บทที่ 4 ผลการวิจัย

การวิจัยนี้ เป็นการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการสอนด้วยรูปแบบการสอนความคิดรวบยอดกับการสอนปกติในเรื่องการออกแบบวงจรนิวเมติกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิก คอนโทรลเลอร์ (PLC) มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแผนการสอน และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนที่สร้างขึ้น กับกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยแผนการสอนปกติ โดยมีสมมุติฐานที่ว่าหลังจากผู้เรียนกลุ่มทดลองได้รับการสอนด้วยรูปแบบการสอนความคิดรวบยอดแล้ว จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าผู้เรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบปกติ และกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนความคิดรวบยอดจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการนำไปใช้สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบปกติ สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

4.1 ผลการพัฒนาแผนการสอน

แผนการสอนที่สร้างขึ้นสำหรับงานวิจัยนี้ทีทั้งหมด 3 แผน แต่ละแผนการสอนสร้างจากการเลือกเนื้อหาที่เหมาะสมสำหรับการสอนเนื้อหาที่เป็นความคิดรวบยอด และการศึกษาผลลัพธ์จากวิธีการสอนดังกล่าว ต้องเลือกใช้เนื้อหาที่ตรงประเด็นมากที่สุด เพราะฉะนั้นได้เลือกเนื้อหาความคิดรวบยอด 3 ความคิดรวบยอด ที่นำมาสอนเพื่อทำการวิจัยดังนี้

4.1.1 แผนการสอนความคิดรวบยอด

- ความคิดรวบยอดการออกแบบวงจรนิวเมติกส์ควบคุมด้วยลม
- ความคิดรวบยอดการออกแบบวงจรนิวเมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้า
- ความคิดรวบยอดการออกแบบวงจรนิวเมติกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

ผลการพัฒนาแผนการสอนความคิดรวบยอด (Concept)

การสอนความคิดรวบยอด เป็นการสอนโดยการนำเสนอตัวอย่างของความคิดรวบยอดสลับกับการนำเสนอสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่าง เพื่อให้ผู้เรียนสังเกตแยกแยะ และนำคุณลักษณะของความคิดรวบยอดมาเขียนคำจำกัดความ ซึ่งการสอนประกอบด้วยการสอน 5 ขั้นดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงกิจกรรมการสอนความคิดรวบยอดทั้ง 3 แผน

ขั้นการสอน	กิจกรรมการเรียนการสอนของแผนการสอนความคิดรวบยอด		
	การควบคุมด้วยลม	การควบคุมด้วยไฟฟ้า	การควบคุมด้วยPLC
1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน	- ครูนำเสนอความแตกต่างของการออกแบบวงจรนิวเมติกส์ที่มีการควบคุมด้วยลม ไฟฟ้า และ PLC ด้วย Simulation (ซึ่งการควบคุมด้วยลมอุปกรณ์ที่มาประกอบวงจรและสั่งวงจรนิวเมติกส์ด้วยลมทั้งหมด ส่วนการควบคุมด้วยไฟฟ้าและ PLC จะมีแหล่งจ่ายไฟฟ้า) - ถามคำถามให้นักเรียนสนใจและหาความแตกต่าง	ครูนำเสนอความแตกต่างของการออกแบบวงจรนิวเมติกส์ที่มีการควบคุมด้วยลมไฟฟ้าและ PLC ด้วย Simulation (ซึ่งการควบคุมด้วยลมอุปกรณ์ที่มาประกอบวงจรและสั่งวงจรนิวเมติกส์ด้วยลมทั้งหมด ส่วนการควบคุมด้วยรีเลย์ไฟฟ้าและ PLC จะมีแหล่งจ่ายไฟฟ้า) - ถามคำถามให้นักเรียนสนใจและหาความแตกต่าง	ครูนำเสนอความแตกต่างของการออกแบบวงจรนิวเมติกส์ที่มีการควบคุมด้วยลม รีเลย์ไฟฟ้า และ PLC ด้วย Simulation (ซึ่งการควบคุมด้วยลมอุปกรณ์ที่มาประกอบวงจรและสั่งวงจรนิวเมติกส์ด้วยลมทั้งหมด ส่วนการควบคุมด้วยรีเลย์ไฟฟ้าและ PLC จะมีแหล่ง จ่ายไฟฟ้า) - ถามคำถามให้นักเรียนสนใจและหาความแตกต่าง
2. ขั้นให้ข้อมูล		- ครูนำเสนอตัวอย่าง 3 ตัวอย่างและไม่ใช่ตัวอย่าง 2 ตัวอย่าง ให้ผู้เรียนเปรียบเทียบคุณลักษณะของการออกแบบวงจรนิวเมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้า จากสิ่งที่เป็นตัวอย่างและไม่ใช่ตัวอย่างที่ประกอบด้วยรูปวงจรนิวเมติกส์ - ให้ผู้เรียนสรุปคุณลักษณะของแต่ละตัวอย่างเปรียบเทียบกับตัวอย่างและไม่ใช่ตัวอย่างแล้วเขียนคุณลักษณะเด่นลงในใบบันทึกรายการ	- ครูนำเสนอตัวอย่าง 3 ตัวอย่างและไม่ใช่ตัวอย่าง 2 ตัวอย่าง ให้ผู้เรียนเปรียบเทียบ คุณลักษณะของการออกแบบวงจรนิวเมติกส์ควบคุมด้วย PLC จากสิ่งที่เป็นตัวอย่างและไม่ใช่ตัวอย่างที่ประกอบด้วย รูปวงจรนิวเมติกส์ - ให้ผู้เรียนสรุปคุณลักษณะของแต่ละตัวอย่างเปรียบเทียบกับตัวอย่างและไม่ใช่ตัวอย่างแล้วเขียนคุณลักษณะเด่นลงในใบบันทึกรายการ

