชื่อตอนและความสัมพันธ์ของเนื้อเรื่องกับวัตถุประสงค์การสอน

ตอนที่	ชื่อตอน	ความสัมพันธ์ของเนื้อเรื่องกับวัตถุประสงค์การสอน
1	ความทรงจำ	เล่าถึงความทรงจำของยายที่มีต่อป่านฝัน แล้วมีเหตุการณ์สนุก ๆ เกิดขึ้นที่อธิบายให้ทราบถึงความหมายของปริมาณสเกลาร์และปริมาณเวกเตอร์
2	รวมกันเราอยู่	เมื่อยายและเพื่อนร่วมห้องทั้ง 5 คน ต้องรวมตัวกันติวเข้มในการเรียนวิชาสนามแม่เหล็กไฟฟ้า เพื่อทำความเข้าใจกฎเกณฑ์ฟิสิกส์เวกเตอร์ เพื่อที่จะรอดจากการสอบตกไปให้ได้
3	เลิกรา	หนึ่งนำหนังสือสนามแม่เหล็กไฟฟ้ามาให้ยายเพื่อให้เป็นของที่ระลึกก่อนที่จะจากไปเพื่อเรียนต่อต่างประเทศ และยังอธิบายถึงเวกเตอร์หน่วยและคำนวณผลคูณเชิงสเกลาร์ให้ยายเข้าใจ
4	อาคันตุกะจากต่างดาว	ป่านฝันเดินทางจากดาวไทม์มายังโลกด้วยยานไฮโดรเจนที่ขับเคลื่อนโดยหลักการผลคูณเชิงเวกเตอร์
5	คิดถึงแม่ครับ	ยายพาป่านฝันมาพักที่บ้านแล้วเล่าเรื่องแม่ของเขาให้ป่านฝันฟัง ส่วนป่านฝันก็เล่าถึงเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงสี่เหลี่ยม
6	อาจารย์ใหม่	อาจารย์คนใหม่ได้เข้ามาสอนแทนอาจารย์วิฑูรย์ เรื่องเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงกระบอกและการแปลงระบบ
7	ความหวาดกลัว	จอมมารไซลินไคร์มีความสามารถต่อสู้ การเคลื่อนที่ในระบบเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงกระบอกและการแปลงระบบ
8	ความหลัง	พ่อของยายเล่าความเป็นมาในอดีตให้แก่ยายฟัง พร้อมวางแผนการต่อสู้ในระบบเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงกลม
9	ลาก่อน	ยายและป่านฝันเอาชนะจอมมารไซลินไคร์การแปลงระบบเวกเตอร์สามมิติ จากนั้นป่านฝันก็กลับไปยังดาวไทม์

3.3.1.6 นำบทการ์ตูนที่ได้ไปให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม พิจารณาและตรวจสอบความถูกต้อง เพื่อนำข้อดี ข้อเสีย ไปปรับปรุงบทการ์ตูนให้ดียิ่งขึ้นก่อนที่จะนำไปทำการออกแบบตัวละคร

3.3.1.7 ออกแบบตัวละครให้เหมาะสมกับบทการ์ตูนที่เขียนขึ้น เพื่อให้เกิดความน่าสนใจ เราควรรู้สึกผู้เรียนให้เข้าถึงเนื้อเรื่อง และเนื้อหาความรู้ที่ผู้วิจัยต้องการสื่อ พร้อมทั้งมีแบบฝึกหัดให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะไปด้วยในขณะกำลังอ่าน การ์ตูนที่เขียนมีเนื้อเรื่องเกี่ยวกับแนววิทยาศาสตร์ผจญภัย เพื่อให้เหมาะกับวิชาสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ที่มีเนื้อหาเป็นแนววิทยาศาสตร์ประยุกต์

3.3.1.8 เขียนบอร์ดเรื่องราวและสคริปต์ เพื่อให้งานต้นฉบับการ์ตูนที่สร้างขึ้น มีการดำเนินเรื่องที่ต่อเนื่อง เหมาะสมกับเวลา และจำนวนหน้าของต้นฉบับในแต่ละตอนที่เหมาะสม

3.3.1.9 นำบอร์ดเรื่องราวและสคริปต์ที่ได้ไปให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม พิจารณาและตรวจสอบความถูกต้อง และความเหมาะสม เพื่อนำข้อดี ข้อเสีย ไปปรับปรุงบอร์ดเรื่องราวและสคริปต์การ์ตูนให้ดียิ่งขึ้น ก่อนที่จะนำไปทำการวาดต้นฉบับการ์ตูน

