

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การสร้างบทเรียนสำหรับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 ผู้วิจัยได้นำบทเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน ที่สร้างโดยโปรแกรม MOODLE และใช้ระบบการจัดการเรียนการสอนของ BUU-LMS ไปดำเนินการหาประสิทธิภาพและทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนสำหรับการเรียนการสอนแบบออนไลน์กับการเรียนด้วยวิธีปกติ ซึ่งมีรายละเอียดของผลของการศึกษา ดังนี้

1. บทเรียนสำหรับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. การหาประสิทธิภาพของบทเรียนสำหรับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง
4. ทดสอบสมมติฐานของการวิจัย โดยมีขั้นตอนดังนี้
 - 4.1 ทดสอบภาวะการแจกแจงปกติของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง
 - 4.2 เปรียบเทียบความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง
 - 4.3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยใช้การทดสอบ $t - test$ แบบอิสระ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. บทเรียนสำหรับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

จากการวิจัยครั้งนี้ทำให้ได้บทเรียนสำหรับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยในแต่ละหัวข้อจะประกอบด้วยกิจกรรม 4 ลักษณะ ที่สามารถศึกษาด้วยตนเองได้ ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 เนื้อหาสาระการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชัน ดังเช่น ในภาพที่ 16 เป็นส่วนหนึ่งของบทเรียนแบบออนไลน์ เรื่อง ฟังก์ชันที่ใช้ระบบการจัดการการเรียนรู้ BUU-LMS

[illegible]

2.1 ความสัมพันธ์ที่กำหนดให้อยู่ในรูปแผนภาพ

ตัวอย่างที่ 2.1

ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง
ค่าโทรศัพท์กับจำนวนครั้งที่โทรออก

จำนวนครั้งที่โทรออก(x)	ค่าโทรศัพท์(y)
3	15
7	20
20	60
56	100
88	250

เขียนแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง
ค่าโทรศัพท์กับจำนวนครั้งที่โทรออกได้ดังนี้

$f = \{(3, 15), (7, 20), (20, 60), (56, 100), (88, 250)\}$

ความสัมพันธ์ f เป็นฟังก์ชัน

ภาพที่ 5 ตัวอย่างเนื้อหาการเรียนรู้ของบทเรียนสำหรับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

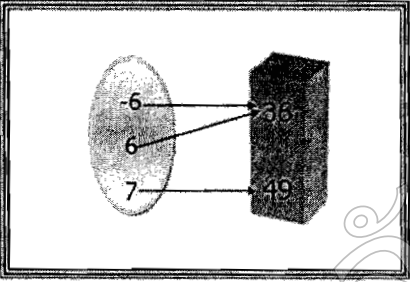
กิจกรรมที่ 2 ตรวจสอบความก้าวหน้าในการทำกิจกรรมที่ 1 โดยมีเกณฑ์ในการผ่านของ
การทำกิจกรรมคือต้องได้คะแนนมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 75 จึงจะอนุญาตให้ทำกิจกรรมต่อไป
ตัวอย่างกิจกรรมตรวจสอบความก้าวหน้า ดังเช่น ในภาพที่ 14

ตรวจสอบความก้าวหน้า

การตรวจสอบการเป็นฟังก์ชัน

เมื่อความสัมพันธ์ที่กำหนดให้อยู่ในรูปแผนภาพ

จงพิจารณาความสัมพันธ์ที่กำหนดให้เป็นฟังก์ชันหรือไม่



เลือกคำตอบเดียว ☐ a. ไม่เป็นฟังก์ชัน ☐ b. เป็นฟังก์ชัน

จงหาโดเมน และเรนจ์ ของฟังก์ชัน f แล้วเติมอักษรตัวเลือกที่เป็นคำตอบลงในช่องที่กำหนดให้ นักเรียนสามารถใช้ตัวเลือกซ้ำกันได้