ตารางที่ 4.1 แสดงกิจกรรมการสอนความคิดรวบยอดทั้ง 3 แผน (ต่อ)

ขั้นการสอน	กิจกรรมการเรียนการสอนของแผนการสอนความคิดรวบยอด		
	การควบคุมด้วยลม	การควบคุมด้วยไฟฟ้า	การควบคุมด้วยPLC
3.ขั้นเขียนคำจำกัดความ	-ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำคุณลักษณะเด่นที่ได้ทั้งหมด จากการเปรียบเทียบตัวอย่างและไม่ใช่ตัวอย่างมาเขียนเป็นคำจำกัดความและครูตรวจสอบและคอยชี้แนะจนได้คำจำกัดความที่ถูกต้อง	-ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำคุณลักษณะเด่นที่ได้ทั้งหมดจากการเปรียบเทียบตัวอย่างและไม่ใช่ตัวอย่างมาเขียนเป็นคำจำกัดความและครูตรวจสอบและคอยชี้แนะจนได้คำจำกัดความที่ถูกต้อง	-ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำคุณลักษณะเด่นที่ได้ทั้งหมด จากการเปรียบเทียบตัวอย่างและไม่ใช่ตัวอย่างมาเขียนเป็นคำจำกัดความและครูตรวจสอบและคอยชี้แนะจนได้คำจำกัดความที่ถูกต้อง
4.ขั้นฝึก	-ครูแสดง step การทำงานของอุปกรณ์ รูปวงจรนิวเมติกส์ ให้ผู้เรียนระบุคุณลักษณะเด่น ข้อใดที่เป็นข้อตัดสินว่าเป็นการออกแบบวงจรนิวเมติกส์ควบคุมด้วยลม	-ครูแสดง step การทำงานของอุปกรณ์ รูปวงจรนิวเมติกส์ ให้ผู้เรียนระบุคุณลักษณะเด่น ข้อใดที่เป็นข้อตัดสินว่าเป็นการออกแบบวงจรนิวเมติกส์ควบคุมด้วยรีเลย์ไฟฟ้า	-ครูแสดง step การทำงานของอุปกรณ์ รูปวงจรนิวเมติกส์ ให้ผู้เรียนระบุคุณลักษณะเด่น ข้อใดที่เป็นข้อตัดสินว่าเป็นการออกแบบวงจรนิวเมติกส์ควบคุมด้วย PLC
5.ขั้นประเมินผล	- ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 5 ข้อ และให้ผลย้อนกลับ (Feed back)	- ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 5 ข้อ และให้ผลย้อนกลับ (Feed back)	-ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 5 ข้อ และให้ผลย้อนกลับ (Feed back)

เพื่อให้แผนการสอนมีความน่าเชื่อถือและเหมาะสมก่อนนำไปใช้งานจริง ผู้วิจัยได้นำแผนการสอนทั้งหมดไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์การเรียนรู้ กับกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนของการสอน โดยผลการวิเคราะห์แบบประเมินความสอดคล้องโดยสรุปรายละเอียดตามตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 สรุปผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญกับความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์การเรียนรู้ กับกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนของแผนการสอนความคิดรวบยอด

รายละเอียดภายในแผนการสอน		ดัชนีความสอดคล้อง(IOC)			ค่าเฉลี่ยของ IOC
		แผนการสอนที่ 1	แผนการสอนที่ 2	แผนการสอนที่ 3	
วัตถุประสงค์ของกิจกรรม	กิจกรรมการเรียนการสอน	1	2	3	
1. สร้างความสนใจเพื่อให้ผู้เรียนเห็นความแตกต่างของการออกแบบนิวเมติกส์ควบคุมด้วยลมกับควบคุมด้วยPLC	- ครูนำเสนอความแตกต่างของการออกแบบวงจรนิวเมติกส์ที่มีการควบคุมด้วยลม รีเลย์ไฟฟ้า และ PLC ด้วย Simulation (ซึ่งการควบคุมด้วยลมอุปกรณ์ที่มาประกอบวงจรและสั่งวงจรนิวเมติกส์ด้วยลมทั้งหมด ส่วนการควบคุมด้วยรีเลย์ไฟฟ้าและ PLC จะมีแหล่งจ่ายไฟฟ้า) - ถามคำถามให้นักเรียนสนใจและหาความแตกต่าง	1.00	1.00	1.00	1.00
2.ให้ข้อมูล เพื่อให้ผู้เรียนเปรียบเทียบตัวอย่างเพื่อสรุปคุณลักษณะเด่นของความคิดรวบยอด	ครูนำเสนอตัวอย่าง 3 ตัวอย่างและไม่ใช่ตัวอย่าง 2 ตัวอย่าง ให้ผู้เรียนเปรียบเทียบ คุณลักษณะของการออกแบบวงจรนิวเมติกส์ควบคุมด้วยลม จากสิ่งที่เป็นตัวอย่างและไม่ใช่ตัวอย่างที่ประกอบด้วย รูปวงจรนิวเมติกส์ - ให้ผู้เรียนสรุปคุณลักษณะของแต่ละตัวอย่างเปรียบเทียบกับตัวอย่างและไม่ใช่ตัวอย่างแล้วเขียนคุณลักษณะเด่นลงในใบบันทึกรายการ	1.00	1.00	1.00	1.00
3. เขียนคำจำกัดความ เพื่อให้ผู้เรียนแสดงออกให้เห็นว่ามีความรู้ในความคิดรวบยอด	- ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำคุณลักษณะเด่นที่ได้ทั้งหมดจากการเปรียบเทียบตัวอย่างและไม่ใช่ตัวอย่างมาเขียนเป็นคำจำกัดความและครูตรวจสอบและคอยชี้แนะจนได้คำจำกัดความที่ถูกต้อง	1.00	1.00	1.00	1.00
4. ฝึกให้ผู้เรียนจำแนกคุณลักษณะเด่นของความคิดรวบยอด	- ครูแสดง step การทำงานของอุปกรณ์ รูปวงจรนิวเมติกส์ ให้ผู้เรียนระบุคุณลักษณะเด่น ข้อใดที่เป็นข้อตัดสิน	0.80	0.80	0.80	0.80
5.วัดความเข้าใจในความคิดรวบยอด	- ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 5 ข้อ และให้ผลย้อนกลับ (Feed back)	1.00	1.00	1.00	1.00

จากตารางที่. 4.2 พบว่าการประเมินความสอดคล้องของวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้กับกิจกรรมในแต่ละขั้น มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1 เกือบทุกขั้นการสอน มีส่วนน้อยที่ค่าดัชนีความ

สอดคล้อง เท่ากับ 0.8 อย่างไรก็ตามนับได้ว่าสูงกว่าเกณฑ์การประเมิน ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าทุกขั้นการสอนผ่านเกณฑ์การประเมิน สำหรับข้อเสนอแนะอื่นๆ จากผู้เชี่ยวชาญบางท่านในแต่ละแผนการสอน และผู้วิจัยได้นำไปปรับปรุงแผนการสอนมีรายละเอียดดังนี้