3.3.1.10 การวาดต้นฉบับการ์ตูน เมื่อผู้วิจัยได้บอร์ดเรื่องราวและสคริปต์แล้ว จะทำการกำหนดเฟรมในต้นฉบับแต่ละหน้าให้ต่อเนื่อง โดยทั่วไปจำนวนเฟรมจะอยู่ที่ไม่เกิน 6-7 เฟรมต่อต้นฉบับ 1 หน้า จากนั้นจะวาดการ์ตูนลายเส้นขาวดำ โดยใช้เทคนิคสกรีนโทน และคอมพิวเตอร์กราฟฟิก ช่วยในการตกแต่งภาพให้มีมิติที่สวยงาม น่าอ่าน ซึ่งจะทำให้ภาพสมจริงยิ่งขึ้น และมีการ์ตูนภาพสีที่เป็นตัวละครตัวสำคัญ ขึ้นปกในแต่ละตอนเพื่อในผู้อ่าน และผู้เรียนได้ทราบถึงรายละเอียดคุณลักษณะของตัวละคร และฉากหลังว่าในตอนนั้นมีสีสันอย่างไรบ้าง โดยใช้เทคนิคสีน้ำ ผสมผสานกับเทคนิคสีโปสเตอร์ กระดาษต้นฉบับที่ใช้วาดการ์ตูน ใช้กระดาษชนิดปลอดเยื่อไม้ ขนาด B4 (257 มม. × 364 มม.) และใช้เทคนิคการวาดภาพการ์ตูนจากหนังสือ How to draw Manga ซึ่งเป็นหนังสือที่สอนเทคนิคการวาดภาพการ์ตูนโดยการร่วมมือกันของนักเขียนการ์ตูนแนวหน้าชาวญี่ปุ่น ซึ่งตีพิมพ์มาแล้ว 8 ภาษาทั่วโลก (The society for the study of manga.2545ก-จ ; 2546ก-ง)

3.3.1.11 นำต้นฉบับการ์ตูนการวิเคราะห์เวกเตอร์ที่ได้ไปให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม พิจารณาและตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ภาษาที่ใช้ และรูปแบบการนำเสนอที่ดี เพื่อนำข้อดี ข้อเสีย ไปปรับปรุงต้นฉบับการ์ตูนให้ดียิ่งขึ้นก่อนที่จะนำไปประเมินคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิ

3.3.1.12 การประเมินคุณภาพ เป็นการประเมินคุณหนังสือการ์ตูนเรื่องการวิเคราะห์เวกเตอร์ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 2 ด้าน ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน และด้านเทคนิคการผลิตสื่อจำนวน 3 ท่าน แล้วนำจุดบกพร่อง ที่ผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงและแก้ไขให้ต้นฉบับการ์ตูนสมบูรณ์ และมีคุณภาพดี

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน ได้แก่

อาจารย์โกศล ตราชู อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

อาจารย์บัญชา แสงโสดา อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์
อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตสกลนคร

อาจารย์วรรณชาติ เทศวัฒน์ อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ และ
โทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตขอนแก่น

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อจำนวน 3 ท่าน ได้แก่

ดร.ชนบทร วงภาพสินธุ์ อาจารย์ประจำภาควิชาศึกษาทั่วไป คณะวิชาศึกษาทั่วไป
สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตสกลนคร

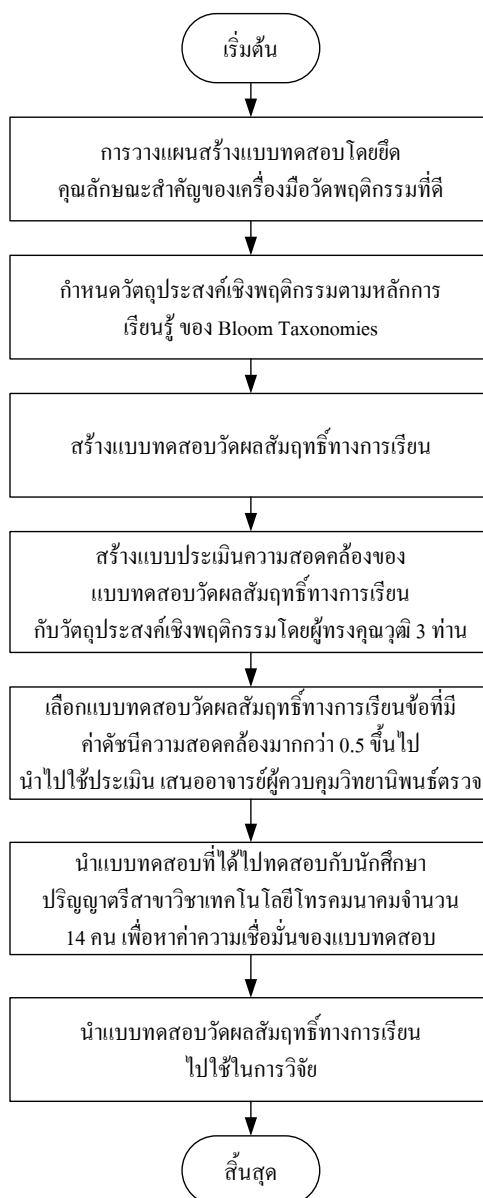
นายวิจิต อดุทธกิจ บรรณาธิการหนังสือการ์ตูนขยหัวเราะและการ์ตูนมหาสนุก
สำนักพิมพ์บันลือสาสน์

