

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อหาคุณภาพ ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้วิชางานนิวมेटริกส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้นระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาเครื่องกล โดยใช้โปรแกรม FluidSIM V 3.6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และระดับความพึงพอใจของนักเรียนจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้วิชางานนิวมेटริกส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาเครื่องกล โดยใช้โปรแกรม FluidSIM V 3.6 ดังนี้

- 3.1 กลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ
- 3.4 วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.5 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล



3.1 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาเครื่องกล ที่เรียนวิชางานนิวมेटริกส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น ที่สุ่มมาจากกลุ่มประชากรของวิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม จำนวน 120 คน และวิทยาลัยการอาชีพหนองหาน จำนวน 102 คน ซึ่งเป็นสถานศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยยึดตามหลักสูตร คำอธิบายรายวิชา จุดประสงค์รายวิชา และมาตรฐานรายวิชาดังนั้นเพื่อให้การทำวิจัยในครั้งนี้ประสบผลสำเร็จ ผู้วิจัยจึงได้จำลองรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม FluidSIM V 3.6 ในวิชางานนิวมेटริกส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาเครื่องกล ขึ้นมาเพื่อเปรียบเทียบกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

การเลือกวิทยาลัย และกลุ่มตัวอย่างผู้วิจัยเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) วิทยาลัยที่เลือกมีลักษณะ ดังนี้

1. เป็นวิทยาลัยที่เปิดสอนสาขาวิชาเครื่องกล สาขางานเครื่องกลอุตสาหกรรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ
2. เป็นวิทยาลัยที่เปิดสอนวิชางานนิวมेटริกส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น รหัสวิชา 2100-1008 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554
3. ได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีจากผู้บริหาร และคณะครูในวิทยาลัยพิจารณาค่าเฉลี่ยผลการเรียนสะสม (GPA) ของนักเรียนทุกห้องที่เรียนวิชางานนิวมेटริกส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น รหัสวิชา 2100-1008

4. ทำการเลือกกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่มีค่าเฉลี่ยผลการเรียน (GPA) ใกล้เคียงกัน การจัดการเรียนรู้วิชางานนิเวศติคส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้นทั้ง 2 แบบ ผู้วิจัยได้ขออนุญาตใช้สถานที่ทดลอง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลจาก วิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม และวิทยาลัยการอาชีพหนองหาน และขอความร่วมมือกับครุครูวิชางานนิเวศติคส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้นของวิทยาลัยทั้ง 2 แห่ง และจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 ดังนี้

ตารางที่ 3.1 แสดงจำนวนกลุ่มตัวอย่างสถานศึกษา

การจัดการเรียนรู้	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง		
	วท.มหาสารคาม	วท.หนองหาน	รวม
กลุ่มทดลอง	30	27	57
กลุ่มควบคุม	30	27	57
	60	54	114

จากตารางที่ 3.1 แบ่งกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นกลุ่มตัวอย่างที่จัดการเรียนรู้โดยใช้แบบฐานสมรรถนะ จำนวน 57 คน และกลุ่มควบคุมเรียนแบบปกติ จำนวน 57 คน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยในครั้งนี้ เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้วิชางานนิเวศติคส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะ โดยมีแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 72 ชั่วโมง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ภาคทฤษฎี เพื่อใช้ความสามารถในด้านความรู้จำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ เป็นแบบทดสอบปรนัยวัดผลการเรียนรู้ก่อน-หลังเรียน ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 180 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20 ถึง 0.70 ค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.33 ถึง 1.00 แบบทดสอบภาคปฏิบัติระหว่างเรียนจำนวน 15 ใบงาน และแบบทดสอบภาคปฏิบัติหลังเรียน จำนวน 6 แบบสอบ

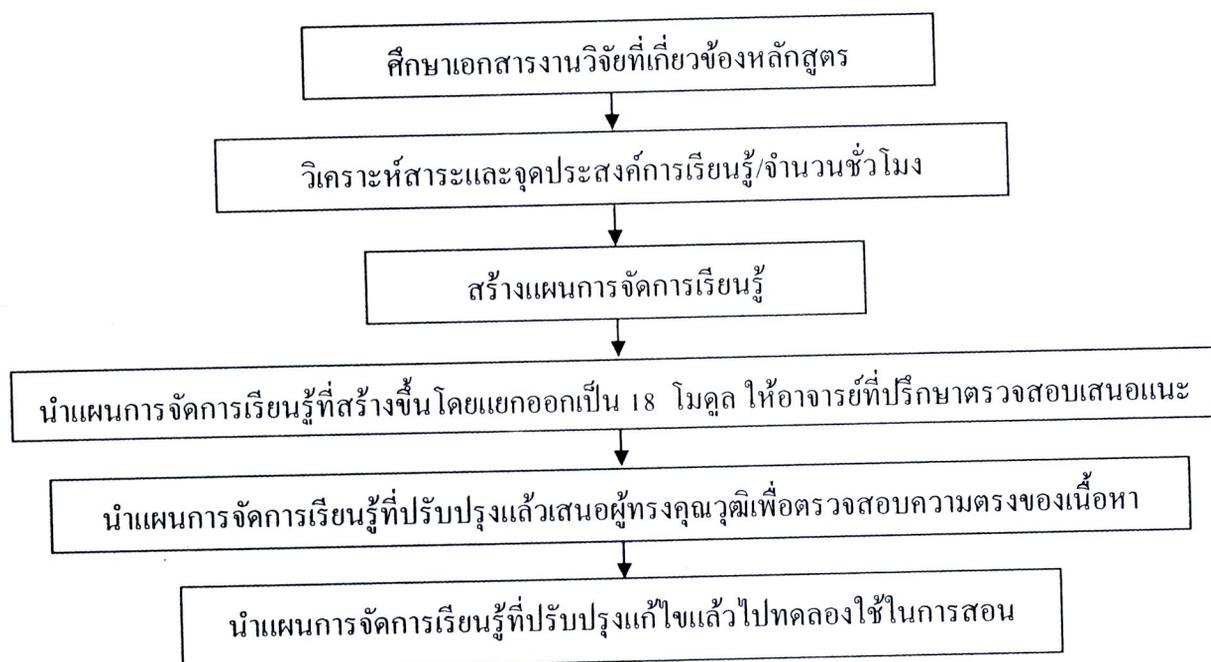
2. แผนการจัดการเรียนรู้ วิชางานนิเวศติคส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ตามแผนการจัดการเรียนแบบปกติ ซึ่งมีจำนวน 72 ชั่วโมง

3. แบบสอบถามระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้จากแผนการจัดการเรียนรู้วิชางานนิเวศติคส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะ โดยใช้โปรแกรม FluidSIM V 3.6 และแผนการเรียนแบบปกติ

3.3 การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือและหาคุณภาพของเครื่องมือต่างๆ ดังนี้

3.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้งานนิวมेटริกส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น รหัส 2100-1008 เป็นแผนจัดการเรียนรู้ของกลุ่มทดลอง ซึ่งเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะ มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้



รูปที่ 3.1 แผนภูมิตำดับขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

1. ศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง 2546) ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ สาขาวิชาเครื่องกลวิชา งานนิวมेटริกส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น รหัส 2100-1008 ค้นคว้ารวบรวมข้อมูล เอกสารตำรา บทความ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ ศึกษากรอบแนวคิดด้านเนื้อหาวิชา

2. วิเคราะห์สาระ มาตรฐาน และจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยวิเคราะห์ตามหลักการของการวิเคราะห์อาชีพโดยใช้รูปแบบของแผนผังแสดงหน้าที่ (Functional Map) ซึ่งจะแสดงรายละเอียด ดังนี้ ความมุ่งหมายหลัก (Key Purpose) บทบาทหลัก (Key Roles) หน้าที่หลัก (Key Functions) หน่วยสมรรถนะ (Units of Competence) และหน่วยย่อย (Elements of Competence) และจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อสร้างสมรรถนะให้กับนักเรียน

ตารางที่ 3.2 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้วิชางานนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น รหัส 2100-1008 โดยใช้หลักสูตรฐานสมรรถนะ

ความมุ่งหมายหลัก (Key Purpose)	บทบาทหลัก (Key Roles)	หน้าที่หลัก (Key Functions)	หน่วยสมรรถนะ (Units of Competence)	หน่วยย่อย (Elements of Competence)	
1. งานนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น	1.1 เขียนและต่อวงจรงานนิวแมติกส์เบื้องต้น	1.1.1 เตรียมและผลิตลมอัด	1.1.1.1 สามารถเตรียมการผลิตลมอัด	หน่วยย่อยที่ 1	
			1.1.1.2 สามารถบอกข้อมูลชุดควบคุมและปรับปรุงคุณภาพลมอัด	หน่วยย่อยที่ 2	
		1.1.2 ควบคุมอุปกรณ์ทำงานด้วยวาล์วควบคุมทิศทาง	1.1.2.1 สามารถควบคุมกระบอกสูบทำงานทางเดียว	หน่วยย่อยที่ 3	
			1.1.2.2 สามารถควบคุมกระบอกสูบทำงานสองทาง	หน่วยย่อยที่ 4	
			1.1.2.3 สามารถควบคุมกระบอกสูบทำงานสองทางด้วยวาล์ว 5/2 แบบทำงานด้วยลม	หน่วยย่อยที่ 5	
			1.1.3 ควบคุมอุปกรณ์ทำงานด้วยวาล์วชนิดลมไหลทางเดียว	1.1.3.1 สามารถควบคุมกระบอกสูบทำงานสองทางด้วยวาล์วกันกลับสองทาง	หน่วยย่อยที่ 6
				1.1.3.2 สามารถควบคุมความเร็วของกันสูบ	หน่วยย่อยที่ 7
		1.1.3.3 สามารถควบคุมกระบอกสูบทำงานสองทางด้วยวาล์วเร่งระบายลม		หน่วยย่อยที่ 8	
		1.1.3.3 สามารถควบคุมกระบอกสูบทำงานสองทางด้วยวาล์วความดันสองทาง		หน่วยย่อยที่ 9	
		1.1.3.4 สามารถควบคุมกระบอกสูบทำงานสองทางด้วยวาล์วหน่วงเวลา		หน่วยย่อยที่ 10	
		1.1.3.5 สามารถควบคุมกระบอกสูบทำงานสองทางด้วยวาล์วจำกัดลำดับ	หน่วยย่อยที่ 11		
		1.1.4 ควบคุมอุปกรณ์ทำงานแบบอัดโนมัติ	1.1.4.1 สามารถควบคุมแบบอัดโนมัติวาล์ว 3/2 แบบลูกกลิ้งทางเดียว	หน่วยย่อยที่ 12	
	1.1.4.2 สามารถควบคุมกระบอกสูบทำงานสองทางแบบต่อเนื่อง		หน่วยย่อยที่ 13		
	1.2 เขียนและต่อวงจรงานไฮดรอลิกส์เบื้องต้น	1.2.1 ควบคุมอุปกรณ์ทำงานไฮดรอลิกส์	1.2.1.1 สามารถบอกข้อมูลชุดชิ้นกำลังไฮดรอลิกส์	หน่วยย่อยที่ 14	
			1.2.1.2 สามารถควบคุมกระบอกสูบด้วยวาล์วควบคุมทิศทาง 4/2 และ 4/3	หน่วยย่อยที่ 15	
		1.2.2 ควบคุมอุปกรณ์ทำงานไฮดรอลิกส์ด้วยวาล์ว	1.2.2.1 สามารถควบคุมกระบอกสูบด้วยวาล์วควบคุมอัตราการไหล	หน่วยย่อยที่ 16	
			1.2.2.2 สามารถควบคุมมอเตอร์ไฮดรอลิกส์	หน่วยย่อยที่ 17	
			1.2.2.2 สามารถควบคุมกระบอกสูบด้วยวาล์วกันกลับแบบมีน้ำมันควบคุม	หน่วยย่อยที่ 18	

