



งานวิจัยในชั้นเรียน

เรื่อง

การพัฒนาทักษะการใช้เครื่องคิดเลข Casio รุ่น fx - 991es plus
ของนักเรียนแผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ ระดับชั้น ปวส.2 ห้อง 2
วิทยาลัยเทคนิคลพบุรี วิชาความแข็งแรงของวัสดุ
โดยใช้สื่อการเรียนการสอน

จัดทำโดย

นายชญานิน ช้ากล้า

ตำแหน่ง ครู

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567

แผนกช่างเชื่อมโลหะ วิทยาลัยเทคนิคลพบุรี

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : การพัฒนาทักษะการใช้เครื่องคิดเลข Casio รุ่น fx - 991es plus
ของนักเรียนแผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ ระดับชั้น ปวส.2 ห้อง 2
วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี วิชาความแข็งแรงของวัสดุ
โดยใช้สื่อการเรียนการสอน

ชื่อผู้วิจัย : นายชญานิน ชำกล้า

ปีที่วิจัย : 2567

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติโดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาทักษะการใช้เครื่องคิดเลขของผู้เรียน ของนักเรียนแผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ ระดับชั้น ปวส.2 ห้อง 2 วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี 2) เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการใช้งานของเครื่องคิดเลข Casio รุ่น fx-991es plus 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการใช้เครื่องคิดเลข Casio รุ่น fx-991es plus ผลการวิจัยพบว่า

1. การประเมินทักษะเมื่อคิดเป็นร้อยละแล้วจะพบว่า ทักษะการใช้เครื่องคิดเลข Casio รุ่น fx - 991es plus ของนักเรียนแผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ ระดับชั้น ปวส.2 ห้อง 2 วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี วิชาความแข็งแรงของวัสดุ โดยใช้สื่อการเรียนการสอน มีคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน ร้อยละ 96.666 ซึ่งได้สูงกว่าคะแนนก่อนเรียน ตรงตามที่กำหนดไว้ และไม่มีนักเรียนที่ได้คะแนนรวมต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2. นักเรียนแผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ ระดับชั้น ปวส.2 ห้อง 2 วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ในวิชาความแข็งแรงของวัสดุ ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ผู้เรียนเข้าใจหลักการทำงานของเครื่องคิดเลข Casio รุ่น fx - 991es plus พบว่า จะมีค่าเท่ากับ ร้อยละ 96.666 ซึ่งได้สูงกว่าเกณฑ์ระดับดี ที่กำหนดไว้ที่ร้อยละ 80 และไม่มีนักเรียนที่ได้คะแนนรวมต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

3. นักเรียนแผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ ระดับชั้น ปวส.2 ห้อง 2 มีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการอบรมเชิงวิชาการอยู่ในระดับ 4.421 คะแนนจาก 5 คะแนนซึ่งอยู่ในระดับดี

กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ดีนั้นเนื่องมาจากความช่วยเหลือ คำแนะนำจาก อาจารย์หัวหน้าแผนก อาจารย์จักรพงษ์ พิงโต ที่ให้การชี้แนะแนวทางในการทำการวิจัยครั้งนี้ รวมถึงเทคนิควิธีการเรียนการสอน การแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ในชั้นเรียน ตลอดจนเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง วัสดุ และอุปกรณ์ที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย ขอขอบคุณความร่วมมือของนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ วิทยาลัยเทคนิคลพบุรี ที่เป็นกลุ่มทดลอง และทำให้วิจัยฉบับนี้สมบูรณ์ ลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบคุณอาจารย์ทุกท่านในแผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะให้คำปรึกษาในเรื่องต่าง ๆ และขอขอบคุณวิทยาลัยเทคนิคลพบุรี ที่ช่วยให้ความสะดวก สถานที่ในการจัดการเรียนการสอนในปีการศึกษานี้

ขอกราบขอบคุณบิดา มารดา ครอบครัว ผู้มีพระคุณ ที่ได้ให้การสนับสนุนทุกสิ่ง ทุกด้านตลอดมาจนถึงปัจจุบัน

ชญานิน ช้างกล้า

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ.....	ก
กิตติกรรมประกาศ.....	ข
สารบัญ.....	ค
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 สมมติฐานของการวิจัย.....	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ความรู้และทักษะ.....	4
2.1.1 ความรู้ (Knowledge).....	4
2.1.2 ทักษะ (Skill).....	4
2.2 เครื่องคิดเลขอิเล็กทรอนิกส์.....	4
2.2.1 ประวัติ.....	4
2.2.2 วิวัฒนาการของเครื่องคิดเลข.....	5
2.2.3 การออกแบบ.....	6
2.2.4 การใช้ในการศึกษา.....	6
2.2.5 การทำงานภายใน.....	7
2.2.6 เครื่องคิดเลข Casio รุ่น fx - 991es plus.....	8
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
2.4 แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน.....	9
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	10
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	10
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	10
3.3 วิธีดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	11
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	11
3.4.1 การวิเคราะห์หาค่าร้อยละ.....	11
3.4.2 หาค่าเฉลี่ย.....	11
3.4.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	12

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	13
4.1 แสดงผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยการใช้สื่อการเรียนการสอน โดย ใช้แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน.....	13
4.2 แสดงผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ผู้เรียนเข้าใจหลักการใช้งานของเครื่องคิดเลข Casio รุ่น fx - 991es plus โดยใช้คะแนนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้.....	15
4.3 แสดงผลการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียน การสอนโดยการใช้สื่อการเรียนการสอน.....	17
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	19
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	19
5.2 อภิปรายผล.....	19
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	20
บรรณานุกรม.....	21
ประวัติผู้วิจัย.....	22

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กระบวนการการศึกษาที่ดีจะทำให้เกิดการต่อยอด และพัฒนาของมนุษย์ รวมถึงหลักสูตรและการจัดการศึกษาที่เหมาะสมกับโลกปัจจุบันในทุก ๆ ด้าน จะส่งผลทำให้ผู้ที่ได้รับระบบการศึกษา มีคุณภาพ มีภูมิคุ้มกันดี สามารถนำความคิดไปต่อยอดในชีวิตประจำวันได้ สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างกล้าคิดกล้าทำอย่างมีความสุข และเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศให้ดียิ่งขึ้นในอนาคต สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จึงได้บรรจุ วิชาความแข็งแรงของวัสดุ ลงในหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างเชื่อมโลหะ วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ได้จัดรายวิชาความแข็งแรงของวัสดุ ลงในแผนการสอนระดับ ปวส. 2 ภาคเรียนที่ 2 ผู้วิจัยได้พบปัญหาในการเรียนการสอน กล่าวคือ นักเรียนชั้น ปวส.2 ส่วนมากขาดทักษะการใช้เครื่องคิดเลข ซึ่งต้องปรับตัวให้เข้ากับสภาพการเรียนการสอน ที่เน้นภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติในระดับที่สูงขึ้น