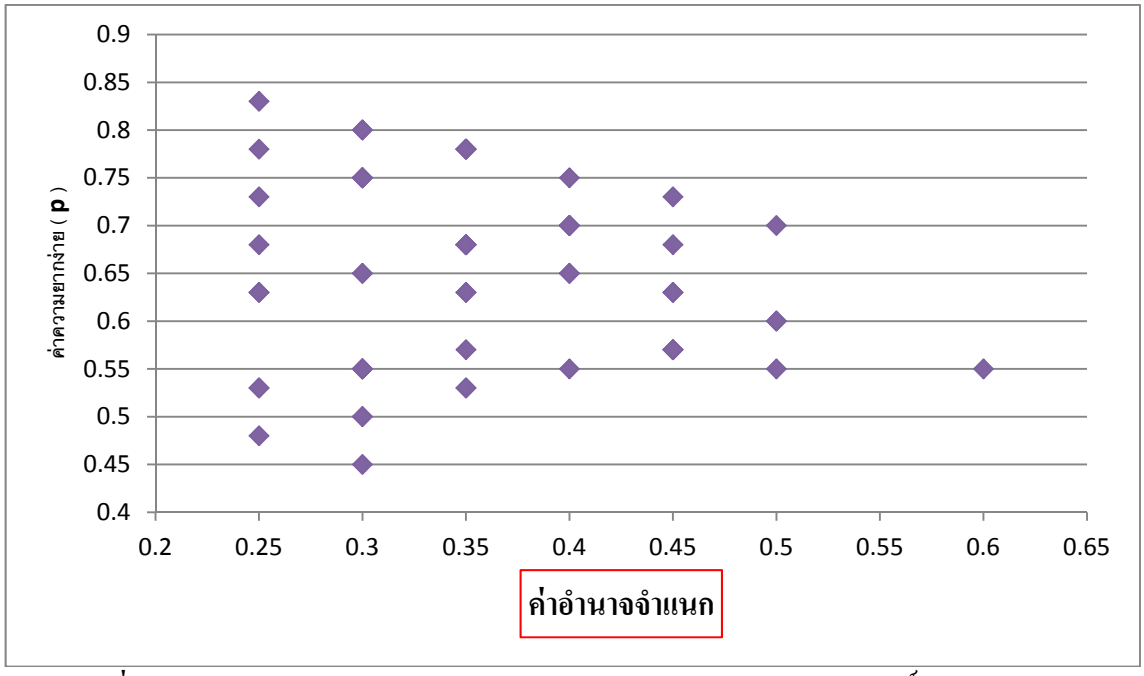
แผนการสอนความคิดรวบยอดที่ 1, 2 และ 3 ในขั้นการทดลองใช้ ได้รับคำแนะนำในการแสดงตัวอย่างเพื่อให้ผู้เรียนจำแนกคุณลักษณะเด่นของความคิดรวบยอด ว่าควรเสนอสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่างให้ผู้เรียนจำแนกด้วย เพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียนไม่ได้จัดสิ่งไม่ใช่ตัวอย่างเข้าไปด้วย

4.2 ผลการพัฒนาแบบทดสอบ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้พัฒนาขึ้น เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก เพื่อใช้วัดความรู้ก่อนเรียน (Pretest) และวัดความรู้หลังเรียน(Posttest) มุ่งเน้นวัดความสามารถในระดับความรู้ความจำ ความเข้าใจเป็นส่วนใหญ่และการนำไปใช้ ผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงด้านเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญและนำทดลองใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช่ตัวอย่างเพื่อหาความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกเวลาในการทำข้อสอบที่สร้างขึ้นทั้งหมด 60 ข้อ ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบ

คุณภาพข้อสอบ	
ลักษณะข้อสอบ	ปรนัย 4 ตัวเลือก
จำนวนข้อสอบและการให้คะแนน	60 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน
เวลาในการทำข้อสอบและเวลาเฉลี่ย	60 นาที เฉลี่ยข้อละ 1 นาที
ระดับความสามารถ	ความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้
ความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ	0.8 - 1
ความเชื่อมั่น	0.9235
ค่าความยากง่ายเฉลี่ย	0.65
ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย	0.3575



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงผลการตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบความรู้ก่อนเรียน (Pretest) และหลังเรียน (Posttest)

แบบทดสอบความรู้ก่อนเรียน (Pretest) และหลังเรียน (Posttest) ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 60 ข้อ 4 ตัวเลือก ซึ่งเป็นข้อสอบชุดเดียวกันมาสลับข้อใหม่แล้วทดสอบผู้เรียนหลังจากได้รับการสอนด้วยรูปแบบการสอนทั้งสองแบบ เพื่อเปรียบเทียบความรู้ของทั้งสองกลุ่มก่อนเรียนและหลังเรียน