ตารางที่ 3.2 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้วิชางานนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น รหัส 2100-1008 โดยใช้หลักสูตรฐานสมรรถนะ (ต่อ)

ความมุ่งหมายหลัก (Key Purpose)	บทบาทหลัก (Key Roles)	หน้าที่หลัก (Key Functions)	หน่วยสมรรถนะ (Units of Competence)	หน่วยย่อย (Elements of Competence)
1. งานนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น	1.1 เขียนและต่อวงจรงานนิวแมติกส์เบื้องต้น	1.1.1 เตรียมและผลิตลมอัด	1.1.1.1 สามารถเตรียมการผลิตลมอัด	หน่วยย่อยที่ 1 <ol style="list-style-type: none"> อธิบายความหมายของระบบนิวแมติกส์ได้ บอกข้อดีและข้อเสียของระบบนิวแมติกส์ได้ บอกหน้าที่คอมเพรสเซอร์ได้ จำแนกประเภทของคอมเพรสเซอร์ได้ บอกหน้าที่ของถังเก็บลมได้
			1.1.1.2 สามารถบอกข้อมูลชุดควบคุมและปรับปรุงคุณภาพลมอัด	หน่วยย่อยที่ 2 <ol style="list-style-type: none"> บอกหน้าที่และส่วนประกอบของชุดควบคุมและปรับปรุงคุณภาพลมอัดได้ อ่านสัญลักษณ์ของชุดควบคุมและปรับปรุงคุณภาพลมอัดได้ อ่านสัญลักษณ์ของตัวกรองลมอัดได้ อธิบายหลักการทำงานของตัวกรองลมอัดได้ อธิบายหลักการทำงานของตัวควบคุมความดันได้ อธิบายหลักการทำงานของตัวผสมละอองน้ำมันหล่อลื่นได้

ตารางที่ 3.2 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้วิชางานนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น รหัส 2100-1008 โดยใช้หลักสูตรฐานสมรรถนะ(ต่อ)

ความมุ่งหมายหลัก (Key Purpose)	บทบาทหลัก (Key Roles)	หน้าที่หลัก (Key Functions)	หน่วยสมรรถนะ (Units of Competence)	หน่วยย่อย (Elements of Competence)
		1.1.2 ควบคุมอุปกรณ์ทำงานด้วยวาล์วควบคุมทิศทาง	1.1.2.1 สามารถควบคุมกระบอกสูบทำงานทางเดียว	หน่วยย่อยที่ 3 <ol style="list-style-type: none"> อธิบายหลักการทำงานของกระบอกสูบทำงานทางเดียวได้ อ่านสัญลักษณ์กระบอกสูบทำงานทางเดียวได้ บอกหน้าที่ส่วนประกอบกระบอกสูบทำงานทางเดียวได้ บอกหน้าที่และส่วนประกอบวาล์วควบคุมทิศทางได้ อธิบายหลักการทำงานของวาล์วควบคุมทิศทางแบบ 3/2 ได้ อ่านสัญลักษณ์วาล์วควบคุมทิศทางได้ ใช้โปรแกรม FluidSIM V 3.6 เขียนวงจรและทดสอบการทำงานได้ ต้องจรรยาบรรณกระบอกสูบทางเดียวและทดสอบการทำงานได้
			1.1.2.2 สามารถควบคุมกระบอกสูบทำงานสองทาง	หน่วยย่อยที่ 4 <ol style="list-style-type: none"> บอกหน้าที่และส่วนประกอบกระบอกสูบทำงานสองทางได้ อธิบายหลักการทำงานของกระบอกสูบทำงานสองทางได้ อ่านสัญลักษณ์กระบอกสูบทำงานสองทางได้ อธิบายหลักการทำงานของวาล์วควบคุมทิศทางแบบ 5/2 ได้ อ่านสัญลักษณ์วาล์วควบคุมทิศทางได้ ใช้โปรแกรม FluidSIM Pneumatics V 3.6 เขียนวงจรและทดสอบการทำงานได้ ต้องจรรยาบรรณกระบอกสูบสองทางและทดสอบการทำงานได้

ตารางที่ 3.2 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้วิชางานนิเวศเมคติกส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น รหัส 2100-1008 โดยใช้หลักสูตรฐานสมรรถนะ (ต่อ)