ในปัจจุบันโลกมีการพัฒนา การคำนวณหาค่าต่าง ๆ ไม่จำเป็นที่จะต้องคำนวณจดใส่กระดาษ จำสูตรให้วุ่นวาย หรือจำวิธีการหาค่าต่าง ๆ ที่ซับซ้อน เครื่องคิดเลขทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องคิดเลขที่ได้รับการออกแบบโดยเฉพาะ ในการจัดการกับปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เครื่องคิดเลขทางวิทยาศาสตร์ที่มีขายอยู่ในปัจจุบันมีหลากหลายราคาขึ้นอยู่กับคุณภาพ และรูปแบบ ยังเป็นประโยชน์มากสำหรับคณิตศาสตร์ชั้นสูงนอกจากคุณสมบัติทางวิทยาศาสตร์ เครื่องคิดเลข Casio รุ่น fx-991es plus มีความจำเป็นอย่างมากในหลายหน่วยงาน โดยเฉพาะนักเรียน นักศึกษา ที่ต้องการการหาค่าต่าง ๆ โดยที่ไม่เสียเวลาไปกับการคำนวณด้วยมือ เครื่องคิดเลขบางรุ่นสามารถเขียนสูตรลงไปแล้วให้เครื่องคิดเลขหาค่าออกมาได้เลย เช่น การหาเมตริก ตรีโกณมิติ การเปลี่ยนองศาเป็นเรเดียน การแก้ปริมาตรเชิงซ้อน ฯลฯ การใช้เครื่องคิดเลขได้อย่างชำนาญถือว่ามีประโยชน์อย่างมากกับตัวบุคคลนั้น ๆ สะดวกรวดเร็วในการทำงานมากขึ้น

ดังนั้นผู้วิจัย จึงมีแนวคิดที่จะช่วยให้นักเรียน ระดับชั้น ปวส. 2 ห้อง 2 มีทักษะในการใช้เครื่องคิดเลข Casio รุ่น fx-991es plus ให้เกิดความชำนาญเพิ่มมากขึ้น สามารถเรียนภาคทฤษฎีวิชาความแข็งแรงของวัสดุได้อย่างราบรื่นไม่ติดขัด คำนวณหาค่าได้อย่างรวดเร็ว โดยการสอนการใช้เครื่องคิดเลข Casio รุ่น fx-991es plus โดยการใช้สื่อการเรียนการสอน เรื่องพื้นฐาน และค่าต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิชาวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำไปต่อยอดได้ในรายวิชาต่าง ๆ ในระดับปวส.3 หรือนำไปต่อยอดในการทำงาน ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้อง ทำให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจในการคำนวณค่าต่าง ๆ มีความรวดเร็วในการทำงาน และเมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้โดยการเรียนการสอน และลงมือปฏิบัติ

แล้ว จะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในภาคทฤษฎีของผู้เรียน ระดับชั้น ปวส. 2 ห้อง 2 ดีมากกว่าก่อนเรียน

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อพัฒนาทักษะการใช้เครื่องคิดเลขของผู้เรียน
- 1.2.2 เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการใช้งานของเครื่องคิดเลข
- 1.2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการใช้เครื่องคิดเลข Casio รุ่น fx-991es plus

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

นักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ ห้อง 2 ที่เรียนเรื่องชนิดของแรง มีทักษะการใช้เครื่องคิดเลข Casio รุ่น fx-991es plus หลังเรียนมากกว่าก่อนเรียน สามารถนำการใช้เครื่องคิดเลขไปใช้งานได้จริง คิดเป็นร้อยละ 80 ของทั้งหมด

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 กลุ่มเป้าหมาย

ประชากร นักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ วิทยาลัยเทคนิคชลบุรีจำนวน 12 คน

กลุ่มตัวอย่าง นักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ วิทยาลัยเทคนิคชลบุรีจำนวน 12 คน

1.4.2 ตัวแปร

ตัวแปรต้น สอนโดยการใช้สื่อการเรียนการสอน

ตัวแปรตาม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้เรียนมีคะแนนหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียน

1.4.3 ขอบเขตเนื้อหา

รายวิชาความแข็งแรงของวัสดุ รหัสวิชา 30100-0105 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 พุทธศักราช 2562 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

1.4.4 ระยะเวลาการทดลองและเก็บข้อมูล

วันที่ 4 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ.2567 - วันที่ 20 เดือน ธันวาคม พ.ศ.2567

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

นักเรียนชั้นปวส.2 แผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ ห้อง 2 เรียน เรื่องชนิดของแรง มีทักษะการใช้เครื่องคิดเลขหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียน

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.6.1 ทักษะ หมายถึง ความสามารถทางกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ของร่างกายที่ผู้รับการฝึกสามารถทำงานได้ด้วยความสามารถ ซึ่งการพิจารณาว่าผู้รับการฝึกมีทักษะดีหรือไม่นั้นสามารถดูได้ด้วย ตัวแปร 3 ตัว คือ เวลาที่ใช้ปฏิบัติ การสังเกตขณะปฏิบัติงาน และผลของงาน

1.6.2 เครื่องคิดเลข เป็นเครื่องมือกล หรืออิเล็กทรอนิกส์ที่ช่วยมนุษย์คำนวณ และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้ได้คำตอบอย่างรวดเร็ว เนื่องจากมีวงจรอิเล็กทรอนิกส์ และการทำงานบันทึกอยู่ภายในเครื่องคิดเลขได้รับความนิยมตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ปัจจุบันเครื่องคิดเลขมีความสามารถสูงมากสามารถทำการพหุคูณ คำนวณตรีโกณมิติได้

1.6.3 Casio รุ่น fx-991es plus หมายถึง เครื่องคิดเลขวิทยาศาสตร์ เครื่องคิดเลขวิศวะ Casio fx-991es plus เครื่องคิดเลขสำหรับการคำนวณที่มีความซับซ้อน จอแสดงผล 10 + 2 หลัก ปุ่มกดผลิตจากพลาสติก แข็งแรง ทนทาน ให้สัมผัสนุ่มมือ พร้อมฟังก์ชันการคำนวณครบครันถึง 417 ฟังก์ชันตอบสนองทุกการใช้งาน ระบบปิดเครื่องอัตโนมัติ เมื่อหยุดใช้งาน ทำให้ประหยัดพลังงาน และใช้พลังงานได้ 2 ระบบ ทั้ง พลังงานแสงอาทิตย์ และแบตเตอรี่

1.6.4 นักเรียน หมายถึง นักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ ห้อง 2 ที่เรียนเรื่องชนิดของแรง

1.6.5 สื่อการเรียนการสอน หมายถึง สิ่งต่าง ๆ ที่เป็นบุคคล วัสดุ อุปกรณ์ ตลอดจนเทคนิควิธีการ ซึ่งเป็นตัวกลางทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ของการเรียนการสอนที่กำหนดไว้ได้อย่างง่ายและรวดเร็วเป็นเครื่องมือและตัวกลางซึ่งมีความสำคัญในกระบวนการเรียนการสอนมีหน้าที่เป็นตัวนำความต้องการของครูไปสู่ตัวนักเรียนอย่างถูกต้อง และรวดเร็วเป็นผลให้นักเรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปตามจุดมุ่งหมายการเรียนการสอนได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นักการศึกษาเรียกชื่อการสอนด้วยชื่อต่าง ๆ เช่น อุปกรณ์การสอน สื่อทัศนูปกรณ์ เทคโนโลยีการศึกษา สื่อการเรียนการสอนสื่อการศึกษา เป็นต้น

1.6.6 แบบทดสอบ คือ ชุดของคำถาม ปัญหา สถานการณ์ กลุ่มของงานหรือกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งที่ใช้เป็นสิ่งเร้า กระตุ้นย้าย หรือชักนำให้ผู้ถูกทดสอบแสดงพฤติกรรมหรือปฏิกิริยาตอบสนองตามแนวทางที่ต้องการ แบบทดสอบเป็นเครื่องมือวัดสมรรถภาพทางสมองได้ดีที่สุด