4.3 การดำเนินการทดลอง

4.3.1 การแบ่งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงชั้นปีที่ 2 (ปวส.2) กลุ่มงานติดตั้งไฟฟ้า แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยการอาชีพสว่างแดนดิน ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 40 คน ที่ได้เรียนวิชางานนิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น วิชาการควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า วิชาโปรแกรมการควบคุมมาก่อน เพื่อเป็นพื้นฐานในการเรียนวิชานิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์ ในเรื่องการออกแบบวงจรนิวเมติกส์ โดยการเลือกแบบเจาะจงเพื่อแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ใช้ในการวิจัย ที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนความคิดรวบยอด เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงชั้นปีที่ 2 (ปวส. 2) กลุ่มงานติดตั้งไฟฟ้า จำนวน 20 คน กลุ่มควบคุมที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งเรียนด้วยรูปแบบการสอนปกติ ได้แก่ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงชั้นปีที่ 2 (ปวส. 2) กลุ่มงานติดตั้งไฟฟ้า จำนวน 20 คน

4.3.2 ทดสอบวัดความรู้ก่อนเรียน

การดำเนินการงานที่ใช้กับการสอนทั้งสองรูปแบบ คือการสอนด้วยรูปแบบการสอนความคิดรวบยอดกับการสอนปกติในเรื่อง การออกแบบวงจรนิวเมติกส์ ก่อนดำเนินการทดลองได้ทำการสอนความรู้พื้นฐานให้กับทั้งสองกลุ่มในเรื่องดังต่อไปนี้

1. อุปกรณ์ทำงานในระบบนิวเมติกส์
2. วาล์วและอุปกรณ์ควบคุมในระบบนิวเมติกส์
   - วาล์วควบคุมทิศทาง
   - วาล์วควบคุมการไหลทางเดียว
   - วาล์วควบคุมความดัน
   - วาล์วควบคุมอัตราการไหล
   - วาล์วเปิด-ปิดและวาล์วผสม
3. อุปกรณ์ทำงานในระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้า
   - สวิทซ์ปุ่มกด
   - ลิมิตสวิทซ์
   - รีดสวิทซ์
   - รีเลย์
   - รีเลย์ตั้งเวลา
   - ตัวนับจำนวน
   - โซลินอยด์วาล์ว
4. โปรแกรมเมเบิล ลอจิก คอนโทรลเลอร์

4.3.3 ดำเนินการสอนตามแผนการสอนความคิดรวบยอด

การทดลอง กลุ่มทดลองทำการสอนด้วยรูปแบบการสอนความคิดรวบยอด และกลุ่มควบคุมได้รับการสอนด้วยรูปแบบการสอนปกติ

4.3.4 ทดสอบความรู้หลังเรียน

เมื่อทำการสอนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเรียบร้อยแล้ว ทำการทดสอบความรู้หลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.4 ผลการทดลอง

การดำเนินการงานที่ใช้กับการสอนทั้งสองรูปแบบ คือการสอนด้วยรูปแบบการสอนความคิดรวบยอด แล้วการทดสอบความรู้ก่อนเรียนของทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แล้วนำมาเปรียบเทียบความรู้ก่อนเรียน แล้วจึงดำเนินการทดลอง จนจบตามขั้นตอน ทำการทดสอบความรู้หลังเรียน และความรู้ด้านการนำไปใช้นำผลมาวิเคราะห์ค่าคะแนนเฉลี่ยด้วยสถิติแบบที (t-test) รายละเอียดแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบความรู้ก่อนเรียน (Pretest) ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ลักษณะการวิเคราะห์		N	$\overline{X}$	*S.D*	$t_{ตาราง}$	$t_{คำนวณ}$
วิเคราะห์ทั้งกลุ่ม	กลุ่มทดลอง	20	22.30	2.716	2.539	0.172
	กลุ่มควบคุม	20	22.15	2.796		