ในการพิมพ์คำตอบที่เป็นตัวเลือกไม่ต้องใส่จุด

กำหนดให้ $A = \{5, 10, 15, 20, 25\}$ และ $f = \{(x, y) \in A \times A \mid y < x\}$

โดเมนของฟังก์ชัน f ตรงกับข้อใด

ตัวเลือก	ตัวเลือก
ก. $\{1, 3, 5\}$	ข. $\{5, 10, 15, 20, 25\}$
ข. $\{2, 6\}$	ช. $\{x \mid x \in \mathbb{R}\}$
ค. $\{1, 5\}$	ฅ. $\{y \mid y \in \mathbb{R}\}$
ง. $\{2, 3, 6, 7, 8\}$	ฉ. $\{y \mid y \geq -2\}$
จ. $\{10, 15, 20, 25\}$	ฉ. $\{x \mid x \geq 2\}$
ฉ. $\{5, 10, 15, 20\}$	ก. $\{x \mid x \geq 0\}$
	ข. $\{y \mid y \geq 0\}$

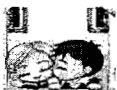
คำตอบ:

ภาพที่ 6 ตัวอย่างการตรวจสอบความก้าวหน้าของบทเรียนสำหรับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กิจกรรมที่ 3 แบบฝึกทักษะ ในการส่งแบบฝึกทักษะนักเรียนสามารถเลือกส่งงานด้วยการอัปโหลดไฟล์ หรือจะส่งต่อครูโดยตรงไม่ต้องส่งด้วยการอัปโหลดไฟล์ก็ได้ เมื่อนักเรียนส่งแบบฝึกทักษะแล้วจึงจะสามารถดูเฉลยของแบบฝึกทักษะได้

แบบฝึกหัดเสริมทักษะ เรื่องความหมายของฟังก์ชัน

ความสัมพันธ์ที่กำหนดให้ต่อไปนี้ เป็นฟังก์ชันหรือไม่ เพราะเหตุใด



(1) $\{(5, 1), (3, 2), (1, 3), (0, 1)\}$

(2) $\{(2, 1), (3, 1), (4, 1)\}$

(3) $\{(3, 0), (3, 1), (2, 5)\}$

(4) $\{(2, 3), (2, 4), (3, 6), (4, 9)\}$

(5) $\{(x, y) | y = x^2 + 5\}$

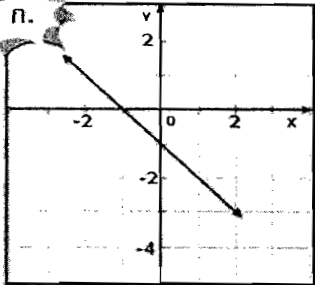


แบบฝึกหัดเสริมทักษะ เรื่องฟังก์ชันเชิงเส้น

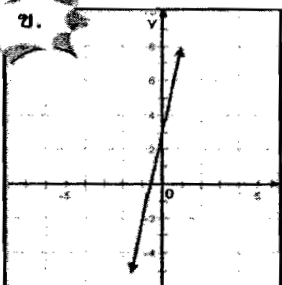
จงจับคู่สมการเชิงเส้นกับกราฟที่กำหนดให้ต่อไปนี้

..... 1) $y = 2x + 9$	 2) $y = -1 - x$
..... 3) $y = \frac{2}{5}x + 4$	 4) $y = -3x$
..... 5) $y = -2x + 9$	 6) $y = 5x + 3$
..... 7) $y = 5x - 3$	 8) $y = x$
..... 9) $y = 5$	 10) $y = -x$

ก.