นายวรวุฒิ วรวิทยานนท์ บรรณาธิการบริหารหนังสือการ์ตูนไทยคอมมิค สำนักพิมพ์
วิบูลย์กิจ

3.3.1.13 นำหนังสือการ์ตูนเรื่องการวิเคราะห์แวกเตอร์ที่มีคุณภาพดีไปใช้ในขั้นตอน
การทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

**3.3.2 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการวิเคราะห์แวกเตอร์ วิชา
สนามแม่เหล็กไฟฟ้า**

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งออกเป็น 2 ชุด คือ แบบทดสอบก่อนเรียน
และแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก มีขั้นตอนการสร้าง
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แผนผังการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาสนามแม่เหล็กไฟฟ้า
เรื่องการวิเคราะห์เวกเตอร์

3.3.2.1 การวางแผนสร้างแบบทดสอบ เป็นขั้นตอนการวางแผนสร้างแบบทดสอบ โดยผู้จัดทำเลือกใช้ข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยยึดคุณลักษณะสำคัญของเครื่องมือวัดพฤติกรรมที่ดี ได้แก่ ความเชื่อมั่น (Reliability) อำนาจจำแนก (Discrimination) มีความยากง่าย (Difficulty)

3.3.2.2 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมตามหลักการเรียนรู้ของ Bloom Taxonomies ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เพื่อกำหนดแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์วัตถุประสงค์เพื่อกำหนดแบบทดสอบตามเนื้อหาและระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ โดยจัดทำตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์และให้น้ำหนักความสำคัญเพื่อกำหนดเป็นจำนวนข้อสอบในแบบทดสอบดังตารางที่ 3.4 (สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์, 2536)

ตารางที่ 3.4 การวิเคราะห์หัวข้อประสงค์

หัวข้อประสงค์	พฤติกรรม				จำนวนแบบทดสอบ
	ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	
1. การวิเคราะห์เวกเตอร์					
1.1 รู้ปริมาณสเกลาร์และปริมาณเวกเตอร์					
1.1.1 บอกปริมาณสเกลาร์	2				2
1.1.2 บอกปริมาณเวกเตอร์	2				2
1.2 เข้าใจกฎเกณฑ์พีชคณิตเวกเตอร์					
1.2.1 อธิบายและคำนวณการบวกและการลบเวกเตอร์	1	3			4
1.2.2 อธิบายการคูณเวกเตอร์ด้วยปริมาณสเกลาร์	2				2
1.2.3 บอกส่วนประกอบของเวกเตอร์และเวกเตอร์หน่วย	2	3			5
1.2.4 อธิบายและคำนวณผลคูณเชิงสเกลาร์	1	3	1		5
1.2.5 อธิบายและคำนวณผลคูณเชิงเวกเตอร์	2	5			7
1.3 เข้าใจระบบเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงแบบต่าง ๆ					
1.3.1 อธิบายและคำนวณระบบเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงสี่เหลี่ยม	3	4			7
1.3.2 อธิบายและคำนวณระบบเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงกระบอกและการแปลงระบบ	3	3			6
		4			4
1.3.3 อธิบายและคำนวณระบบเวกเตอร์สามมิติแกนประสานทรงกลมและการแปลงระบบ	3	13			16
รวม	21	38	1		60

จากตารางที่ 3.4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สามารถแบ่งจำนวนข้อสอบตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมได้ดังนี้ ข้อสอบที่ใช้วัดความจำ จำนวน 21 ข้อ ข้อสอบที่ใช้วัดความเข้าใจ จำนวน 38 ข้อและข้อสอบที่วัดการนำไปใช้ จำนวน 1 ข้อ รวมทั้งหมด 60 ข้อ

3.3.2.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในขั้นตอนนี้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบ โดยวิเคราะห์จากเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหาที่คัดเลือกมาสร้างเป็นบทเรียน จากนั้นสร้างเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย มี 4 ตัวเลือก แต่ละข้อมีคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว กำหนดให้ข้อที่ตอบถูกได้ 1 คะแนน และข้อที่ตอบผิดหรือตอบมากกว่าหนึ่งในข้อเดียวกันให้ 0 คะแนน แล้วนำไปปรึกษาผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