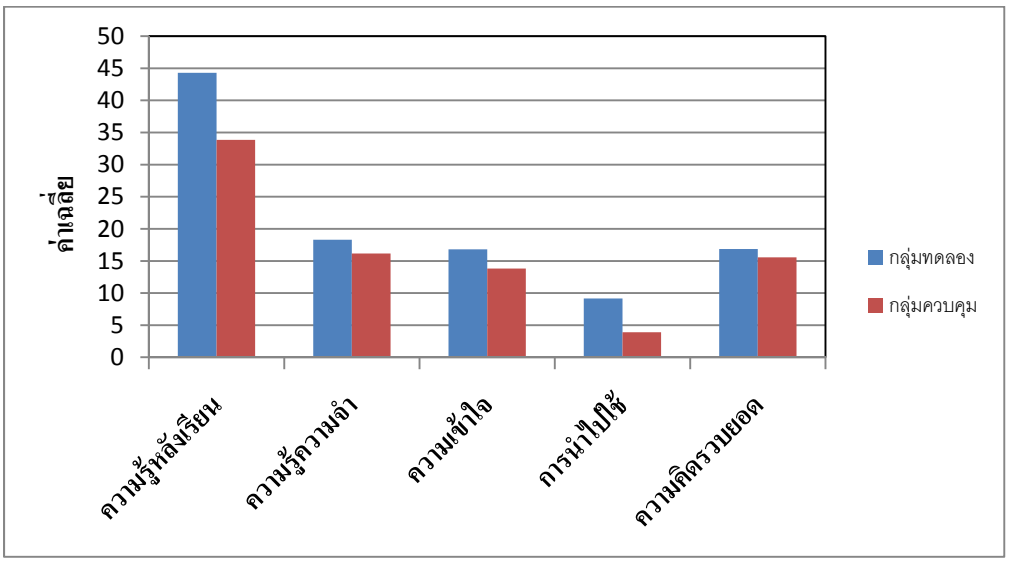
จากตารางที่ 4.4 ค่า $t_{คำนวณ}$ มีค่าน้อยกว่า ค่า $t_{ตาราง}$ แสดงว่าความรู้ก่อนเรียน (Pretest) ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกัน

จากการจัดให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาตามแผนการสอนที่กำหนดไว้ คือ กลุ่มทดลองเรียนด้วยแผนการสอนความคิดรวบยอดที่พัฒนาขึ้น ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนด้วยแผนการสอนปกติ และได้ทำการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วัดความสามารถในระดับความรู้ความเข้าใจการนำไปใช้ ความรู้เกี่ยวกับความคิดรวบยอด โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Posttest) และนำคะแนนเฉลี่ยมาเปรียบเทียบกันด้วยสถิติ t-test แบบสองกลุ่มอิสระจากกันตามผลการวิเคราะห์ผลการวิจัยที่แสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบความรู้หลังเรียน (Posttest) ความสามารถในระดับพฤติกรรมต่างๆ ความรู้เกี่ยวกับความคิดรวบยอดระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

วัตถุประสงค์การวัด	$\overline{X}$		S.D		$t_{ตาราง}$	$t_{คำนวณ}$
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม		
ผลสัมฤทธิ์หลังเรียน	44.30	33.85	3.79	3.03	2.093	9.616**
ระดับความจำ	18.30	16.15	1.78	1.81		3.723**
ระดับความเข้าใจ	16.82	13.82	2.56	1.64		4.485**
การนำไปใช้	9.15	3.90	1.59	1.44		10.88**
ความรู้เกี่ยวกับความคิดรวบยอด	16.85	15.55	2.56	1.31		2.019
N1=n2 = 20 , df = 38 , ** = 0.01 , * = 0.05						

จากตารางที่ 4.5 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่า ผลสัมฤทธิ์หลังเรียน พฤติกรรมด้านความรู้ความจำ พฤติกรรม ความเข้าใจ พฤติกรรมด้านการนำไปใช้ ค่า $t_{คำนวณ}$ มีค่าสูงกว่า ค่า $t_{ตาราง}$ แสดงว่ากลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ส่วนความรู้เกี่ยวกับความคิดรวบยอด ค่า $t_{คำนวณ}$ มีค่าน้อยกว่า ค่า $t_{ตาราง}$ แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้เกี่ยวกับความคิดรวบยอด ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน ส่วนค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมแสดงด้วยกราฟแท่งได้ดังรูป 4.2