1.6.7 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นความสามารถของนักเรียนในด้านต่าง ๆ ซึ่งเกิดจากนักเรียนได้รับประสบการณ์ จากกระบวนการเรียนการสอนของครูโดยครูต้องศึกษาแนวทางในการวัดและประเมินผล การสร้างเครื่องมือวัดให้ มีคุณภาพนั้น

1.6.8 การพัฒนา หมายถึง กระบวนการของการเปลี่ยนแปลงที่มีการวางแผนไว้แล้ว คือการทำให้ลักษณะเดิมเปลี่ยนไปโดยมุ่งหมายว่าลักษณะใหม่ที่เข้ามาแทนที่นั้นจะดีกว่าลักษณะเก่า

1.6.9 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นความสามารถของนักเรียนในด้านต่าง ๆ ซึ่งเกิดจากนักเรียนได้รับประสบการณ์ จากกระบวนการเรียนการ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยในชั้นเรียน เรื่อง การพัฒนาทักษะการใช้เครื่องคิดเลข Casio รุ่น fx - 991es plus ของนักเรียนแผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ ระดับชั้น ปวส.2 ห้อง 2 วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี วิชาความแข็งแรงของวัสดุ โดยใช้สื่อการเรียนการสอน มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะการใช้เครื่องคิดเลข Casio รุ่น fx - 991es plus ในวิชาความแข็งแรงของวัสดุ ของนักเรียนแผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ ระดับชั้น ปวส.2 ห้อง 2 วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามประเด็นสำคัญหัวข้อต่อไปนี้

- 2.1 ความรู้และทักษะ
- 2.2 เครื่องคิดเลข Casio รุ่น fx - 991es plus
- 2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 2.4 แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

2.1 ความรู้และทักษะ

2.1.1 ความรู้ (Knowledge) คือ ข้อมูลที่อยู่ในตัวคนหรืออยู่ในสมอง ซึ่งการฝึกอบรมที่ดี ก็คือ การทำให้ข้อมูลเข้าไปอยู่ในสมองของผู้รับการฝึกให้มากที่สุดจึงจะทำให้ผู้รับการฝึกเกิดการเรียนรู้มากที่สุด ด้วยความรู้ในสมองของคนเรานั้นจะมี 2 ลักษณะ

2.1.1.1 การจำ (Remembering) การเรียนรู้บางอย่างเพียงแต่ให้ผู้รับการฝึกจำได้ก็พอ เช่น สามารถจำได้ว่า ไชควงปากแบนมีลักษณะอย่างไร เป็นต้น ลักษณะของการจำก็คือ การให้ผู้รับการฝึกสามารถบอกได้ท่องได้นั่นเอง

2.1.1.2 ความเข้าใจ (Understanding) หมายถึง การที่ผู้รับการฝึกสามารถอธิบายได้ เช่น ความเข้าใจ เกี่ยวกับวิธีการใช้เครื่องมือต่าง ๆ เป็นต้น

2.1.2 ทักษะ (Skill) หมายถึง ความสามารถทางกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ของร่างกายที่ผู้รับการฝึกสามารถ ทำงานได้ด้วยความสามารถ ซึ่งการพิจารณาว่าผู้รับการฝึกมีทักษะดีหรือไม่นั้นสามารถดูได้ด้วย ตัวแปร 3 ตัว คือ เวลาที่ใช้ปฏิบัติ การสังเกตขณะปฏิบัติงาน และผลของงาน

2.2 เครื่องคิดเลขอิเล็กทรอนิกส์

2.2.1 ประวัติ

เครื่องคิดเลข เป็นเครื่องมือกลหรืออิเล็กทรอนิกส์ที่ช่วยมนุษย์คำนวณและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้ได้คำตอบอย่างรวดเร็ว เนื่องจากมีวงจรอิเล็กทรอนิกส์และการทำงานบันทึกอยู่ภายในเครื่องคิดเลขได้รับความนิยมตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ปัจจุบันเครื่องคิดเลขมีความสามารถสูงมาก

สามารถทำกราฟ คณิตสูตรตรีโกณมิติได้ ในอดีตยังไม่มีความรู้เรื่องอิเล็กทรอนิกส์ มีการใช้เครื่องมือกลคำนวณตัวเลขต่าง ๆ เช่นในประเทศจีน จะมีการใช้ลูกคิด ส่วนทางตะวันตกซึ่งมีความเจริญทางคณิตศาสตร์มากก็จะมี abaci, comptometers, Napier's bones, slide rules และอื่น ๆ อีกมากมาย โดยทั่วไปเครื่องคิดเลขธรรมดาที่จะประกอบด้วย

1. แหล่งพลังงาน ปกติจะเป็นถ่านไฟฉาย หรือบางเครื่องอาจจะมีเซลล์สุริยะ (Solar cell)
2. จอแสดงผลซึ่งปกติมักจะเป็น หลอด LED หรือ จอคริสตัลเหลว (Liquid crystal: LCD) ใช้แสดงตัวเลขที่คำนวณ มีทั้ง 8 หลัก, 10 หลัก หรือ 12 หลัก
3. วงจรอิเล็กทรอนิกส์
4. ปุ่มกดสำหรับใส่ตัวเลข และคำสั่ง

2.2.2 วิวัฒนาการของเครื่องคิดเลข

เมื่อมนุษย์รู้จักการคิด รู้จักการนับ ก็เริ่มมีความพยายามหาวิธีการ ในการนับของตนเอง โดยครั้งแรกก็ใช้นิ้วมือช่วยในการนับ เมื่อนิ้วมือเป็นอุปกรณ์ที่ไม่เพียงพอสำหรับการนับ ก็พยายามคิดหาอุปกรณ์อย่างอื่น มาแทน โดยเริ่มนับก้อนหิน ก้อนกรวด ปมเชือก เปลือกหอย

ต่อมาความคิดของมนุษย์ก็มีพัฒนาการขึ้น รู้จักคิดในสิ่งที่ยากและซับซ้อนการนับมากและต่อเนื่องขึ้น เขาจึงหาวิธีที่จะทำการรวบรวมการนับของเขาไว้ด้วยกัน ก็หาวิธีใหม่โดยการใช้วิธีการจดบันทึกสิ่งของ แรกเริ่มโดยการขีดบนพื้นดิน ต่อมาก็ใช้บันทึกลงบนกระดาษ

เมื่อมนุษย์ มีความต้องการด้านการคำนวณมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นทางด้านคณิตศาสตร์ หรือวิทยาศาสตร์ นักคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์จึงได้คิดค้นอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อนำมาช่วยในการนับและการคำนวณ และเมื่อประมาณ 2600 ปี ก่อนคริสตกาล มีชาวจีน ได้ประดิษฐ์เครื่องมือการนับ ซึ่งถือเป็นเครื่องคำนวณเครื่องแรก เรียกว่า ลูกคิด (Soroban or Abacus) เพื่อใช้ในการคำนวณที่ค่อนข้างง่าย และลูกคิดยังเป็นเครื่องคิดเลขที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ลักษณะการทำงานของลูกคิดนั้น ใช้วิธีการนับ ซึ่งเป็นพื้นฐานของ คอมพิวเตอร์ดิจิทัล (Digital Computer) แต่ลูกคิดยังมีข้อเสีย คือ ไม่สามารถบันทึกการคำนวณเอาไว้ตรวจสอบไม่ได้ มนุษย์จึงพยายามหาวิธีการผ่อนแรง ด้วยการสร้างเครื่องมือคำนวณ ชนิดต่าง ๆ ขึ้นต่อไป