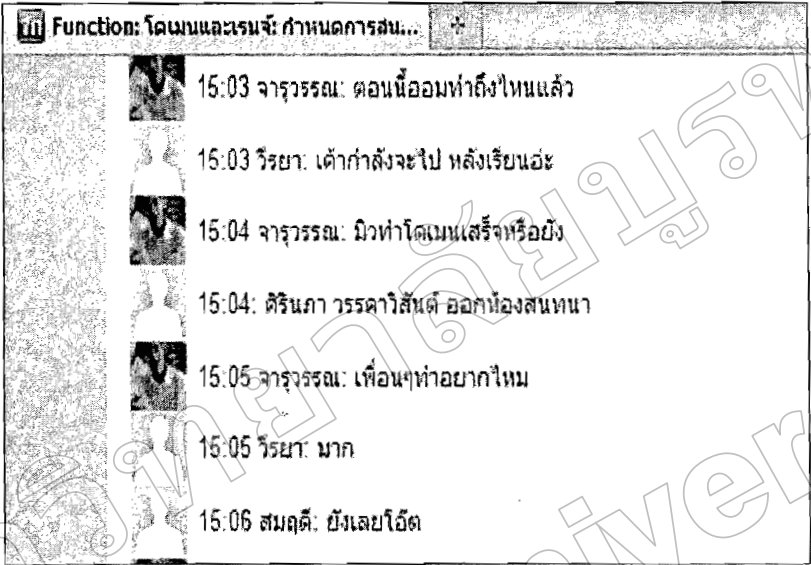


ข.



ภาพที่ 7 ตัวอย่างแบบฝึกทักษะของบทเรียนสำหรับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ในระหว่างการทำกิจกรรมที่ 1 – 3 นักเรียนสามารถปรึกษาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนภายในกลุ่ม เพื่อนระหว่างกลุ่ม ครูผู้สอน หรือผู้เชี่ยวชาญท่านอื่น ๆ ได้ ซึ่งในการปรึกษาสามารถปรึกษาได้โดยตรงแบบเผชิญหน้า ใช้ห้องสนทนาของบทเรียนในแต่ละหัวข้อ กระดานสนทนา หรือส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ดังเช่น ในภาพที่ 16

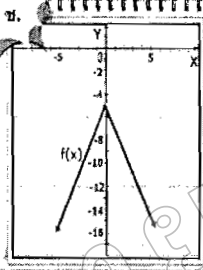


ภาพที่ 8 ตัวอย่างการปรึกษาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อนภายในกลุ่ม เพื่อนระหว่างกลุ่ม ของบทเรียนสำหรับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กิจกรรมที่ 4 แบบทดสอบหลังเรียน จะมีแบบทดสอบด้วยกันหลายแบบ เช่น แบบทดสอบที่เป็นแบบเติมคำ จับคู่ หรือหลายตัวเลือก

ให้นักเรียนนำหมายเลขหน้าข้อความที่เลือกเติมใน ช่องว่างที่กำหนดให้ ในการพิมพ์คำตอบที่เป็นตัวเลือกไม่ต้องใส่จุด

จากกราฟที่กำหนดให้ ตรงกับสมการในข้อใด

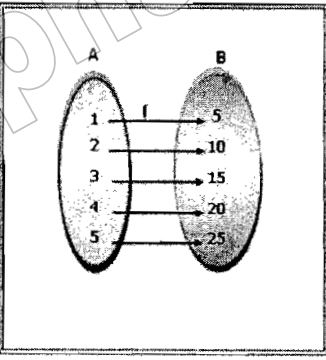


1. $f(x) = 3 x+7 $	2. $f(x) = -6 + x-3 $
3. $f(x) = x + 1$	4. $f(x) = x+3 + 4$
5. $f(x) = -2 x - 5$	6. $f(x) = 4 x-2 $
7. $f(x) = x-6 $	8. $f(x) = - x-1 - 8$
9. $f(x) = 5 x $	10. $f(x) = 2 x $

คำตอบ: _____

6. ให้นักเรียนเติมคำตอบลงในช่องว่างที่กำหนดให้ ในการพิมพ์คำตอบ ให้พิมพ์โดยไม่ต้องเว้นวรรค