ความมุ่งหมายหลัก (Key Purpose)	บทบาทหลัก (Key Roles)	หน้าที่หลัก (Key Functions)	หน่วยสมรรถนะ (Units of Competence)	หน่วยย่อย (Elements of Competence)
			1.1.2.3 สามารถควบคุมกระบอกสูบทำงานสองทางด้วยวาล์ว 5/2 แบบทำงานด้วยลม	หน่วยย่อยที่ 5 <ol style="list-style-type: none"> 1. อ่านสัญลักษณ์วาล์วควบคุมทิศทาง 5/2 ทำงานด้วยลมได้ 2. อธิบายหลักการทำงานวาล์วควบคุมทิศทาง 5/2 ทำงานด้วยลมได้ 3. อ่านสัญลักษณ์วาล์วควบคุมทิศทาง 3/2 แบบลูกกลิ้งได้ 4. อธิบายหลักการทำงานวาล์วควบคุมทิศทาง 3/2 แบบลูกกลิ้งได้ 5. ใช้โปรแกรม FluidSIM V 3.6 เขียนวงจรและทดสอบการทำงานได้ 6. ต้องจรรยาควบคุมกระบอกสูบแบบค้ำตำแหน่งและทดสอบการทำงานได้
		1.1.3 ควบคุมอุปกรณ์ทำงานด้วยวาล์วชนิดลมไหลทางเดียว	1.1.3.1 สามารถควบคุมกระบอกสูบทำงานสองทางด้วยวาล์วกันกลับสองทาง	หน่วยย่อยที่ 6 <ol style="list-style-type: none"> 1. บอกหน้าที่และส่วนประกอบของวาล์วกันกลับได้ 2. อธิบายหลักการทำงานของวาล์วกันกลับได้ 3. อ่านสัญลักษณ์ของวาล์วกันกลับได้ 4. บอกหน้าที่และส่วนประกอบของวาล์วกันกลับสองทางได้ 5. อธิบายหลักการทำงานของวาล์วกันกลับสองทางได้ 6. อ่านสัญลักษณ์ของวาล์วกันกลับสองทางได้ 7. ใช้โปรแกรม FluidSIM V 3.6 เขียนวงจรและทดสอบการทำงานได้ 8. ต้องจรรยาควบคุมกระบอกสูบด้วยวาล์วกันกลับสองและทดสอบการทำงานได้

ตารางที่ 3.2 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้วิชางานนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น รหัส 2100-1008 โดยใช้หลักสูตรฐานสมรรถนะ(ต่อ)

ความมุ่งหมายหลัก (Key Purpose)	บทบาทหลัก (Key Roles)	หน้าที่หลัก (Key Functions)	หน่วยสมรรถนะ (Units of Competence)	หน่วยย่อย (Elements of Competence)
			1.1.3.2 สามารถควบคุมความเร็วของก้านสูบ	หน่วยย่อยที่ 7 <ol style="list-style-type: none"> 1. บอกหน้าที่ของวาล์วควบคุมอัตราการไหลได้ 2. อธิบายหลักการทำงานของวาล์วควบคุมอัตราการไหลได้ 3. อ่านสัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมอัตราการไหลได้ 4. อธิบายหลักการทำงานของวาล์วควบคุมอัตราการไหลทางเดียวได้ 5. อ่านสัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมอัตราการไหลทางเดียวได้ 6. ใช้โปรแกรม FluidSIM V 3.6 เขียนวงจรและทดสอบการทำงานได้ 7. ต่อกว้างควบคุมความเร็วของก้านสูบและทดสอบการทำงานได้
			1.1.3.3 สามารถควบคุมกระบอกสูบทำงานสองทางด้วยวาล์วเร่งระบายลม	หน่วยย่อยที่ 8 <ol style="list-style-type: none"> 1. บอกหน้าที่และส่วนประกอบของวาล์วเร่งระบายลมได้ 2. อธิบายหลักการทำงานของวาล์วเร่งระบายลมได้ 3. อ่านสัญลักษณ์ของวาล์วเร่งระบายลมได้ 4. ใช้โปรแกรม FluidSIM V 3.6 เขียนวงจรและทดสอบการทำงานได้ 5. ต่อกว้างควบคุมกระบอกสูบด้วยวาล์วเร่งระบายลม และทดสอบการทำงานได้

ตารางที่ 3.2 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้วิชางานนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น รหัส 2100-1008 โดยใช้หลักสูตรฐานสมรรถนะ(ต่อ)

ความมุ่งหมายหลัก (Key Purpose)	บทบาทหลัก (Key Roles)	หน้าที่หลัก (Key Functions)	หน่วยสมรรถนะ (Units of Competence)	หน่วยย่อย (Elements of Competence)
			1.1.3.4 สามารถควบคุมกระบอกสูบทำงานสองทางด้วยวาล์วความดันสองทาง	หน่วยย่อยที่ 9 1. บอกหน้าที่และส่วนประกอบของวาล์วความดันสองทางได้ 2. อธิบายหลักการทำงานของวาล์วความดันสองทางได้ 3. อ่านสัญลักษณ์ของวาล์วความดันสองทางได้ 4. ใช้โปรแกรม FluidSIM V 3.6 เขียนวงจรและทดสอบการทำงานได้ 5. ต้องวงจรควบคุมกระบอกสูบด้วยวาล์วความดันสองทาง และทดสอบได้
			1.1.3.5 สามารถควบคุมกระบอกสูบทำงานสองทางด้วยวาล์วหน่วงเวลา	หน่วยย่อยที่ 10 1. บอกหน้าที่และส่วนประกอบของวาล์วหน่วงเวลาได้ 2. อธิบายหลักการทำงานของวาล์วหน่วงเวลาได้ 3. อ่านสัญลักษณ์ของวาล์วหน่วงเวลาได้ 4. ใช้โปรแกรม FluidSIM V 3.6 เขียนวงจรและทดสอบการทำงานได้ 5. ต้องวงจรควบคุมกระบอกสูบด้วยวาล์วหน่วงเวลา และทดสอบการทำงานได้
			1.1.3.6 สามารถควบคุมกระบอกสูบทำงานสองทางด้วยวาล์วจัดลำดับ	หน่วยย่อยที่ 11 1. บอกหน้าที่และส่วนประกอบของวาล์วจัดลำดับได้ 2. อธิบายหลักการทำงานของวาล์วจัดลำดับได้ 3. อ่านสัญลักษณ์ของวาล์วจัดลำดับได้ 4. ใช้โปรแกรม FluidSIM V 3.6 เขียนวงจรและทดสอบการทำงานได้ 5. ต้องวงจรควบคุมกระบอกสูบด้วยวาล์วจัดลำดับ และทดสอบการทำงานได้