ในปี ค.ศ. 1617 : จอห์น เนปีร์ (John Napier) นักคณิตศาสตร์ชาวสก็อตแลนด์ ได้สร้างคิดอุปกรณ์ที่ช่วยในการคูณ การหาร หรือถอดรณที่ให้ง่ายขึ้น เรียกอุปกรณ์ชนิดนี้ว่า ตารางลอกการิทึม หรือ Napier's bone

ในปีถัดมา : วิลเลียม ออกเกต (William Oughtred) นักคณิตศาสตร์ ชาวอังกฤษ ได้ผลิตไม้บรรทัดคำนวณ (Slide Rule) เพื่อช่วยในการคูณซึ่งนิยมใช้กันมากในงานด้านวิศวกรรมและงานด้านวิทยาศาสตร์

ในปี ค.ศ. 1623 : เบลัส ปาสคาล (Blaise Pascal) นักปรัชญาและนักวิทยาศาสตร์ ชาวฝรั่งเศส ซึ่งได้ถูกขึ้นชื่อไว้ในประวัติศาสตร์ว่าเป็นผู้คิดค้นและผู้ประดิษฐ์เครื่องคิดเลขเครื่องแรกของโลก ซึ่งก็คือ

เครื่องจักรกลที่สามารถบวกและลบได้ในรูปแบบของจำนวนเลขฐานสิบ โดยใช้ฟันเฟืองเป็นตัวทดกันได้ 8 ตัว วางขนานเป็นแนวนอน โดยตำแหน่งของวงล้อนี้จะมองเห็นจากภายนอก ส่วนตัวเลขจะไปปรากฏที่ฝาครอบวงล้อ แต่ละวงจะมีฟันเฟืองอยู่ 10 อัน ซึ่งแต่ละอันจะแทนเลข 1 หลักนั่นเอง ดังนั้น เมื่อเฟืองหมุนครบ 10 ก็จะมาเริ่มต้นที่ 0 ใหม่ แล้วทำให้เฟืองที่อยู่ถัดไปหมุน 1 หลัก ซึ่งเป็นการทดเลขขึ้นไปนั่นเอง จากการทำงานของเครื่องบวกเลขนี้ เป็นหลักการเช่นเดียวกับการวัดระยะทาง ตามที่ปรากฏบนหน้าปัดรถยนต์ทั่ว ๆ ไป

ในปี ค.ศ. 1646 : กอทฟรีต วิลเฮลม ลิบนิซ (Gottfried Wilhelm Leibniz) นักประดิษฐ์ชาวอเมริกัน ได้ประดิษฐ์เครื่องคำนวณที่สามารถคูณ หารและหารากที่สอง เรียกเครื่องมือชนิดนี้ว่า อาร์ิทโมมิเตอร์ (Arithmometer Machine)

จากนั้นหลายร้อยปี วิวัฒนาการก็เดินทางต่อมาเรื่อย ๆ จนถึงยุคของวิลเลียม สเวียด เบอร์ริอส์ (William Seward Burroughs) เขาได้ประดิษฐ์เครื่องมือในการคำนวณ ขึ้นมาเป็นครั้งแรก และยื่นจดทะเบียนสิทธิบัตรในปี 1885 สำหรับ 'Calculating Machine' ซึ่งได้สิทธิบัตรในปี 1888 และได้สร้างระบบการคำนวณสำหรับธนาคารในยุคนั้นขึ้นมา

ต่อมาหลังจากวิลเลียมเสียชีวิตไปแล้วบริษัทของตระกูลเขาก็ยังคงพัฒนาระบบการคำนวณที่ซับซ้อนมากขึ้นเรื่อย ๆ

2.2.3 การออกแบบ

เครื่องคิดเลขอิเล็กทรอนิกส์สมัยใหม่มีแผงปุ่มซึ่งประกอบด้วยเลขโดดและการดำเนินการทางเลขคณิตต่าง ๆ บางเครื่องก็มีปุ่ม 00 และ 000 ด้วยเพื่อให้ป้อนจำนวนขนาดใหญ่ง่ายขึ้น แต่ละปุ่มบนเครื่องคิดเลขพื้นฐานส่วนใหญ่ใช้แทนเลขโดดตัวเดียวหรือการดำเนินการอย่างเดียว อย่างไรก็ตามในเครื่องคิดเลขที่เฉพาะทางยิ่งขึ้น ปุ่มใดปุ่มหนึ่งสามารถทำงานได้หลายอย่างโดยกดร่วมกับปุ่มอื่นหรือขึ้นอยู่กับโหมดการคำนวณปัจจุบัน

เครื่องคิดเลขมักจะมีหน้าปัดแสดงผลเป็นจอภาพผลิกเหลวแทนที่จอภาพเรืองแสงสุญญากาศในอดีต ดูรายละเอียดเพิ่มเติมที่การพัฒนาด้านเทคนิค เศษส่วนอย่างเช่น $\frac{1}{3}$ จะแสดงเป็นค่าประมาณในจำนวนทศนิยมที่ถูกปัดเศษ 0.33333333 เครื่องคิดเลขวิทยาศาสตร์หลายรุ่นสามารถทำงานกับเศษส่วนหรือจำนวนคละได้ แต่กับเศษส่วนบางจำนวนเช่น $\frac{1}{7}$ ซึ่งเท่ากับประมาณ 0.14285714285714 (เลขนัยสำคัญ 14 หลัก) อาจจำแนกได้ยากในจำนวนทศนิยม

เครื่องคิดเลขมีความสามารถในการบันทึกจำนวนลงในหน่วยความจำ เครื่องชนิดพื้นฐานสามารถบันทึกจำนวนได้เพียงจำนวนเดียวในเวลาหนึ่ง ๆ เครื่องชนิดเฉพาะทางมากขึ้นสามารถบันทึกได้หลายจำนวนแสดงด้วยตัวแปรต่าง ๆ ตัวแปรเหล่านั้นก็สามารถใช้สร้างสูตรทางคณิตศาสตร์ได้ บางรุ่นมีความสามารถในการขยายเนื้อที่หน่วยความจำเพื่อให้บันทึกจำนวนได้มากขึ้น โดยตำแหน่งที่ขยายออกไปจะถูกอ้างถึงด้วยดัชนีของแถวลำดับ

แหล่งพลังงานของเครื่องคิดเลขคือแบตเตอรี่ เซลล์สุริยะ หรือไฟฟ้า (สำหรับเครื่องรุ่นเก่า) เปิดเครื่องด้วยสวิตช์หรือปุ่มเปิด บางรุ่นไม่มีแม้กระทั่งปุ่มปิดแต่ก็มีบางวิธีที่ทำให้เครื่องปิดได้เช่น ปลดออกทิ้งไว้ไม่ดำเนินการใด ๆ ชั่วระยะเวลาหนึ่ง ปิดคลุมแผงเซลล์สุริยะ หรือปิดฝาครอบ เป็นต้น