กำหนดให้ f เป็นฟังก์ชันจาก A ไป B จงหาค่าของฟังก์ชัน $f(2)$



คำตอบ: _____

ภาพที่ 9 ตัวอย่างแบบทดสอบหลังเรียน ของบทเรียนสำหรับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนแบบออนไลน์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นชนิดแบบปรนัย 4 เลือก จำนวน 30 ข้อ ที่ครอบคลุมเนื้อหาและวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้การประเมิน โดยคุณภาพของบทเรียนสำหรับการเรียนแบบออนไลน์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้ผลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของบทเรียนแบบออนไลน์โดยผู้เชี่ยวชาญ

หัวข้อการประเมิน	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$)	ระดับความคิดเห็น
1. เนื้อหาและการนำเสนอ			
1.1 ความสอดคล้องของเนื้อหากับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.75	0.50	ดีมาก
1.2 ความเหมาะสมของเนื้อหากับพื้นฐานความรู้ของผู้เรียน	4.75	0.50	ดีมาก
1.3 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	4.25	0.50	ดี
1.4 ความเหมาะสมของลำดับและวิธีการนำเสนอ	4.50	0.58	ดีมาก
1.5 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	4.25	0.50	ดี
1.6 ความถูกต้องของภาพที่นำมาใช้	4.75	0.50	ดีมาก
1.7 ความชัดเจนในการสรุปเนื้อหา	4.25	0.50	ดี
1.8 บทเรียนมีลักษณะจูงใจและน่าสนใจ	3.75	0.50	ดี
1.9 ความเหมาะสมของการเชื่อมโยงส่วนประกอบแต่ละส่วนภายในบทเรียน	4.25	0.50	ดี
1.10 ผู้เรียนทำความเข้าใจบทเรียนได้ง่ายแม้ไม่เคยศึกษาเนื้อหานี้มาก่อน	4.25	0.50	ดี
ภาพโดยรวมด้านเนื้อหาและการนำเสนอ	4.38	0.51	ดี

ตารางที่ 5 (ต่อ)

หัวข้อการประเมิน	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$)	ระดับความคิดเห็น
2. เวลา			
2.1 ความเหมาะสมของเวลากับเนื้อหา	4.75	0.50	ดีมาก
2.2 ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอ	4.75	0.50	ดีมาก
ภาพโดยรวมด้านเวลา	4.75	0.50	ดีมาก
3. แบบทดสอบ			
3.1 การตั้งคำถามของแบบทดสอบครอบคลุมเนื้อหา	4.75	0.50	ดีมาก
3.2 คำถามมีความชัดเจนเข้าใจง่าย	4.50	0.58	ดีมาก
3.3 แบบทดสอบสามารถวัดความรู้ความเข้าใจ	4.25	0.50	ดี
ภาพโดยรวมของแบบทดสอบ	4.50	0.53	ดีมาก
ภาพโดยรวมของด้านเทคนิคการผลิตสื่อ	4.54	0.51	ดีมาก

ตารางที่ 6 แสดงผลการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคผลิตสื่อ

หัวข้อการประเมิน	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$)	ระดับความคิดเห็น
1. การสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียน			
1.1 บทเรียนมีลักษณะจูงใจในการเรียน	4.25	0.50	ดี
1.2 การออกแบบข้อความได้สวยงาม	4.00	0.00	ดี
1.3 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	4.00	0.00	ดี
1.4 ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	4.00	0.00	ดี

ตารางที่ 6 (ต่อ)