3.3.2.4 สร้างแบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อหาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 177)

โดยตรวจสอบความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใช้หลักเกณฑ์ กำหนดความคิดเห็นดังนี้

คะแนน 1 สำหรับข้อทดสอบที่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

คะแนน 0 สำหรับข้อทดสอบที่ไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

คะแนน -1 สำหรับข้อทดสอบที่แน่ใจว่าไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

บันทึกผลการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา 3 ท่านในแต่ละข้อ นำไปหาค่าดัชนีความ สอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จากนั้นเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความ สอดคล้องน้อยกว่า 0.5 ไปปรับปรุงแก้ไขได้ตามเกณฑ์ต่อ แล้วนำเสนอผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจ และแก้ไขก่อนนำไปใช้ (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2538 : 88-90)

3.3.2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้รับการปรับปรุงและแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีโทรคมนาคมชั้นปีที่3 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตสกลนคร ที่เคยเรียนผ่านวิชานามแม่เหล็กไฟฟ้าเรื่องการ วิเคราะห์แวกเตอร์มาแล้ว จำนวน 14 คน เนื่องจากจำนวนนักศึกษาที่นำมาทดลองหาค่าความเชื่อมั่นมี จำนวน 14 คนเพราะเป็นนักศึกษาที่เรียนผ่านวิชาวิศวกรรมสนามแม่เหล็กไฟฟ้ามาแล้ว จากนักศึกษา ทั้งหมด 27 คน นักศึกษาจำนวนที่เหลือสอบตก และถอนรายวิชา ในการวิจัยเชิงทดลองไม่จำเป็นต้องใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ โดยกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้เกณฑ์ ร้อยละ 15-30 ของจำนวนประชากรอยู่ในหลักร้อยละ ซึ่งนักศึกษาทั้ง 14 คน ก็ถือเป็นกลุ่มทดลองที่อยู่ในเกณฑ์ ร้อยละของจำนวนประชากรทั้งหมด และยังสะดวกในการจัดเก็บข้อมูลอีกด้วย (ยุทธ ไกยวรรณ. 2546 : 99)

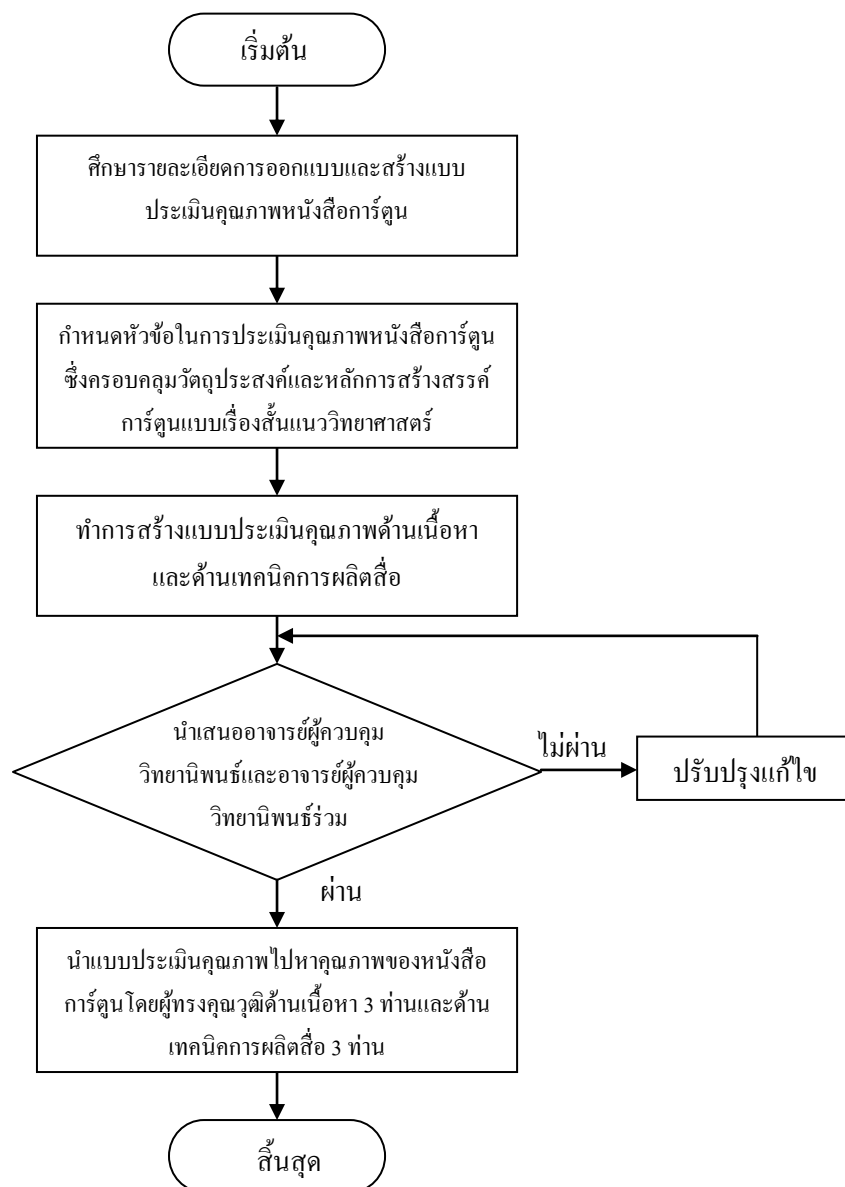
3.3.2.6 นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์รายข้อเพื่อหาระดับความยากง่าย (p) และอำนาจ จำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 50 % เพื่อ คัดเลือกเฉพาะข้อสอบที่มีค่าระดับความยากง่ายอยู่ระหว่าง .20 - .80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไปตามจำนวนข้อที่ต้องการ