2.2.4 การใช้ในการศึกษา

นักเรียนในประเทศส่วนใหญ่ใช้เครื่องคิดเลขสำหรับงานที่โรงเรียน มีการต่อต้านริเริ่มบางอย่างซึ่งนำไปสู่ความคิดที่กลัวว่าทักษะเลขคณิตขั้นพื้นฐานจะได้รับผลกระทบ ทำให้เกิดความไม่เห็นด้วยหลงเหลืออยู่ในความสำคัญของความสามารถของการคิดคำนวณ "ในใจ" อันทำให้บางหลักสูตรถูกจำกัดการใช้เครื่องคิดเลขจนกว่าจะบรรลุความสามารถระดับหนึ่ง ขณะที่หลักสูตรอื่นจัดจ้อยู่กับการเรียนการสอนเทคนิคการประมาณค่าและการแก้ปัญหามากขึ้น การวิจัยชี้ให้เห็นว่าแนวทางที่ไม่เพียงพอในการใช้เครื่องมือการคำนวณสามารถจำกัดการคิดทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนมีส่วนร่วมได้เล็กน้อย ส่วนคนอื่น ๆ ถกเถียงกันอยู่ว่าการใช้เครื่องคิดเลขก็สามารถทำให้ทักษะหลักทางคณิตศาสตร์เสื่อมถอยลงหรือว่าการใช้เครื่องคิดเลขก็สามารถขัดขวางการเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับพีชคณิตซึ่งเป็นพื้นฐานที่ผสมสอนไปแล้ว

2.2.5 การทำงานภายใน

เครื่องคิดเลขพื้นฐานโดยทั่วไปมีส่วนประกอบต่าง ๆ ต่อไปนี้

- แหล่งพลังงาน เช่นแบตเตอรี่หรือเซลล์สุริยะ
- แผงปุ่ม ประกอบด้วยปุ่มที่ใช้สำหรับป้อนจำนวน และคำสั่งฟังก์ชันต่าง ๆ
(บวก ลบ คูณ หาร รากที่สอง ฯลฯ)
- ชิพประมวลผล (ไมโครโพรเซสเซอร์)
- หน่วยสแกน เมื่อเปิดเครื่องคิดเลข หน่วยนี้จะสแกนแผงปุ่มเพื่อรอรับสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์เมื่อปุ่มถูกกด
- หน่วยเข้ารหัส แปลงจำนวนและฟังก์ชันต่าง ๆ ให้เป็นรหัสฐานสอง
- เรจิสเตอร์ X และเรจิสเตอร์ Y เป็นที่เก็บบันทึกจำนวนชั่วคราวในระหว่างทำการคำนวณ จำนวนทั้งหมดจะถูกบันทึกลงในเรจิสเตอร์ X ก่อน และจำนวนที่อยูในเรจิสเตอร์ X ก็จะใช้สำหรับแสดงบนหน้าจอ
- เรจิสเตอร์ตัวบ่งชี้ ฟังก์ชันสำหรับการคำนวณจะถูกบันทึกที่นี้จนกว่าเครื่องจะต้องการใช้มัน
- หน่วยความจำถาวร (รอม) ชุดคำสั่งต่าง ๆ ของฟังก์ชันที่ติดมากับเครื่อง (การดำเนินการเลขคณิต รากที่สอง อัตราร้อยละ ตรรกณมิติ ฯลฯ) ถูกบันทึกอยู่ที่นี่ในรูปแบบฐานสอง ชุดคำสั่งเหล่านี้เป็น "โปรแกรม" ที่บันทึกอยู่อย่างถาวรและไม่สามารถลบได้
- หน่วยความจำผู้ใช้ (RAM) ที่เก็บบันทึกจำนวนที่ป้อนโดยผู้ใช้ ข้อมูลในหน่วยความจำนี้สามารถเปลี่ยนแปลงหรือลบได้โดยผู้ใช้

- หน่วยคำนวณและตรรกะ (ALU) ดำเนินการชุดคำสั่งการคำนวณและตรรกะทั้งหมด และให้ผลลัพธ์อยู่ในรูปรหัสฐานสอง
- หน่วยถอดรหัส แปลงรหัสฐานสองเป็นจำนวนฐานสิบ ซึ่งจะได้นำมาแสดงบนหน่วยแสดงผล
- หน้าปัดแสดงผล แสดงจำนวนที่ป้อนเข้า คำสั่ง และผลลัพธ์ หน่วยแสดงผลแบบเจ็ดส่วนก็ถูกนำมาใช้แทนตัวเลขแต่ละตัวในเครื่องคิดเลขพื้นฐาน

2.2.6 เครื่องคิดเลข Casio รุ่น fx - 991es plus

ฟังก์ชันการคำนวณครบครันถึง 417 ฟังก์ชัน มีจอแสดงผล 10 + 2 หลัก ปุ่มกดผลิตจากพลาสติกแข็งแรง ทนทาน ให้สัมผัสนุ่ม คำนวณง่ายขึ้นกว่าเดิมด้วยการแสดงผล Natural Textbook (หน้าจอแสดงเศษส่วนได้) มีหน่วยความจำ 9 Memory แปลงสัญลักษณ์ทางวิศวกรรมคำนวณค่าทางสถิติ Hyperbolic คำนวณเลขฐานสิบหก ฐานสอง ฐานแปด คำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานได้ คำนวณอินทิเกรต มีฟังก์ชัน Replay ฟังก์ชันคำตอบ ระบบปิดเครื่องอัตโนมัติ เมื่อหยุดใช้งาน และใช้พลังงาน 2 ระบบ ทั้ง พลังงานแสงอาทิตย์ และแบตเตอรี่ (LR44)

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นายวิจัย สนทอง (2527) วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้เครื่องคิดเลขในการเรียนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ผลของการใช้เครื่องคิดเลขในการทำการบ้าน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนรัตนบุรี จังหวัดสุรินทร์ ปีการศึกษา 2526 จำนวน 80 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 4 กลุ่มๆ ละ 20 คน คือ กลุ่มที่ 1 ใช้เครื่องคิดเลขในการเรียนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนและใช้ในการทำการบ้าน กลุ่มที่ 2 ใช้เครื่องคิดเลขในการเรียนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนแต่ไม่ใช้ในการทำการบ้าน กลุ่มที่ 3 ไม่ใช้เครื่องคิดเลขในการเรียนคณิตศาสตร์แต่ใช้ในการทำการบ้าน และกลุ่มที่ 4 ไม่ใช้เครื่องคิดเลขในการเรียนคณิตศาสตร์และไม่ใช้ในการทำการบ้าน ผู้วิจัยได้ทดลองสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “ทฤษฎีเบื้องต้นของความน่าจะเป็น” ให้กับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม เป็นเวลา 20 คาบ เมื่อเรียนจบบทเรียนแล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งมีค่าความเที่ยง 0.884 แล้วนำคะแนนจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ผลการวิจัยสรุปได้ว่า 1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้เครื่องคิดเลขในการเรียนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน และนักเรียนที่ไม่ใช้เครื่องคิดเลขในการเรียนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยนักเรียนที่ใช้และนักเรียนที่ใช้เครื่องคิดเลขในการเรียนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่ไม่ใช้เครื่องคิดเลขในการเรียนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน 2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้

เครื่องคิดเลขในการทำการบ้านและนักเรียนที่ไม่ใช้เครื่องคิดเลขในการทำการบ้าน ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 3. การใช้เครื่องคิดเลขในการเรียนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน และการใช้เครื่องคิดเลขในการทำการบ้าน ไม่มีปฏิกริยาร่วมกันต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

จิราภรณ์ ยกอินทร์ (2559) ได้ทำวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติ เนื้อหาการจัดการจัดการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ เรียนรู้และดำเนินกิจกรรมต่างด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะ กระตุ้นหรืออำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการคิดวิเคราะห์

2.4 แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

แบบทดสอบ ☐ ก่อนเรียน ☐ หลังเรียน

เรื่อง การพัฒนาทักษะการใช้เครื่องคิดเลข Casio รุ่น fx - 991es plus

วิชาความแข็งแรงของวัสดุ รหัสวิชา 30100-0105

ชื่อ.....นามสกุล.....รหัส.....เลขที่.....