ตารางที่ 3.2 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้วิชางานนิเวศน์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น รหัส 2100-1008 โดยใช้หลักสูตรฐานสมรรถนะ(ต่อ)

ความมุ่ง หมายหลัก (Key Purpose)	บทบาทหลัก (Key Roles)	หน้าที่หลัก (Key Functions)	หน่วยสมรรถนะ (Units of Competence)	หน่วยย่อย (Elements of Competence)
		1.1.4 ควบคุม อุปกรณ์ทำงาน แบบอัตโนมัติ	1.1.4.1 สามารถ ควบคุมแบบ อัตโนมัติวาล์ว 3/2 แบบลูกกลิ้งทาง เดียว	หน่วยย่อยที่ 12 1. อธิบายหลักการทำงานของวาล์ว ควบคุมทิศทาง 3/2 แบบลูกกลิ้งได้ 2. อ่านสัญลักษณ์ของวาล์วควบคุม ทิศทาง 3/2 แบบลูกกลิ้งได้ 3. อธิบายหลักการทำงานของวาล์ว ควบคุมทิศทาง 3/2 แบบลูกกลิ้งทาง เดียวได้ 4. อ่านสัญลักษณ์ของวาล์วควบคุม ทิศทาง 3/2 แบบลูกกลิ้งทางเดียวได้ 5. ใช้โปรแกรม FluidSIM V 3.6 เขียน วงจรและทดสอบการทำงานได้ 6. ต่อดวงจรมอบควบคุมระบบ อัตโนมัติ และทดสอบการทำงานได้
			1.1.4.2 สามารถ ควบคุมระบบ สูบล้างสองทาง แบบต่อเนื่อง	หน่วยย่อยที่ 13 1. เขียนโค้ดอุปกรณ์ในวงจรนิเวศน์ ได้ 2. เขียนโคแอมการการทำงานของ ระบบสูบล้างได้ 3. ใช้โปรแกรม FluidSIM V 3.6 เขียน วงจรและทดสอบการทำงานได้ 4. ต่อดวงจรมอบควบคุมระบบ แบบต่อเนื่อง และทดสอบการทำงาน ได้

ตารางที่ 3.2 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้วิชางานนิเวศติกส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น รหัส 2100-1008 โดยใช้หลักสูตรฐานสมรรถนะ(ต่อ)

ความมุ่งหมายหลัก (Key Purpose)	บทบาทหลัก (Key Roles)	หน้าที่หลัก (Key Functions)	หน่วยสมรรถนะ (Units of Competence)	หน่วยย่อย (Elements of Competence)
	1.2 เขียนและต่อวงจรงานไฮดรอลิกส์เบื้องต้น	1.2.1 ควบคุมอุปกรณ์ทำงานไฮดรอลิกส์	1.2.1.1 สามารถบอกข้อมูลชุดต้นกำลังไฮดรอลิกส์	หน่วยย่อยที่ 14 <ol style="list-style-type: none"> 1. บอกความหมายของระบบไฮดรอลิกส์ได้ 2. บอกหน้าที่และส่วนประกอบของชุดต้นกำลังได้ 3. อ่านสัญลักษณ์ของชุดต้นกำลังได้ 4. อธิบายหลักการทำงานของวาล์วควบคุมความดันได้ 5. อ่านสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ทำงานได้ 6. อธิบายหลักการทำงานของอุปกรณ์ทำงานได้ 7. อ่านสัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทางได้
			1.2.1.2 สามารถควบคุมกระบอกสูบด้วยวาล์วควบคุมทิศทาง 4/2 และ 4/3	หน่วยย่อยที่ 15 <ol style="list-style-type: none"> 1. บอกหน้าที่และส่วนประกอบของวาล์วควบคุมทิศทางได้ 2. อธิบายหลักการทำงานของวาล์วควบคุมทิศทางได้ 3. อ่านสัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทางได้ 4. ใช้โปรแกรม FluidSIM V 3.6 เขียนวงจรและทดสอบการทำงานได้ 5. ต่อวงจรควบคุมกระบอกสูบด้วยวาล์วควบคุมทิศทางแบบ 4/2 และ 4/3 และทดสอบการทำงานได้



ตารางที่ 3.2 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้วิชางานนิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น รหัส 2100-1008
โดยใช้หลักสูตรฐานสมรรถนะ(ต่อ)