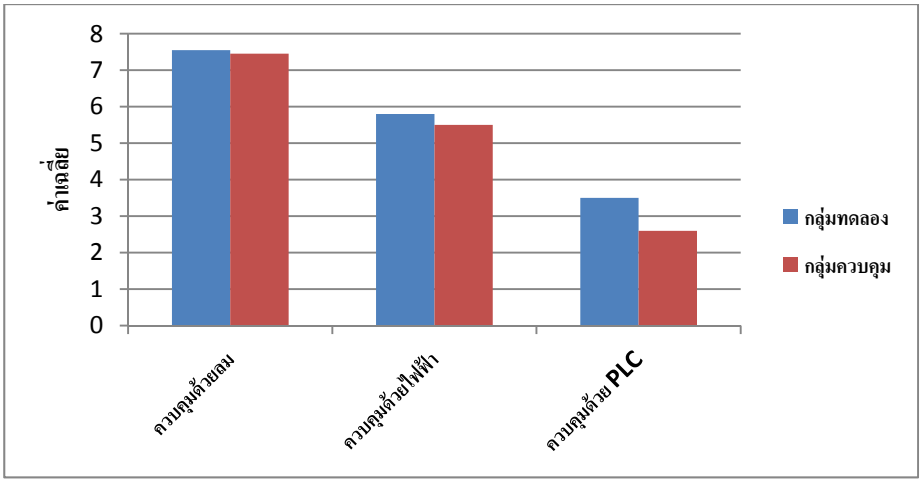
รูปที่ 4.2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผลจากการวิเคราะห์ในรายละเอียดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเกี่ยวกับความคิดรวบยอด ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ปรากฏผลตามตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเกี่ยวกับความคิดรวบยอดระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ความคิดรวบยอดเรื่อง	$\overline{X}$		S.D		$t_{ตาราง}$	$t_{คำนวณ}$
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม		
ควบคุมด้วยลม	7.55	7.45	0.944	0.825	2.093	0.356
ควบคุมด้วยไฟฟ้า	5.8	5.5	0.951	0.606		1.189
ควบคุมด้วย PLC	3.5	2.6	1.05	0.502		3.454**
N1=n2=20 , df = 38, **=0.01 , *= 0.05						

จากตารางที่ 4.6 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเกี่ยวกับความคิดรวบยอด พบว่าในความคิดรวบยอดเรื่องควบคุมด้วยลมและไฟฟ้า ค่า $t_{คำนวณ}$ มีน้อยกว่า ค่า $t_{ตาราง}$ แสดงว่ากลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเกี่ยวกับความคิดรวบยอดของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน และความคิดรวบยอดเรื่องควบคุมด้วย PLC ค่า $t_{คำนวณ}$ มีค่าสูงกว่า ค่า $t_{ตาราง}$ แสดงว่ากลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเกี่ยวกับความคิดรวบยอดของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ส่วนค่าเฉลี่ยของผู้เรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมแสดงด้วยกราฟแท่งได้ดังรูปที่ 4.3



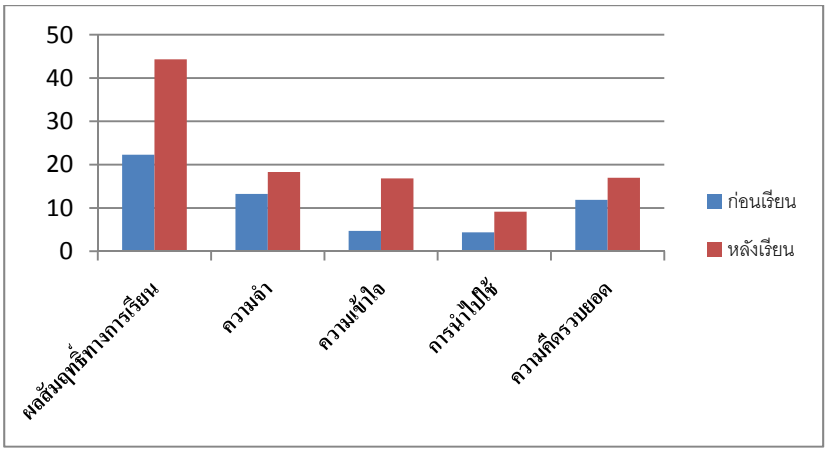
รูปที่ 4.3 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเกี่ยวกับความคิดรวบยอดของผู้เรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

ผลจากการวิเคราะห์ในรายละเอียดโดยคิดเฉพาะกลุ่มทดลอง เพื่อตรวจสอบพัฒนาการด้านการเรียนรู้ของผู้เรียน ในการเปรียบเทียบความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียน ปรากฏผลตามตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 แสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนกลุ่มทดลอง

วัตถุประสงค์การวัด	$\overline{X}$		$\sum D$	$\sum D^2$	$t_{ตาราง}$	$t_{คำนวณ}$
	Pretest	Posttest				
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	22.3	44.3	440	10042	2.093	22.54**
ความรู้ความจำ	13.25	18.30	101	601		10.32**
ระดับความเข้าใจ	4.7	16.82	243	3081		20.89**
การนำไปใช้	4.35	9.15	96	522		11.961**
ความรู้เกี่ยวกับความคิดรวบยอด	11.85	16.85	100	600		9.747**
N=20 ,α = 0.01 , ** = 0.01						