คำสั่ง จงใช้เครื่องคิดเลข Casio รุ่น fx - 991es plus ตอบคำถามต่อไปนี้

1. $(2 + 2) \times \sqrt{16} = ?$

ตอบ.....

2. หากต้องการเปลี่ยนค่าเศษส่วนให้เป็นทศนิยมควรกดปุ่มใด

ตอบ.....

3. $9^2 - 3! = ?$

ตอบ.....

4. $30 \text{ mA} + 20 \text{ A} = ?$

ตอบ.....

5. $\frac{392 \times 4}{5} = ?$ (ตอบเป็นทศนิยม)

ตอบ.....

6. $\sin(90) = ?$ และ $2\cos(90) = ?$

ตอบ.....

7. ปุ่ม DEL มีไว้ทำอะไร

ตอบ.....

8. ต้องการโหมด CMPLX ต้องกดปุ่มใดบ้าง

ตอบ.....

9. เปลี่ยนปริมาณเชิงซ้อน $4 + 3i$ เป็นรูปของ $r\angle\theta$ จะมีค่าเท่าไร

ตอบ.....

10. หากต้องการ Reset เครื่องคิดเลขให้กดปุ่มใดบ้าง

ตอบ.....

บทที่ 3

วิธีดำเนินการงานวิจัย

การวิจัยในชั้นเรียน เรื่อง การพัฒนาทักษะการใช้เครื่องคิดเลข Casio รุ่น fx - 991es plus ของนักเรียนแผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ ระดับชั้น ปวส.2 ห้อง 2 วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี วิชาความแข็งแรงของวัสดุ โดยใช้สื่อการเรียนการสอน

มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาทักษะการใช้เครื่องคิดเลข วิชาความแข็งแรงของวัสดุ ของนักเรียนแผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ ระดับชั้น ปวส.2 ห้อง 2 วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี โดยใช้สื่อการเรียนการสอน 2) เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการใช้งานของเครื่องคิดเลข และนำไปใช้งานได้จริง 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการใช้เครื่องคิดเลข Casio รุ่น fx-991es plus ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 วิธีดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ ห้อง 2 วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 12 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ ห้อง 2 วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ที่ลงทะเบียนเรียน วิชาความแข็งแรงของวัสดุ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 12 คน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 3.2.1 แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (ภาคผนวก ก)
- 3.2.2 ใบความรู้ เรื่อง การใช้เครื่องคิดเลข Casio รุ่น fx - 991es plus (ภาคผนวก ข)
- 3.2.3 แบบบันทึกผลการเรียนการสอน (ภาคผนวก ค)
- 3.2.4 แบบสำรวจความพึงพอใจของนักเรียน (ภาคผนวก ง)

3.3 วิธีดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยนำใบความรู้ เรื่อง การพัฒนาทักษะการใช้เครื่องคิดเลข Casio รุ่น fx - 991es plus ของนักเรียนแผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ ระดับชั้น ปวส.2 ห้อง 2 วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี วิชาความแข็งแรงของวัสดุ โดยใช้สื่อการเรียนการสอน มาดำเนินการทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังต่อไปนี้

1. ออกแบบใบความรู้ เรื่อง การใช้เครื่องคิดเลข Casio รุ่น fx - 991es plus
2. ออกแบบ แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
3. ออกแบบใบสำรวจความพึงพอใจ
4. เตรียมสื่อการเรียนการสอนเรื่อง การใช้เครื่องคิดเลข Casio รุ่น fx - 991es plus
5. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน
6. แจกใบความรู้ พร้อมใช้สื่อการเรียนการสอน เรื่อง การใช้เครื่องคิดเลข
7. ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติตามสื่อการเรียนการสอน
8. ผู้สอนให้คำ แนะนำในการปฏิบัติงาน
9. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน
10. เก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง คะแนนแบบทดสอบหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียน
11. แจกใบสำรวจความพึงพอใจหลังเรียนโดยการใช้สื่อการเรียนการสอน

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การสรุปผลในการศึกษาวิจัยการพัฒนาทักษะการใช้เครื่องคิดเลข Casio รุ่น fx - 991es plus ของนักเรียนแผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ ระดับชั้น ปวส.2 ห้อง 2 วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี วิชาความแข็งแรงของวัสดุ โดยใช้สื่อการเรียนการสอนผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐานในการทดสอบคือ

3.4.1 การวิเคราะห์หาค่าร้อยละ

$$\text{ความถี่ร้อยละของนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์} = \frac{\text{จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์}}{\text{จำนวนนักเรียนทั้งหมด}} \times 100$$

3.4.2 หาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)

ค่าเฉลี่ยหาได้จากสูตร

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$$

โดย $\bar{X}$ = ค่าเฉลี่ยของคะแนน

Σx = ผลบวกของคะแนนทุกค่า
 n = จำนวนของคะแนนทั้งหมด

3.4.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหาได้จากสูตร

$$S.D. = \sqrt{\frac{n \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}{n(n-1)}}$$

โดย S.D. = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 X = ข้อมูล (คะแนน)
 Σx = ผลบวกของคะแนนทุกค่า
 n = จำนวนของคะแนนทั้งหมด

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะการใช้เครื่องคิดเลข Casio รุ่น fx - 991es plus ของนักเรียนแผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ ระดับชั้น ปวส.2 ห้อง 2 วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี วิชาความแข็งแรงของวัสดุ โดยใช้สื่อการเรียนการสอน ผู้วิจัยสามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์ได้ดังนี้

4.1 การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

4.2 การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ผู้เรียนเข้าใจหลักการใช้งานของเครื่องคิดเลข โดยใช้คะแนนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้

4.3 การวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้สื่อการเรียนการสอน

4.1 แสดงผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยการใช้สื่อการเรียนการสอน โดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

คะแนนรายบุคคลและคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์จากการเรียนโดยการใช้สื่อการเรียนการสอน ทักษะการใช้เครื่องคิดเลข Casio รุ่น fx - 991es plus ของนักเรียนแผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ ระดับชั้น ปวส.2 ห้อง 2 วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี วิชาความแข็งแรงของวัสดุ แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลคะแนนรายบุคคลและคะแนนเฉลี่ยจากการประเมินทักษะทักษะการใช้เครื่องคิดเลข Casio รุ่น fx - 991es plus

เลขที่ (n)	รหัสนักเรียน	คะแนนก่อนเรียน		คะแนนหลังเรียน	
		20	100 %	20	100 %
1	นายกฤษณะ กลิ่นดอกแก้ว	16	80 %	20	100 %
2	นายจักรพรรณ บุญเกิด	18	90 %	20	100 %
3	นายฐิติณัฐ วงษ์เหมือน	10	50 %	16	80 %
4	นายธนากร บุกบุญ	10	50 %	20	100 %
5	นายธนธรณ์ จำปาติบ	13	65 %	20	100 %
6	นายธนภัทร ปารมี	14	70 %	19	95 %
7	นายพงศกร เจริญสุข	17	85 %	20	100 %
8	นายพลภัทร บุญส่ง	14	70 %	19	95 %