3.3.2.7 จากนั้นนำไปคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนโดยใช้สูตร คูเดอร์ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson 20: KR 20)

3.3.2.8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้ไปใช้ในการวิจัยต่อไป

3.3.3 การสร้างแบบประเมินคุณภาพหนังสือการ์ตูน เรื่องการวิเคราะห์แวกเตอร์ วิชา สนามแม่เหล็กไฟฟ้า

ในการสร้างแบบประเมินคุณภาพหนังสือการ์ตูน ผู้จัดทำได้มีขั้นตอนดำเนินงานดัง รูปที่



รูปที่ 3.3 แผนผังการสร้างแบบประเมินคุณภาพหนังสือการ์ตูน เรื่องการวิเคราะห์เวกเตอร์
วิชาสนามแม่เหล็กไฟฟ้า

3.3.3.1 ศึกษารายละเอียดการออกแบบ และสร้างแบบประเมินคุณภาพหนังสือการ์ตูน
เรื่องการวิเคราะห์เวกเตอร์ วิชาสนามแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating
Scale) ตามแบบลิเคิร์ต (Likert Scale) โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ

- 5 คะแนน หมายถึง หนังสือการ์ตูน มีคุณภาพอยู่ในระดับ ดีมาก
- 4 คะแนน หมายถึง หนังสือการ์ตูน มีคุณภาพอยู่ในระดับ ดี
- 3 คะแนน หมายถึง หนังสือการ์ตูน มีคุณภาพอยู่ในระดับ ปานกลาง
- 2 คะแนน หมายถึง หนังสือการ์ตูน มีคุณภาพอยู่ในระดับ น้อย
- 1 คะแนน หมายถึง หนังสือการ์ตูน มีคุณภาพอยู่ในระดับ น้อยที่สุด

เกณฑ์การกำหนดช่วงคะแนน คุณภาพหนังสือการ์ตูน เรื่องการวิเคราะห์แวกเตอร์ วิชา
สนามแม่เหล็กไฟฟ้า

4.50 - 5.00 คุณภาพของหนังสือการ์ตูน อยู่ในระดับดีมาก

3.50 - 4.49 คุณภาพของหนังสือการ์ตูน อยู่ในระดับดี

2.50 - 3.49 คุณภาพของหนังสือการ์ตูน อยู่ในระดับดีปานกลาง

1.50 - 2.49 คุณภาพของหนังสือการ์ตูน อยู่ในระดับน้อย

1.00 - 1.49 คุณภาพของหนังสือการ์ตูน อยู่ในระดับน้อยที่สุด

3.3.3.2 ทำการกำหนดหัวข้อในการประเมินด้านคุณภาพหนังสือการ์ตูนซึ่งครอบคลุม
วัตถุประสงค์การเรียนรู้ และหลักการสร้างสรรค์การ์ตูนแบบเรื่องสั้นแนววิทยาศาสตร์