จากตารางที่ 4.7 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองพบว่า ผลสัมฤทธิ์หลังเรียน พฤติกรรมด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และความรู้เกี่ยวกับความคิดรวบยอด ได้ค่า $t_{คำนวณ}$ มีค่าสูงกว่า ค่า $t_{ตาราง}$ แสดงว่ากลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ส่วนค่าเฉลี่ยของผู้เรียนของกลุ่มทดลองแสดงด้วยกราฟแท่งได้ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

4.5 พฤติกรรมผู้เรียนผู้สอนที่บันทึกในแบบสังเกตพฤติกรรม

เพื่อเป็นการตรวจสอบกิจกรรมการเรียนการสอน พฤติกรรมผู้สอน พฤติกรรมผู้เรียน ตลอดจนการมีปฏิสัมพันธ์ในกลุ่ม ผู้วิจัยได้นำแบบสังเกตการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นไปใช้ขณะดำเนินการสอนกับกลุ่มตัวอย่าง ได้พบความแตกต่างในพฤติกรรมของผู้สอน ซึ่งเกิดจากรูปแบบการเรียนการสอนดังแสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 แสดงการประเมินพฤติกรรมของผู้สอนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

พฤติกรรมผู้สอน	เวลาเฉลี่ย(%)	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
1. บรรยายหรืออธิบายเนื้อหา	25.45	42
2. เขียนกระดานหรือแผ่นใส	6.55	27.05
3. ถามคำถามนักศึกษา	21.45	18.53
4. ให้คำแนะนำในการเรียนแก่นักศึกษา	46.55	12.42
รวม	100	100

จากตารางที่ 4.8 พฤติกรรมของผู้สอนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันทุกพฤติกรรม พฤติกรรมที่ผู้สอนกลุ่มทดลองแสดงออกมากที่สุดคือ การให้คำแนะนำแก่ผู้เรียน 46.55 % มากกว่าการบรรยายเนื้อหาและกิจกรรมส่วนใหญ่ที่ผู้สอนกระทำเป็นส่วนใหญ่ เป็นการแนะนำผู้เรียนให้เรียนและสรุปด้วยตนเอง คิดเป็นเวลารวมได้ร้อยละ 68 % ซึ่งต่างจากพฤติกรรมของผู้สอนปกติ ที่ใช้เวลาส่วนใหญ่เพื่อการบรรยาย ประกอบการเขียนแผ่นใสหรือกระดานดำคิดเป็นร้อยละ 69.05% ของเวลาทั้งหมด และผลจากการดำเนินกิจกรรมการสอนของกลุ่มทดลองส่งผลต่อพฤติกรรมการเรียนรู้ในขณะศึกษาด้วย

ตารางที่ 4.9 แสดงการประเมินพฤติกรรมของผู้เรียนกลุ่มทดลอง

พฤติกรรมผู้เรียน	เวลาเฉลี่ย(%)
	กลุ่มทดลอง
1. ถามคำถามผู้สอน	20.2
2. ตอบคำถามผู้สอน	21.5
3. การแสดงความคิดเห็นต่อสมาชิกในกลุ่ม	27.5

ตารางที่ 4.9 แสดงการประเมินพฤติกรรมของผู้เรียนกลุ่มทดลอง (ต่อ)

พฤติกรรมผู้เรียน	เวลาเฉลี่ย(%)
	กลุ่มทดลอง
4. การแสดงความคิดเห็นต่อสมาชิกต่างกลุ่ม	14.8
5. การนำเสนอผลงาน	16
รวม	100

เนื่องจากการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองเป็นการศึกษาโดยการแบ่งกลุ่ม ให้แต่ละกลุ่มได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่มและสมาชิกต่างกลุ่ม ทำให้ผู้เรียนได้โต้แย้งและหาข้อสรุปในคุณลักษณะของความคิดรวบยอดและการเขียนคำจำกัดความ พฤติกรรมส่วนใหญ่อยู่ในการแสดงออกเกี่ยวกับการเสนอความคิดเห็นเป็นส่วนใหญ่ คิดเป็นร้อยละ 42.3 และมีการแสดงออกถึงการเป็นผู้นำในการแสดงออกที่จะนำเสนอผลงาน คิดเป็นร้อยละ 16 แสดงว่าผู้เรียนส่วนใหญ่มีบทบาทในการเรียนมากด้วยแสดงความคิดเห็น