ตารางที่ 4.1 ผลคะแนนรายบุคคลและคะแนนเฉลี่ยจากการประเมินทักษะทักษะการใช้เครื่องคิดเลข Casio รุ่น fx - 991es plus (ต่อ)

เลขที่ (n)	รหัสนักเรียน	คะแนนก่อนเรียน		คะแนนหลังเรียน	
		20	100 %	20	100 %
9	นายสุระชัย แจ่มกระจ่าง	13	65 %	20	100 %
10	นายสุวิษ ศรีจันทร์ดี	12	60 %	18	90 %
11	นายอริวัฒน์ แป๊ะและฉ่ำ	17	85 %	20	100 %
12	นายอมรเทพ รองโสภา	6	30 %	20	100 %
	รวม ΣX	160	800	232	1160
	$\bar{X}$	13.133	66.667	19.333	96.666
	S.D.	3.498	17.494	1.232	6.154

จากตารางที่ 4.1 ผลสัมฤทธิ์จากการประเมินทักษะค่าคะแนนรวมก่อนเรียนที่ได้ คือ ΣX เท่ากับ 160 ทำให้ คะแนนเต็ม 10 โดยการ $160 / 2 = 80$ สามารถหาค่าเฉลี่ยได้จาก

$$\bar{X} = \frac{\Sigma X}{n} = \frac{80}{12} = 6.667$$

ผลสัมฤทธิ์จากการประเมินทักษะค่าคะแนนรวมหลังเรียนที่ได้คือ ΣX เท่ากับ 232 ทำให้ คะแนนเต็ม 10 โดยการ $232 / 2 = 116$ สามารถหาค่าเฉลี่ยได้จาก

$$\bar{X} = \frac{\Sigma X}{n} = \frac{116}{12} = 9.667$$

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
สามารถหาได้จาก

$$S.D. = \sqrt{\frac{n\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}{n(n-1)}}$$

จากสมมติฐานการวิจัยเมื่อนักเรียนที่เรียนโดยการปฏิบัติประกอบใบความรู้แล้ว จะมีการใช้เครื่องคิดเลข Casio รุ่น fx - 991es plus ของนักเรียนแผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ ระดับชั้น ปวส.2 ห้อง 2

วิทยาลัยเทคนิคพบุรี วิชาความแข็งแรงของวัสดุ โดยใช้สื่อการเรียนการสอน อยู่ในเกณฑ์ระดับดี คือจะต้องมีระดับคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียน

เมื่อเปรียบเทียบร้อยละกับคะแนนผลสัมฤทธิ์จากการประเมินทักษะเฉลี่ยภาพรวมที่ได้จะพบว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน 6.667 จะมีค่าเท่ากับ ร้อยละ 66.676 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 9.667 จะมีค่าเท่ากับ ร้อยละ 96.676 จากคะแนนทั้งหมดค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนก่อนเรียน คิดเป็น 17.393 และ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนหลังเรียน คิดเป็น 6.154 ซึ่งมากกว่าก่อนเรียน

จากคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์การประเมินทักษะเมื่อคิดเป็นร้อยละแล้วจะพบว่า ทักษะการใช้เครื่องคิดเลข Casio รุ่น fx - 991es plus ของนักเรียนแผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ ระดับชั้น ปวส.2 ห้อง 2 วิทยาลัยเทคนิคพบุรี วิชาความแข็งแรงของวัสดุ โดยใช้สื่อการเรียนการสอน มีคะแนนหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียน คิดเป็นร้อยละ 96.666

จากผลวิจัยดังกล่าว ไม่มีนักเรียนที่ได้คะแนนรวมต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

4.2 แสดงผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ผู้เรียนเข้าใจหลักการใช้งานของเครื่องคิดเลข Casio รุ่น fx - 991es plus โดยใช้คะแนนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้

คะแนนรายบุคคลและคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์จากการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ผู้เรียนเข้าใจหลักการใช้งานของเครื่องคิดเลข โดยใช้คะแนนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ของนักเรียนแผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ ระดับชั้น ปวส.2 ห้อง 2 วิทยาลัยเทคนิคพบุรี วิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรง แสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ผู้เรียนเข้าใจหลักการใช้งานของเครื่องคิดเลข โดยใช้คะแนนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้

เลขที่ (n)	รหัสนักเรียน	คะแนนหลังเรียน มากกว่าก่อนเรียน		คะแนนหลังเรียน มากกว่าเกณฑ์ 80 %	
		ใช่	ไม่ใช่	ใช่	ไม่ใช่
1	นายกฤษณะ กลิ่นดอกแก้ว	✓		✓	
2	นายจักรพรรณ บุญเกิด	✓		✓	
3	นายฐิติณัฐ วงษ์เหมือน	✓		✓	
4	นายธนากร บุกบุญ	✓		✓	
5	นายธนธรณ์ จำปาติบ	✓		✓	
6	นายธนภัทร ปารมี	✓		✓	
7	นายพงศกร เจริญสุข	✓		✓	
8	นายพลภัทร บุญส่ง	✓		✓	
9	นายสุระชัย แจ่มกระจ่าง	✓		✓	

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ผู้เรียนเข้าใจหลักการใช้งานของเครื่องคิดเลข โดยใช้คะแนนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ (ต่อ)

เลขที่ (n)	รหัสนักเรียน	คะแนนหลังเรียน มากกว่าก่อนเรียน		คะแนนหลังเรียน มากกว่าเกณฑ์ 80 %	
		ใช่	ไม่ใช่	ใช่	ไม่ใช่
10	นายสุวิษ ศรีจันทร์ดี	✓		✓	
11	นายอริวัฒน์ แป๊ะและฉำ	✓		✓	
12	นายอมรเทพ ร่องโสภา	✓		✓	
	รวม Σx	12 คน		12 คน	

จากตารางที่ 4.2 พบว่าผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ผู้เรียนเข้าใจหลักการใช้งานของเครื่องคิดเลข ซึ่งพบว่าคะแนนหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียน 12 คน มีคะแนนหลังเรียนมากกว่า 80 % จำนวน 12 คน

จากคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์การประเมินของผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ผู้เรียนเข้าใจหลักการใช้งานของเครื่องคิดเลข **Casio รุ่น fx - 99es plus** ของนักเรียนแผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ ระดับชั้น ปวส.2 ห้อง 2 วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ในวิชาความแข็งแรงของวัสดุ โดยใช้สื่อการเรียนการสอน แล้วจะพบว่า จะมีคะแนนหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียน คิดเป็นร้อยละ 96.666 ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

จากผลวิจัยดังกล่าว ไม่มีนักเรียนที่ได้คะแนนรวมต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

4.3 แสดงผลการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้สื่อการเรียนการสอน

ผู้เรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนโดยการใช้สื่อการเรียนการสอน ตอบแบบประเมินความพึงพอใจจำนวน 12 คน โดยแบ่งหัวข้อการประเมินออกเป็น 3 หัวข้อ แสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้สื่อการเรียนการสอน

ที่	หัวข้อการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ	
		คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย
ด้านความรู้ความสามารถในรายวิชาที่สอนของครู			
1	มีความรู้ในเนื้อหาที่สอน	5	3.053
2	สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับวิชาอื่น ๆ ได้	5	4.684
ด้านความสามารถในการถ่ายทอดเนื้อหาและเทคนิคการสอน			