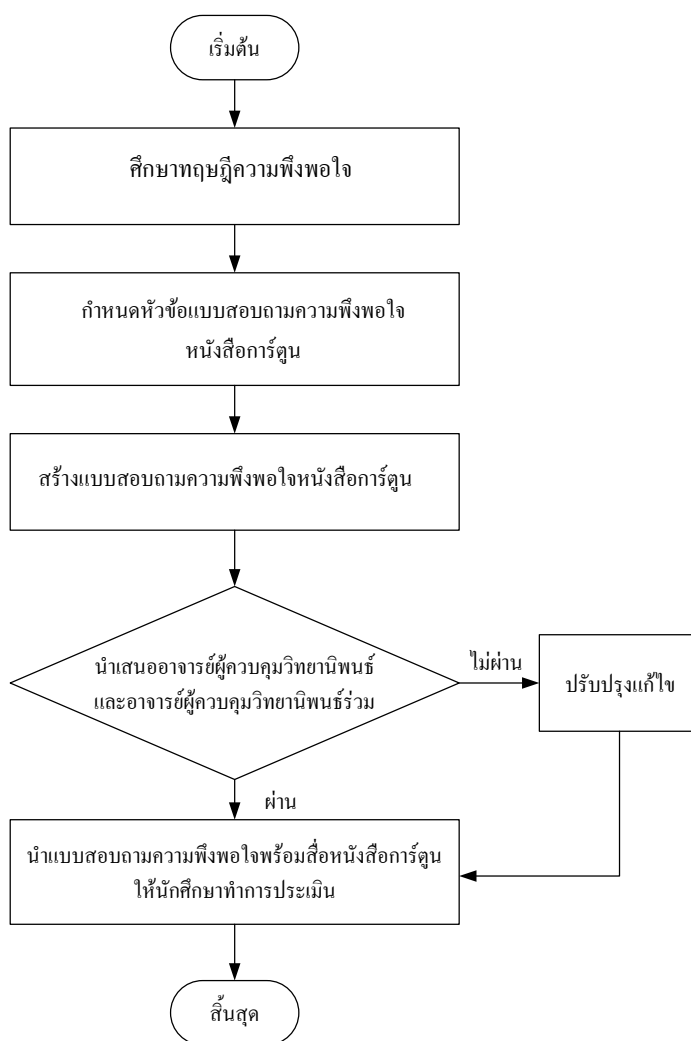
3.3.3.3 ทำการสร้างแบบประเมินคุณภาพ แบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือด้านเนื้อหา และ
ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

3.3.3.4 นำเสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม
ทำการตรวจสอบความถูกต้องของแบบประเมินคุณภาพ

3.3.3.5 นำแบบประเมินคุณภาพหนังสือการ์ตูนให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาจำนวน 3
ท่าน และด้านเทคนิคการผลิตสื่อจำนวน 3 ท่าน ทำการประเมินคุณภาพก่อนนำไปใช้กับกลุ่ม
ตัวอย่าง

3.3.4 การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจสื่อหนังสือการ์ตูน เรื่องการวิเคราะห์แวกเตอร์
วิชาสนามแม่เหล็กไฟฟ้า

ในการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจสื่อหนังสือการ์ตูน ผู้จัดทำได้มีขั้นตอนดำเนินงาน
ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 แผนผังการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจสื่อหนังสือการ์ตูน เรื่องการวิเคราะห์
เวกเตอร์ วิชาสนามแม่เหล็กไฟฟ้า

3.3.4.1 ศึกษาทฤษฎีความพึงพอใจ และศึกษารายละเอียดการออกแบบและสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจหนังสือการ์ตูนเรื่องการวิเคราะห์เวกเตอร์ วิชาสนามแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามแบบลิเคิร์ต (Likert Scale) โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ (ยูทธ ไกรวรรณ. 2546 : 53)

- 5 คะแนน หมายถึง มีความพึงพอใจต่อหนังสือการ์ตูน มากที่สุด
- 4 คะแนน หมายถึง มีความพึงพอใจต่อหนังสือการ์ตูน มาก
- 3 คะแนน หมายถึง มีความพึงพอใจต่อหนังสือการ์ตูน ปานกลาง
- 2 คะแนน หมายถึง มีความพึงพอใจต่อหนังสือการ์ตูน น้อย
- 1 คะแนน หมายถึง มีความพึงพอใจต่อหนังสือการ์ตูน น้อยที่สุด

เกณฑ์การกำหนดช่วงคะแนน คุณภาพหนังสือการ์ตูน เรื่องการวิเคราะห์เวกเตอร์ วิชาสนามแม่เหล็กไฟฟ้า

4.50 - 5.00 มีความพึงพอใจต่อหนังสือการ์ตูน มากที่สุด

3.50 - 4.49 มีความพึงพอใจต่อหนังสือการ์ตูน มาก

2.50 - 3.49 มีความพึงพอใจต่อหนังสือการ์ตูน ปานกลาง

1.50 - 2.49 มีความพึงพอใจต่อหนังสือการ์ตูน น้อย

1.00 - 1.49 มีความพึงพอใจต่อหนังสือการ์ตูน น้อยที่สุด

3.3.4.2 ทำการกำหนดหัวข้อแบบสอบถามความพึงพอใจสื่อหนังสือการ์ตูนซึ่งครอบคลุม วัตถุประสงค์การเรียนรู้ และหลักการสร้างสรรค์การ์ตูนแบบเรื่องสั้นแนววิทยาศาสตร์