ความมุ่งหมายหลัก (Key Purpose)	บทบาทหลัก (Key Roles)	หน้าที่หลัก (Key Functions)	หน่วยสมรรถนะ (Units of Competence)	หน่วยย่อย (Elements of Competence)
		1.2.2 ควบคุมอุปกรณ์ทำงานไฮดรอลิกส์ด้วยวาล์ว	1.2.2.1 สามารถควบคุมกระบอกสูบด้วยวาล์วควบคุมอัตราการไหล	หน่วยย่อยที่ 16 1. บอกหน้าที่และส่วนประกอบของวาล์วควบคุมอัตราการไหลได้ 2. อธิบายหลักการทำงานของวาล์วควบคุมอัตราการไหลได้ 3. อ่านสัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมอัตราการไหลได้ 4. ใช้โปรแกรม FluidSIM V 3.6 เขียนวงจรและทดสอบการทำงานได้ 5. ต้องจรรยาควบคุมกระบอกสูบด้วยวาล์วควบคุมอัตราการไหล และทดสอบได้
			1.2.2.2 สามารถควบคุมมอเตอร์ไฮดรอลิกส์	หน่วยย่อยที่ 17 1. บอกหน้าที่และส่วนประกอบของมอเตอร์ไฮดรอลิกส์ได้ 2. อธิบายหลักการมอเตอร์ไฮดรอลิกส์ได้ 3. อ่านสัญลักษณ์มอเตอร์ไฮดรอลิกส์ได้ 4. ใช้โปรแกรม FluidSIM V 3.6 เขียนวงจรและทดสอบการทำงานได้ 5. ต้องจรรยาควบคุมมอเตอร์ไฮดรอลิกส์และทดสอบการทำงานได้
			1.2.2.3 สามารถควบคุมกระบอกสูบด้วยวาล์วกันกลับแบบมีน้ำมันควบคุม	หน่วยย่อยที่ 18 1. บอกหน้าที่และส่วนประกอบของวาล์วกันกลับแบบมีน้ำมันควบคุมได้ 2. อธิบายหลักการทำงานของวาล์วกันกลับแบบมีน้ำมันควบคุมได้ 3. อ่านสัญลักษณ์ของวาล์วกันกลับแบบมีน้ำมันควบคุมได้ 4. ใช้โปรแกรม FluidSIM V 3.6 เขียนวงจรและทดสอบการทำงานได้ 5. ต้องจรรยาควบคุมกระบอกสูบด้วยวาล์วกันกลับแบบมีน้ำมันควบคุมได้

3. ศึกษาความแตกต่างของแผนการจัดการเรียนรู้กับแผนการสอนแบบเดิม ว่ามีวิธีดำเนินการวิจัยแตกต่างกันอย่างไรในแต่ละขั้นตอน ซึ่งประกอบไปด้วย ขั้นตอนให้ความรู้ทฤษฎี ขั้นตอนปฏิบัติตามใบงาน ขั้นตอนประเมินผล ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 เปรียบเทียบรูปแบบการสอน/กระบวนการปฏิบัติการสอน

รายการ	รูปแบบการสอนปกติ	รูปแบบการสอนตาม หลักสูตรฐาน สมรรถนะ
ขั้นการให้ความรู้ทฤษฎี		
1.ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน	✓	✓
2.ครูให้ความรู้ทฤษฎีโดยใช้แผ่นใสในการนำเสนอ ทำให้นักเรียนไม่มีความสนใจการเรียน	✓	
3.ครูให้ความรู้ทฤษฎีโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบกับโปรแกรมหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในการนำเสนอ ทำให้นักเรียนมีความสนใจการเรียน		✓
4.ใช้สื่อที่ใช้ไม่มีภาพสีดูแล้วไม่กระตุ้นการเรียนรู้ ไม่มีภาพเคลื่อนไหว ดูแล้วไม่เข้าใจในการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆที่อยู่ในเนื้อหา	✓	
5.ใช้สื่อที่ใช้เป็นภาพสีดูแล้วกระตุ้นการเรียนรู้ มีภาพเคลื่อนไหว ดูแล้วสามารถเข้าใจในการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆที่อยู่ในเนื้อหาได้ดีขึ้น		✓
6.ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบระหว่างเรียน	✓	✓
ขั้นการปฏิบัติตามใบงาน		
7.ครูเขียนวงจรตามใบงานบนกระดาน และให้นักเรียนเขียนตามบนในกระดาษ ทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายไม่มีความสนใจ	✓	
8.ครูเขียนวงจรตามใบงานโดยใช้โปรแกรม FluidSim v 3.6 และฉายโปรเจกเตอร์ขึ้นบนจอรับภาพให้นักเรียนดู และให้นักเรียนใช้โปรแกรม FluidSim v 3.6 เขียนวงจร พร้อมทั้งแสดงการทำงานของวงจรได้เลย ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ		✓
9.ครูนำอุปกรณ์ต่างๆมาต่อวงจรตามใบงานบนโต๊ะ ประลอง และอธิบายการทำงานให้นักเรียนฟัง	✓	

ตารางที่ 3.3 เปรียบเทียบรูปแบบการสอน/กระบวนการปฏิบัติการสอน (ต่อ)

รายการ	รูปแบบการสอนปกติ	รูปแบบการสอนตามหลักมาตรฐานสมรรถนะ
10. ครุนำอุปกรณ์ต่างๆมาต่อวงจรตาม โมดูลบน โต๊ะทดลอง และอธิบายการทำงานให้นักเรียนฟัง		✓
11. ครูบอกให้นักเรียนฝึกซ้อมการต่อวงจรตามใบงานบน โต๊ะทดลองให้ได้	✓	
12. ครูบอกให้นักเรียนฝึกซ้อมการต่อวงจรตาม โมดูลบน โต๊ะทดลองให้ได้		✓
ขั้นการประเมินผล		
13. ครูแจกกระดานให้นักเรียนเขียนวงจรตามใบงานลงในกระดาษ (รายบุคคล) โดยไม่ได้ทำการประเมินทุกครั้งที่ทำการสอน ครูจะเลือกประเมินในหน่วยที่มีความสำคัญเท่านั้น	✓	
14. ครูให้นักเรียนเขียนวงจรตาม โมดูลโดยใช้โปรแกรม FluidSim v 3.6 และประเมินให้คะแนนตามแบบประเมินผลการทดสอบภาคปฏิบัติในแต่ละหน่วย (รายบุคคล) โดยทำการประเมินทุกครั้งที่ทำการสอนตามฐานสมรรถนะ		✓
15. ครูทำการทดสอบนักเรียนตามใบงานระหว่างเรียนเป็นรายบุคคล	✓	✓
16. ครูให้คะแนนโดยดูจากผลงาน ดังนี้ เขียนและต่อวงจรได้ = 10 คะแนน เขียนและต่อวงจรไม่ได้ = 0 คะแนน	✓	
17. ครูให้คะแนน โดยใช้แบบประเมินผลการทดสอบภาคปฏิบัติที่มีความเป็นมาตรฐาน คะแนนเต็มใบงานที่อยู่ใน โมดูล 20 คะแนน		✓
18. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน	✓	✓
19. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนภาคปฏิบัติเป็นรายบุคคล		✓

4. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข

5. นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญตรวจพิจารณา จำนวน 5 ท่าน โดยผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย

5.1 รศ.ดร. สัมพันธ์ ฤทธิเดช อาจารย์ประจำภาควิชาเครื่องกล มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

5.2 อ.ดร. บพิช บุปผโชติ อาจารย์ประจำภาควิชาเครื่องกล มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

5.3 นายอุทัย เสาหิน ครูชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

5.4 ว่าที่ พันตรีมนตรี พระศรี ครูชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

5.5 นายสุริยะ ภัทรพงษ์สินธุ์ ครูชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ด้านการจัดการเรียนรู้ ด้านการวัดผล ประเมินผล เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของแผนการจัดการเรียนรู้

6. นำตารางวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) ของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้องมีค่าเท่ากับ 0.99 ซึ่งถ้าค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไปถือว่ามีความสอดคล้องกันในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

7. จัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์

8. นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองที่ใช้ในการวิจัยต่อไป

3.4 วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.1 วิธีดำเนินการทดลอง

1. ศึกษาคำอธิบายรายวิชางานนิวมेटริกส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาเครื่องกล พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง 2546) ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

2. วิเคราะห์สมรรถนะตามคำอธิบายรายวิชางานนิวมेटริกส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้นระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาเครื่องกล พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง 2546) ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

3. เขียนสมรรถนะตามคำอธิบายรายวิชางานนิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้นระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาเครื่องกล พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง 2546) ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

4. ทำการหาค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหา โดยวิธีอาศัยดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาและด้านการวัดผล

5. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อฝึกสมรรถนะวิชางานนิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้นระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาเครื่องกล โดยใช้โปรแกรม FluidSIM V 3.6

3.4.2 การเก็บและรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล แบ่งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยดำเนินการสอนตลอดภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 ระยะเวลา 72 ชั่วโมง โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบฐานสมรรถนะ และแผนการสอนแบบปกติ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้วิชางานนิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น โดยจัดประชุมกับครุครูวิชางานนิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น เพื่อแจ้งวัตถุประสงค์ วิธีการจัดการเรียนรู้ เกณฑ์การประเมิน และการให้คะแนน งานนิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น ให้เป็นแนวทางเดียวกัน ในการจัดการเรียนรู้ในทั้งสองแบบในปีการศึกษาที่ 1/2554 ในวิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม และวิทยาลัยการอาชีพหนองหาน

2. ก่อนการทดลองเป็นขั้นที่ครูจะต้องเตรียมความพร้อมในด้านสร้างความคุ้นเคยกับนักเรียน ในกลุ่มทดลองเป็นเวลา 4 ชั่วโมง โดยการทดลองจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบฐานสมรรถนะในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการเตรียมและการผลิตลมอัด เพื่อให้นักเรียนคุ้นเคยกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบฐานสมรรถนะเนื่องจาก เป็นการเรียนรู้ใหม่ซึ่งนักเรียนไม่คุ้นเคย ส่วนกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยจึงไม่ได้สร้างความคุ้นเคยกับกลุ่มควบคุม เพราะนักเรียนคุ้นเคยกับการเรียนรู้แบบปกติอยู่แล้ว

3. ขั้นทดลอง ครูดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้สร้างไว้เพื่อป้องกันมิให้เกิดตัวแปรแทรกซ้อน อันเนื่องมาจากครู เช่น ประสบการณ์ในการสอน และกำหนดวิธีการวัดและประเมินผล

4. ขอความร่วมมือกับครุครู รายวิชางานนิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม และวิทยาลัยการอาชีพหนองหาน กับนักเรียน ทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้ครุครูคนเดียวกันทั้ง 2 กลุ่ม

5. ทดสอบก่อนเรียน (pre-test) กับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชางานนิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น 180 ข้อ

6. ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีเนื้อหาจุดประสงค์การเรียนรู้และการประเมินผลเหมือนกันทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แต่กิจกรรมการเรียนการสอนจะแตกต่างกัน ดังนี้

- กลุ่มทดลอง จะใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบฐานสมรรถนะ ตามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ใช้เวลาสอน 72 ชั่วโมง

- กลุ่มควบคุม จะใช้แผนการสอนที่ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติ โดยยึดครูเป็นศูนย์กลาง ใช้เวลาสอน 72 ชั่วโมง

7. เก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลองสอนครบ 72 ชั่วโมง โดยให้นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (post-test) ภาคทฤษฎีวิชางาน นวัตกรรม และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น 180 ข้อฉบับเดิม ส่วนภาคปฏิบัติวัดจากคะแนนทดสอบผลสัมฤทธิ์ตามใบงาน จำนวน 6 ใบงาน และแบบวัดความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบฐานสมรรถนะ และแบบปกติ

3.5 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) โดยคำนวณจากสูตร [40]