หัวข้อการประเมิน	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต ($\bar{x}$)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน ($S.D.$)	ระดับ ความ คิดเห็น
1.5 ความเหมาะสมของภาพกราฟิก	4.00	0.00	ดี
ภาพโดยรวมการสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียน	4.05	0.10	ดี
2 บอกวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้			
2.1 ลักษณะตรงตามเนื้อหาวิชา	5.00	0.00	ดีมาก
2.2 มีการบอกวัตถุประสงค์	5.00	0.00	ดีมาก
ภาพโดยรวมการบอกวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้	5.00	0.00	ดีมาก
3. กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้			
3.1 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ควบคุมทิศทางและความเร็ว-ช้า ในการเรียนรู้	5.00	0.00	ดี
3.2 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในบทเรียนตลอดเวลาการเรียน	4.25	0.50	ดี
3.3 ความหลากหลายและความเหมาะสมของรูปแบบของการมีปฏิสัมพันธ์	4.43	0.50	ดี
3.4 ความเหมาะสมของการป้อนกลับต่อการตอบสนองของผู้เรียน	5.00	0.00	ดีมาก
ภาพโดยรวมของการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้	4.67	0.25	ดีมาก
4. การทดสอบความรู้			
4.1 มีการประเมินความเข้าใจของผู้เรียนเป็นระยะๆ	4.70	0.00	ดีมาก
4.2 ผู้เรียนสามารถทราบระดับความสามารถของตนเอง	4.84	0.00	ดีมาก
4.3 ภาพโดยรวมของการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้	4.77	0.00	ดีมาก
4.4 ภาพโดยรวมของด้านเทคนิคการผลิตสื่อ	4.62	0.09	ดีมาก

ตารางที่ 5 และ 6 แสดงว่าผลการประเมินคุณภาพในการผลิตสื่อ โดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านด้านเนื้อหา และทางด้านคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อพบการเรียนการสอนแบบออนไลน์ มีความเห็นว่า คุณภาพด้านเนื้อหาของบทเรียนอยู่ในเกณฑ์ดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.54 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.51 โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 3 ด้าน คือด้านเนื้อหาและการนำเสนอมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.38 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.51 ด้านเวลาอยู่ในเกณฑ์ดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.75 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.5 และด้านแบบทดสอบอยู่ในเกณฑ์ดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.53 ส่วนด้านเทคนิคการผลิตสื่อมีความเห็นว่า คุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อพบการเรียนการสอนแบบออนไลน์ อยู่ในเกณฑ์ดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.62 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.09 โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 4 ด้าน คือ ด้านการสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียนมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.05 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.10 ด้านบอกวัตถุประสงค์ของบทเรียนมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00 ด้านกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.25 และด้านทดสอบความรู้มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.77 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.00

2. การหาประสิทธิภาพของบทเรียนสำหรับการเรียนการสอนแบบออนไลน์

เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัยได้นำบทเรียนที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้ 3 ครั้ง เพื่อหาข้อบกพร่องแล้วทำการปรับปรุงแก้ไขซึ่งผลเป็นดังนี้

2.1 การทดลองขั้นทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง

ทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศิริเวสรัตนเพียรอุปถัมภ์

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 3 คน จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนที่เรียนด้วย

บทเรียนแบบออนไลน์ เรื่อง ฟังก์ชัน พบว่านักเรียนมีความสนใจในบทเรียนเป็นอย่างมาก และรู้สึกสนุกสนานกับการเรียนด้วยบทเรียนแบบออนไลน์ด้วยโปรแกรม MOODLE รวมทั้งจากการซักถามนักเรียนทั้ง 3 คนพบว่า นักเรียนชอบการเรียนแบบออนไลน์เนื่องจากสามารถทราบผลการเรียนได้ทันที สามารถแก้ไขและทบทวนเนื้อหาส่วนที่ไม่เข้าใจได้ทันที และจากการซักถามเกี่ยวกับปัญหาข้อบกพร่องของบทเรียน ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไข คือ แก้ไขเกี่ยวกับข้อความและตัวอักษรข้อความที่พิมพ์ผิด เกลยแบบฝึกหัดที่ผิด แบบฝึกหัดบางข้อที่ไม่ตรงกับจุดประสงค์ เปลี่ยนแบบฝึกหัดบางข้อที่นักเรียนทำไม่ได้ ปรับเปลี่ยนข้อคำถามบางข้อให้มีความชัดเจนมากขึ้น เพิ่มเติมเนื้อหาบางส่วนให้มีความชัดเจนมากขึ้น ปรับเปลี่ยนสีพื้นหลังของบทเรียนให้มีความเหมาะสมมากขึ้น และปุ่มเชื่อมโยงบางปุ่มที่เชื่อมโยงไม่ได้

จากการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง จำนวน 3 คน ได้ประสิทธิภาพ 70.87/63.33
ดังตารางที่ 7 (รายละเอียดใน ภาคผนวก ข)

ตารางที่ 7 ประสิทธิภาพของบทเรียนสำหรับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ เรื่อง ฟังก์ชัน
จากการทดลองใช้กับจำนวน 3 คน

ทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง	คะแนนรวม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$)	ร้อยละ
คะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียน (E_1)	200	141.2	70.87
คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (E_2)	30	19	63.33

1.2 การทดลองขั้นทดสอบกลุ่มย่อย

ทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศิริเวสรัตนเพียร ภาคเรียน
ที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 14 คน ภายหลังจากผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงแก้ไขบทเรียนแบบ
ออนไลน์ เรื่องฟังก์ชัน ของการทดลองใช้ครั้งที่ 1 แบบหนึ่งต่อหนึ่งเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยนำมา
ทดลองกับนักเรียนจำนวน 14 คน ดังกล่าว และสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน พบว่า
นักเรียนมีความสนใจและมีความตื่นตัวกับบทเรียนแบบออนไลน์ เรื่อง ฟังก์ชัน เป็นอย่างมาก
จากการซักถามนักเรียนทั้ง 14 คน พบว่า เนื้อหาส่วนที่เกี่ยวกับกราฟในบางจุดควรมีจุดคู่อันดับ
กำกับไว้ เพื่อให้เข้าใจตรงกัน คำสั่งของกิจกรรมในแต่ละกิจกรรมควรมีใจความที่กระชับ หลังจาก
ที่นักเรียนทำกิจกรรมต่างๆ ของบทเรียนครบทุกหัวข้อแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนตอบแบบสอบถาม
ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนแบบออนไลน์สำหรับการเรียนการสอน เรื่อง ฟังก์ชัน
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า

1. นักเรียนส่วนใหญ่คิดว่าความชัดเจนในการกำหนดจุดประสงค์ของการเรียนแบบ
ออนไลน์ มีความชัดเจนดี สามารถใช้เป็นแนวทางในการเรียนของแต่ละหัวข้อ
2. การนำเข้าสู่บทเรียน นักเรียนทุกคนคิดว่า ดี น่าสนใจ เหมาะสม เข้าใจง่าย
3. การวางรูปแบบของหน้าจอและความน่าสนใจ นักเรียนทุกคนคิดว่าอยู่ในระดับดี
รูปแบบของการวางหน้าจอเหมาะสมดี นักเรียนส่วนใหญ่คิดว่ามีสีสันสวยงามทำให้น่าอ่าน
4. เนื้อหาและลำดับของเนื้อหาของบทเรียน เรียงลำดับได้เหมาะสม เข้าใจง่าย
5. ความชัดเจนของข้อความและอักษรบนหน้าจอ มีความชัดเจนดี อ่านง่าย

6. ข้อคำถามหรือคำสั่งมีความชัดเจนและเหมาะสมนักเรียนส่วนใหญ่คิดว่า มีความชัดเจนและเหมาะสมดี นักเรียนบางส่วนคิดว่าในบางจุดควรมีตัวอย่างประกอบ

7. ภาพในบทเรียนน่าสนใจและสื่อความหมายได้ นักเรียนส่วนใหญ่คิดว่า มีความชัดเจนดี ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น

8. นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนมาก

9. นักเรียนส่วนใหญ่คิดว่าสามารถใช้บทเรียนและเข้าถึงกิจกรรมต่าง ๆ ของบทเรียนด้วยตนเอง รวมทั้งสามารถทำความเข้าใจกับเนื้อหาของบทเรียนได้ แม้ไม่เคยเรียนมาก่อน

10. นักเรียนคิดว่าการโต้ตอบของแบบทดสอบต่อการตอบสนองของผู้เรียนมีความเหมาะสมและน่าสนใจมาก