3.3.4.3 ทำการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจสื่อหนังสือการ์ตูน เรื่องการวิเคราะห์ เวกเตอร์ วิชาสนามแม่เหล็กไฟฟ้า

3.3.4.4 นำเสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ทำการตรวจสอบความถูกต้องของแบบสอบถามความพึงพอใจ

3.3.4.5 นำแบบสอบถามความพึงพอใจ ไปสอบถามความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน หลังจากที่ได้รับหนังสือการ์ตูน เรื่องการวิเคราะห์เวกเตอร์ วิชาสนามแม่เหล็ก ไฟฟ้าเสร็จแล้ว

3.4 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้วางแผนวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลในการพัฒนาหนังสือการ์ตูน เรื่องการวิเคราะห์ เวกเตอร์ วิชาสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2545 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ไว้ดังนี้

3.4.1 ขอหนังสือเรียนเชิญผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ประเมิน คุณภาพสื่อหนังสือการ์ตูนเรื่องการวิเคราะห์เวกเตอร์ วิชาสนามแม่เหล็กไฟฟ้า จากบัณฑิตศึกษา

3.4.2 นำแบบประเมินคุณภาพหนังสือการ์ตูน ไปหาคุณภาพหนังสือการ์ตูนโดยผู้ทรง คุณวุฒิด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน และด้านเทคนิคการผลิตสื่อจำนวน 3 ท่าน

3.4.3 ขอหนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูล เพื่อทดลองใช้หนังสือการ์ตูนเรื่องการ วิเคราะห์เวกเตอร์ วิชาสนามแม่เหล็กไฟฟ้า กับกลุ่มตัวอย่าง จากบัณฑิตศึกษา

3.4.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ก่อนเรียน) ที่มีความเชื่อมั่นสูง ไปทดสอบ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน

3.4.5 นำหนังสือการ์ตูนเรื่องการวิเคราะห์เวกเตอร์ วิชาสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ไปทดลอง สอนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน โดยยึดรูปแบบการสอน PSI

3.4.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (หลังเรียน) ที่มีความเชื่อมั่นสูง ไปทดสอบ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน หลังจากเรียนเสร็จแล้ว

3.4.7 นำแบบสอบถามความพึงพอใจหนังสือการ์ตูน เรื่องการวิเคราะห์เวกเตอร์ วิชา สนามแม่เหล็กไฟฟ้า ที่ออกแบบไว้มาสอบถามความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน

3.4.8 นำข้อมูลทั้ง 3 ส่วนที่ได้ คือ (1) คุณภาพหนังสือการ์ตูน (2) คะแนนที่ได้จากการ ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (3) ความพึงพอใจ ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติต่อไป

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยหลักสถิติในการพัฒนาหนังสือการ์ตูน เรื่องการวิเคราะห์เวกเตอร์ วิชาสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2545 สถาบัน เทคโนโลยีราชมงคล ในครั้งนี้แบ่งเป็นส่วนต่าง ๆ ตามลำดับต่อไปนี้

3.5.1 การหาดัชนีความสอดคล้อง ระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับ วัดอุปประสงค์เชิงพฤติกรรม

3.5.2 การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยหาค่าความยากง่าย หาค่าอำนาจการจำแนกของข้อสอบ และหาค่าความเชื่อมั่น

3.5.3 การประเมินคุณภาพสื่อหนังสือการ์ตูน เรื่องการวิเคราะห์เวกเตอร์ วิชาสนามแม่เหล็ก ไฟฟ้า

3.5.4 การสอบความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนจากหนังสือการ์ตูนเรื่องการวิเคราะห์เวกเตอร์ วิชาสนามแม่เหล็กไฟฟ้า

3.5.5 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการทดสอบก่อนเรียนกับการทดสอบหลังเรียน จากการเรียนด้วยหนังสือการ์ตูนเรื่องการวิเคราะห์เวกเตอร์ วิชาสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ที่ระดับ นัยสำคัญ .05

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.6.1 การหาดัชนีความสอดคล้อง ระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กับ วัดอุปประสงค์เชิงพฤติกรรม (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์. 2538 : 88-90)

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (3.1)$$

IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กับวัดอุปประสงค์เชิงพฤติกรรม

ΣR หมายถึง ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

N หมายถึง จำนวนของผู้ทรงคุณวุฒิ

3.6.2 การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยหาค่าความยากง่าย หาค่าอำนาจการจำแนกของข้อสอบ และหาค่าความเชื่อมั่น