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}$$

เมื่อ	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ย
	$\frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}$	แทน	ผลรวมของคะแนนทุกตัวในกลุ่ม
	N	แทน	จำนวนสมาชิกในกลุ่ม

1.2 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) คำนวณจากสูตร [40]

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N - 1}}$$

เมื่อ	SD	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	X	แทน	คะแนนแต่ละตัว
	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มตัวอย่าง
	$\sum(X - \bar{X})^2$	แทน	ผลรวมของค่าเบี่ยงเบนของคะแนนแต่ละตัวจากค่าเฉลี่ย
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ วิชางานนิเวศศึกษาและไฮดรอลิกส์เบื้องต้น ตามหลักสูตรฐานสมรรถนะ ด้วยเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 เพื่อวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพ

80 ตัวแรก หมายถึง คะแนนที่นักเรียนทำการทดสอบด้วยแบบทดสอบระหว่างเรียนภาคปฏิบัติ ได้ถูกต้อง โดยคิดเฉลี่ยเป็นร้อยละ

80 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนที่นักเรียนทำการทดสอบความก้าวหน้าด้วยแบบทดสอบภาคปฏิบัติอีกครั้งหนึ่งหลังจากที่นักเรียนเรียนจบทุกงานแล้ว (หน่วยการเรียนรู้) ได้ถูกต้อง โดยคิดเฉลี่ยเป็นร้อยละ 80 ควรรอบ อุ้มลา [41]

2. ค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหา โดยวิธีอาศัยดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาและด้านการวัดผล โดยใช้สูตรดังนี้ [42]

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับเนื้อหาหรือระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
	$\sum R$	แทน	ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

3. ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉพาะตัวถูก [40]

3.1 สูตรการคำนวณหาค่าระดับความยากง่าย

$$P = \frac{R}{N} \quad \text{หรือ} \quad P = \frac{R_u + R_L}{2f} \quad \text{หรือ} \quad P = \frac{P_u + P_L}{2}$$

เมื่อ	P	แทน	ระดับความยากของข้อสอบ
	R	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกทั้งหมด ($R_u + R_L$)
	N	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ (เท่ากับ $2f$)
	f	แทน	จำนวนคนในสูงหรือกลุ่มต่ำซึ่งเท่ากัน
	R_u	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบถูก
	R_L	แทน	จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูก
	P_u	แทน	สัดส่วนคนตอบถูกในกลุ่มสูง (เท่ากับ R_u/f)
	P_L	แทน	สัดส่วนคนตอบถูกในกลุ่มต่ำ (เท่ากับ R_L/f)

3.2 สูตรการคำนวณหาค่าอำนาจจำแนก

$$r = \frac{R_U - R_L}{f} \quad \text{หรือ} \quad r = P_U - P_L$$

เมื่อ	r	แทน	อำนาจจำแนก
-------	---	-----	------------

4. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คำนวณจากสูตร KR₂₀ [40]
ดังนี้

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right]$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	k	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	p	แทน	อัตราส่วนของผู้ตอบถูกในข้อหนึ่งๆ = R/N เมื่อ R แทนจำนวนผู้ตอบถูกในข้อนั้น และ N แทนจำนวนผู้สอบ
	q	แทน	อัตราส่วนของผู้ตอบผิดในข้อหนึ่งๆ = $1 - p$
	S^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนน

5. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชางานนิเวศน์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น และระดับความคิดเห็นต่อวิชางานนิเวศน์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น โดยใช้ t-test (Independent Samples) [40]

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\left[\frac{(N_1 - 1)S_1^2 + (N_2 - 1)S_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \right] \left[\frac{N_1 + N_2}{N_1 N_2} \right]}}$$

เมื่อ t	แทน	ค่าสถิติเพื่อทดสอบความมีนัยสำคัญ
\bar{X}_1	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง
\bar{X}_2	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม
S_1^2	แทน	ความแปรปรวนของกลุ่มทดลอง
S_2^2	แทน	ความแปรปรวนของกลุ่มควบคุม
N_1	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มทดลอง
N_2	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มควบคุม

6. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชางานนิเวศน์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น โดยใช้ t-test (dependent Samples) [40]

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

เมื่อ t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤตเพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
D	แทน	ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน
N	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน

7. ผลข้อมูลเปรียบเทียบเกณฑ์ระดับคุณภาพ โดยมีค่าเฉลี่ยของเกณฑ์การแปลความหมายของระดับคุณภาพ ดังนี้ [40]

คะแนนอยู่ระหว่าง	4.50 – 5.00	คุณภาพดีมาก
คะแนนอยู่ระหว่าง	3.50 – 4.49	คุณภาพดี
คะแนนอยู่ระหว่าง	2.50 – 3.49	คุณภาพปานกลาง

คะแนนอยู่ระหว่าง	1.50 – 2.49	คุณภาพน้อย
คะแนนอยู่ระหว่าง	1.00 – 1.49	คุณภาพน้อยที่สุด

8. ผลข้อมูลเปรียบเทียบเกณฑ์ระดับความพึงพอใจ โดยมีค่าเฉลี่ยของเกณฑ์การแปลความหมายของระดับความพึงพอใจ ดังนี้ [40]

คะแนนอยู่ระหว่าง	4.50 – 5.00	มีความพึงพอใจมากที่สุด
คะแนนอยู่ระหว่าง	3.50 – 4.49	มีความพึงพอใจมาก
คะแนนอยู่ระหว่าง	2.50 – 3.49	มีความพึงพอใจปานกลาง
คะแนนอยู่ระหว่าง	1.50 – 2.49	มีความพึงพอใจน้อย
คะแนนอยู่ระหว่าง	1.00 – 1.49	มีความพึงพอใจน้อยที่สุด