ที่	หัวข้อการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ	
		คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย
3	วิธีการสอน/กิจกรรมสอดคล้องกับเนื้อหาและ วัตถุประสงค์	5	4.684
4	ใบความรู้มีความละเอียดครบถ้วน	5	4.526
5	สื่อความหมายได้ชัดเจน ผู้เรียนเข้าใจง่าย ตรงตาม วัตถุประสงค์	5	4.579
6	ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนถามในสิ่งที่อยากรู้	5	4.684
ด้านการวัดผล			
7	ครูมีการวัดผลและประเมินผลหลากหลายวิธี	5	4.579
8	ครูมีการวัดผลและประเมินผลเหมาะสมกับเนื้อหาวิชา	5	4.579
รวม		40	35.368

ไม่มีข้อเสนอแนะจากผู้ตอบแบบสอบถาม

จากตารางที่ 4.3 พบว่าภาพรวมการประเมินความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยการใช้สื่อการเรียนการสอน เป็นดังนี้ ผู้สอนมีความรู้ในเนื้อหาที่สอน 3.053 คะแนนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับวิชาอื่น ๆ ได้ 4.684 คะแนน วิธีการสอน/กิจกรรมสอดคล้องกับเนื้อหาและ วัตถุประสงค์ 4.684 คะแนน ใบความรู้มีความละเอียดครบถ้วน 4.526 คะแนน สื่อความหมายได้ชัดเจน ผู้เรียนเข้าใจง่าย ตรงตามวัตถุประสงค์ 4.579 คะแนน ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนถามในสิ่งที่อยากรู้ 4.684 คะแนน ครูมีการวัดผลและประเมินผลหลากหลายวิธี 4.579 คะแนน ครูมีการวัดผลและประเมินผล เหมาะสมกับเนื้อหาวิชา 4.579 คะแนน รวมคะแนนเฉลี่ย 35.368 จาก 40 คะแนน

$$\begin{aligned} \text{เมื่อนำมาคิดหาค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจจาก } \bar{x} &= \frac{\sum x}{n} \\ \text{เมื่อ } \bar{x} &= \text{ค่าเฉลี่ย} \\ \sum x &= \text{ผลรวมของคะแนนเฉลี่ย} \\ n &= \text{จำนวนข้อของแบบประเมิน} \\ \text{จะได้ } \bar{x} &= \frac{35.368}{8} = 4.421 \end{aligned}$$

จากผลการวิเคราะห์พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมอยู่ในคะแนน 4.421 จาก 5 คะแนนซึ่งอยู่ในระดับดี

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยในชั้นเรียน เรื่อง การพัฒนาทักษะการใช้เครื่องคิดเลข Casio รุ่น fx - 991es plus ของนักเรียนแผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ ระดับชั้น ปวส.2 ห้อง 2 วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี วิชาความแข็งแรงของวัสดุ โดยใช้สื่อการเรียนการสอน

มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาทักษะการใช้เครื่องคิดเลข Casio รุ่น fx - 991es plus วิชาความแข็งแรงของวัสดุ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการทำงานของเครื่องคิดเลข และนำไปใช้งานได้จริง เพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยให้โดยใช้สื่อการเรียนการสอน ของนักเรียนแผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ ระดับชั้น ปวส.2 ห้อง 2 วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้สามารถสรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

1. การประเมินทักษะเมื่อคิดเป็นร้อยละแล้วจะพบว่า ทักษะการใช้เครื่องคิดเลข Casio รุ่น fx - 991es plus ของนักเรียนแผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ ระดับชั้น ปวส.2 ห้อง 2 วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี วิชาความแข็งแรงของวัสดุ โดยใช้สื่อการเรียนการสอน มีคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน ร้อยละ ซึ่งได้สูงกว่าคะแนนก่อนเรียน ตรงตามที่กำหนดไว้ และไม่มีนักเรียนที่ได้คะแนนรวมต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2. นักเรียนแผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ ระดับชั้น ปวส.2 ห้อง 2 วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ในวิชาความแข็งแรงของวัสดุ ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ผู้เรียนเข้าใจหลักการทำงานของเครื่องคิดเลข Casio รุ่น fx - 991es plus พบว่า จะมีค่าเท่ากับ ร้อยละ 96.666 ซึ่งได้สูงกว่าเกณฑ์ระดับดี ที่กำหนดไว้ที่ ร้อยละ 80 และไม่มีนักเรียนที่ได้คะแนนรวมต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

3. นักเรียนแผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ ระดับชั้น ปวส.2 ห้อง 2 มีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการอบรมเชิงวิชาการอยู่ในระดับ 4.421 คะแนนจาก 5 คะแนนซึ่งอยู่ในระดับดี

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ การพัฒนาทักษะการใช้เครื่องคิดเลข Casio รุ่น fx - 991es plus โดยใช้สื่อการเรียนการสอน ในการวิจัยครั้งนี้ยังมีการให้นักเรียน ศึกษาจากสื่อการเรียนการสอน ลงมือปฏิบัติจริงทุกขั้นตอนสอดแทรกทุกครั้งที่เรียนวิชาความแข็งแรงของวัสดุ คำนวณได้จริง เวลาหาค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เพื่อวัดทักษะการใช้เครื่องคิดเลข เพื่อวัดผลการพัฒนาทักษะของนักเรียน ทำให้นักเรียนที่ไม่มีทักษะการปฏิบัติ ใช้เครื่องคิดเลขมีความรู้ความเข้าใจ และมีทักษะที่ดีเพิ่มมากขึ้น

สามารถนำไปต่อยอดได้ในอนาคต ดังนั้นคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการปฏิบัติ โดยใช้แบบบันทึกผลการเรียน และแบบบันทึกผลเกณฑ์ของคะแนน จึงมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ควรปรับปรุงแผนการเรียนการสอนในด้านทักษะอยู่ตลอดเพื่อดึงดูดความสนใจของนักเรียน

5.3.2 จะต้องมีการวัดผลทุกครั้งในทุก ๆ ขั้นตอนการปฏิบัติเพื่อทดสอบทักษะของนักเรียน

5.3.3 ในการสอนแต่ละครั้ง ครูผู้สอนจะต้องเตรียมเครื่องคิดเลข Casio รุ่น fx - 991es plus ให้พร้อม เพื่อเกิดการชำรุดหรือสูญหาย ทั้งนี้เพื่อให้ช่วงเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมเป็นไปตามที่ได้กำหนดไว้

บรรณานุกรม

วิชัย สนทอง, 2527, ผลของการใช้เครื่องคิดเลขในการเรียนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน และในการทำ
การบ้าน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6, จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย. บัณฑิตวิทยาลัย

พิชญ์สินี ชมภูคำ, สุระศักดิ์ เมาเทือก, 2550, สถิติเพื่อการวิจัย, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

ราภรณ์ ยกอินทร์, 2559, การจัดการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติ, โปรแกรมการศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
ศาสตร มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

<http://th.answers.yahoo.com/question/index?qid=20080904235851AAv62Ws> [2553,
พฤษภาคม, 21]

<http://meehai-channel.blogspot.com/2016/08/casio-fx-991es-plus.html> [2559, สิงหาคม,
8]

<https://portal.weloveshopping.com/blog/10498/calculatorhistory> [2560, เมษายน, 25]

<http://edu.casio.com/th/forteachers/gakuhan/useful/> [2560, สิงหาคม, 13]

https://www.poa.co.th/media/wysiwyg/Download/FX-991ES_Plus_TH_version.pdf [2561,
มิถุนายน, 9]

<http://realmetro.com/calculator/> [2566, มีนาคม, 26]