11. ข้อเสนอแนะในการใช้บทเรียนบทเรียนพบว่า ควรเพิ่มตัวอย่างในเนื้อหามากขึ้น ผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะของนักเรียนมาปรับปรุงแก้ไขในบทเรียนแบบออนไลน์ เรื่อง ฟังก์ชัน จากทดสอบกลุ่มย่อย จำนวน 14 คน ได้ประสิทธิภาพ 75.72/75.24 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ดังตารางที่ 8 (รายละเอียดใน ภาคผนวก ข)

ตารางที่ 8 ประสิทธิภาพของบทเรียนแบบออนไลน์และคู่มือการใช้ เรื่อง ฟังก์ชัน จากการทดลองใช้กับจำนวน 14 คน

ทดลองเชิงปฏิบัติการ	คะแนนรวม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$)	ร้อยละ
คะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียน (E_1)	200	151.44	75.72
คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (E_2)	30	22.57	75.24

1.3 การทดลองขั้นทดสอบเชิงปฏิบัติการ

การทดลองขั้นทดลองเชิงปฏิบัติการ ทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีประเสริฐศิลป์ จำนวน 2 กลุ่ม โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนแบบปกติและกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนแบบออนไลน์ เรื่อง ฟังก์ชัน ผู้วิจัยได้นำบทเรียนแบบออนไลน์ เรื่อง ฟังก์ชัน ที่ได้ทำการแก้ไขปรับปรุงเรียบร้อยแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนและสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนพบว่านักเรียนมีความสนใจในบทเรียนเป็นอย่างดีมีความสนุกสนานกับการเรียนด้วยบทเรียนแบบออนไลน์ เรื่อง ฟังก์ชัน

จากผลการทดลองได้ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 77.57 และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 78.44 ซึ่งได้ประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 75/75 ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับสมมติฐาน ข้อที่ 1 (รายละเอียดใน ภาคผนวก ข)

ตารางที่ 9 แสดงผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนสำหรับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เป็นกลุ่มทดลอง

ทดลองเชิงปฏิบัติการ	คะแนนรวม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$)	ร้อยละ
คะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียน (E_1)	200	155.15	77.57
คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (E_2)	30	23.53	78.44

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

ตารางที่ 10 แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนนักเรียน (คน)	คะแนนเต็ม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน ($S.D.$)
กลุ่มควบคุม	33	30	13.73	3.50
กลุ่มทดลอง	30	30	23.53	3.75

จากตารางที่ 10 พบว่า นักเรียน 33 คนในกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนปกติมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 13.73 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.50 นักเรียน 30 คน ในกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยวิธีการสอนโดยใช้บทเรียนแบบออนไลน์ เรื่อง ฟังก์ชัน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 23.53 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.53 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีการกระจายใกล้เคียงกัน (รายละเอียดใน ภาคผนวก ข)

4. ทดสอบสมมติฐานของการวิจัย โดยมีขั้นตอนดังนี้

4.1 ทดสอบค่าความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยใช้ Levene's Test

ตารางที่ 11 ผลการทดสอบค่าความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนนักเรียน (คน)	ค่า สถิติ (F)	ค่า Significance
กลุ่มควบคุม	33	0.265	0.608
กลุ่มทดลอง	30		

จากตารางที่ 11 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีค่า Significance มากกว่าค่าระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่าค่าความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (รายละเอียดใน ภาคผนวก ค)

4.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง โดยใช้การทดสอบ t -test แบบอิสระ กรณีความแปรปรวนเท่ากัน

ตารางที่ 12 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนนักเรียน (คน)	ค่าสถิติ (t)	ค่า Significance (2 – tailed)
กลุ่มควบคุม	33	10.734	0.000
กลุ่มทดลอง	30		

จากตารางที่ 12 พบว่า ค่า Significance (2 – tailed) น้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รายละเอียดใน ภาคผนวก ค)