สูตรการหาค่าความยากง่าย

$$P = \frac{P_H + P_L}{2n} \quad (3.2)$$

สูตรการหาค่าอำนาจจำแนก (r)

$$r = \frac{P_H - P_L}{n} \quad (3.3)$$

เมื่อ P หมายถึงค่าความยากง่ายของข้อสอบ

P_H หมายถึงจำนวนคนตอบถูกในกลุ่มสูง

P_L หมายถึงจำนวนคนตอบถูกในกลุ่มต่ำ

n หมายถึงจำนวนคนตอบถูกในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

ระดับความยาก (Difficulty) เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ “P” มีค่าตั้งแต่ 0.00 ถึง 1.00 โดยทั่วไปเราอาจแปลความหมายของค่า P ดังนี้ (สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์, 2536 : 138)

0.81 - 1.00 หรือ 81 - 100%	เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก
0.61 - 0.80 หรือ 61 - 80 %	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
0.41 - 0.60 หรือ 41 - 60 %	เป็นข้อสอบที่ยากง่ายปานกลาง (ดี)
0.20 - 0.40 หรือ 20 - 40 %	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก (ใช้ได้)
0.00 - 0.19 หรือ 0 - 19 %	เป็นข้อสอบที่ยากมาก

ในการเลือกแบบทดสอบเพื่อใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยจะเลือกแบบทดสอบที่อยู่ระหว่างค่อนข้างง่ายจนถึงค่อนข้างยาก มาใช้วัดค่า P ที่อยู่ในเกณฑ์เหมาะสมอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.80

ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) สามารถแปลความหมายได้ดังนี้

0.00 - 0.19	หมายความว่า จำแนกกลุ่มสูงต่ำไม่ได้ เป็นข้อสอบที่ไม่ควรนำมาใช้วัด
0.20 - 0.49	หมายความว่า จำแนกใช้ได้เป็นข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกเข้าเกณฑ์
0.50 - 0.99	หมายความว่า จำแนกได้ค่อนข้างสูงเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพดี
1.0	หมายความว่า จำแนกกลุ่มสูงต่ำได้อย่างสมบูรณ์เป็นข้อสอบที่มีคุณภาพดี

สรุปข้อสอบที่มีคุณภาพในด้านอำนาจจำแนก ควรมีค่าเป็นบวก ข้อสอบที่จะได้คัดเลือกเข้าเป็นแบบทดสอบจะต้องมีค่าอำนาจจำแนกไม่ต่ำกว่า 0.20

การหาค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตรของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน 20 (Kuder Richardson 20)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right\} \quad (3.4)$$

สูตรความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่าง

$$S_t^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)} \quad (3.5)$$

r_{tt}	หมายถึง ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
n	หมายถึง จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ
p	หมายถึง สัดส่วนของผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
q	หมายถึง สัดส่วนของผู้ตอบผิดในแต่ละข้อ
S^2	หมายถึง ค่าความแปรปรวนของคะแนนผู้เข้าสอบทั้งหมด
$\sum X$	หมายถึง คะแนนรวมทั้งหมดที่ได้จากแบบทดสอบ
N	หมายถึง จำนวนผู้ทำแบบทดสอบ

ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ -1.00 ถึง +1.00 แบบทดสอบที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น +1.00 แสดงว่ามีความเชื่อมั่นสูงคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบนี้เชื่อถือได้

แบบทดสอบที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น 0.00 หรือใกล้เคียงกับ 0.00 ไปจนถึงค่า -1.00 แสดงว่าแบบทดสอบนี้ไม่มีความเชื่อมั่น คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบนี้เชื่อถือไม่ได้ไม่ควรนำมาใช้

3.6.3 การประเมินคุณภาพและสอบถามความพึงพอใจ สื่อนักศึกษารุ่น เรื่องการวิเคราะห์เวกเตอร์ วิชาสนามแม่เหล็กไฟฟ้า

หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic mean) (ถ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 73)

$$\bar{X} = \frac{\sum fx}{N} \quad (3.6)$$

เมื่อ

$\bar{X}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

$\sum fx$ หมายถึง ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

N หมายถึง จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.6.4 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการทดสอบก่อนเรียนกับการทดสอบหลังเรียนจากการเรียนด้วยหนังสือการ์ตูนเรื่องการวิเคราะห์เวกเตอร์ วิชาสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ที่ระดับนัยสำคัญ .05 โดยใช้สถิติในการทดสอบสมมุติฐาน t-test (คณาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2544 : 106)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} \quad (3.7)$$

t หมายถึง ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤติ เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

D หมายถึง ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน

n หมายถึง จำนวนกลุ่มตัวอย่าง หรือจำนวนคู่ของกลุ่มตัวอย่าง