

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกัน  
ระบบไฟฟ้า หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า  
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ENTITLED LIGHTNING  
PROTECTION SYSTEM OF POWER SYSTEM PROTECTION COURSE  
FOR BACHELOR OF SCIENCE IN ELECTRICAL TECHNOLOGY AT  
PHETCHABURI RAJABHAT UNIVERSITY



วิชานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาด้านหลักสูตรปริญญาตรีอุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าอุตสาหกรรม

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2551

KMITL-2008-ED-M-231-078

**สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง**

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกัน  
ระบบไฟฟ้า หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า  
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ENTITLED LIGHTNING  
PROTECTION SYSTEM OF POWER SYSTEM PROTECTION COURSE  
FOR BACHELOR OF SCIENCE IN ELECTRICAL TECHNOLOGY AT  
PHETCHABURI RAJABHAT UNIVERSITY



ราเชณ คณะนา

RACHAIN KANANA

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน.....82905  
วัน,เดือน,ปี..... 25 ก.ค. 2551

.b.....
.i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร  
บัณฑิตวิทยาลัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์โดย สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่ให้ใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา พ.ศ. 2551 อนึ่งถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KMITL-2008-ED-M-231-078

**COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ENTITLED LIGHTNING  
PROTECTION SYSTEM OF POWER SYSTEM PROTECTION COURSE  
FOR BACHELOR OF SCIENCE IN ELECTRICAL TECHNOLOGY AT  
PHETCHABURI RAJABHAT UNIVERSITY**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION  
IN ELECTRICAL COMMUNICATIONS ENGINEERING  
SCHOOL OF GRADUATION STUDIES**

**KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น การนำเอกสารนี้ไปใช้  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และ 2008 อย่างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**KMITL-2008-ED-M-231-078**



**COPYRIGHT 2008** เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเขตลิขสิทธิ์สงวนเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้  
**SCHOOL OF GRADUATE STUDIES**  
**KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

บัณฑิตวิทยาลัย  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า  
หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า มหาวิทยาลัยราชภัฏ  
เพชรบุรี

Computer Assisted Instruction Entitled Lightning Protection System of  
Power System Protection Course for Bachelor of Science in Electrical  
Technology at Phetchaburi Rajabhat University

ชื่อนักศึกษา

นายราเชณ ณะนา

รหัสประจำตัว

47065457

ปริญญา

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชา

วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ผศ.ดร.ธีระพล

เทพหัสติน ณ อรุณา

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ดร.สมชาย

หมื่นสายญาติ

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รศ.วิสุทธิ สุนทรกนกพงศ์	
ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสติน ณ อรุณา	
ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ	
รศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์	
รศ.ดร.กัลยาณี จิตต์การุณย์	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 11 มีนาคม 2551 เวลา 13.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ห้องสมาคมศิษย์เก่าบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำออกจำหน่ายหรือใช้  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิง (รศ.ดร.วิวัฒน์ ชินะตระกูล) นำไปใช้

วันที่.....6.....เดือน.....พฤษภาคม.....พ.ศ.2551.....

หัวข้อวิทยานิพนธ์

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า  
วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า หลักสูตรวิทยาศาสตร  
บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า มหาวิทยาลัยราชภัฏ  
เพชรบุรี

ชื่อนักศึกษา

นายราเชน คณະนา

รหัสประจำตัว

47065457

ปริญญา

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชา

วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ

### บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนระหว่างการเรียนวิธีปกติด้วยคู่มือครูกับการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ที่ลงทะเบียนเรียน วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 5574405 ในภาคเรียนที่ 2/2550 จำนวน 40 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มควบคุม ซึ่งเรียนวิธีปกติด้วยคู่มือครู จำนวน 20 คน และกลุ่มทดลองเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า จำนวน 20 คน ซึ่งมีผลการเรียนตาม เกรดเฉลี่ยสะสม (GPA) เก่ง ปานกลาง อ่อน ทั้ง 2 กลุ่มเท่าๆ กัน เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยประกอบด้วย 1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การป้องกันระบบฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและ 4) คู่มือครู สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วย  $\bar{X}$ , S.D. และ t-test independent สำหรับเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลการวิจัย พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ 82.75/80.75 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ระหว่างการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับการเรียนวิธีปกติด้วยคู่มือครู พบว่า คะแนนเฉลี่ยจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ( $\bar{X} = 33.05$ , S.D. = 0.99) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยจากการเรียนวิธีปกติด้วยคู่มือครู ( $\bar{X} = 23.05$ , S.D. = 3.67) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

<b>Thesis Title</b>	Computer Assisted Instruction Entitled Lightning Protection System of Power System Protection Course for Bachelor of Science in Electrical Technology at Phetchaburi Rajabhat University
<b>Student</b>	Mr. Rachain Kanana
<b>Student ID.</b>	47065457
<b>Degree</b>	Master of Science in Industrial Education
<b>Program</b>	Electrical Communications Engineering
<b>Year</b>	2008
<b>Thesis Advisor</b>	Assist. Prof. Dr. Threraphon Thaphasadin Na Ayuthya
<b>Thesis Co-Advisor</b>	Dr. Somchai Maunsaiyat

### ABSTRACT

The purposes of this research were to develop, to find the efficiency of Computer Assisted Instruction entitled Lightning Protection System of Power System Protection Course, and to compare learning achievement between learning by normal teaching tool, and learning by Computer Assisted Instruction. The sample of this study were the undergraduate students from the Electrical Technology Division, Phetchaburi Rajabhat University. They were divided into two groups. The first group consisted of 20 for normal teaching tool and the second group consisted of 20 for learning by Computer Assisted Instruction. According to the Grade Point Average (GPA), they were excellent level, good level, and fair level from both groups. Instrument of this research were : 1) Computer Assisted Instruction entitled Lightning Protection System of Power System Protection Course, 2) The academic achievement test, 3) experts quality evaluation form, and 4) The normal teaching tool. Statistics of this research were  $\bar{X}$  (mean), S.D. (standard deviation), and t-test for independent variables.

The results revealed that the instruction had the efficiency of 82.75/80.75 which was higher than the criterion 80/80. Comparison between learning achievement between learning by Computer Assisted Instruction and normal teaching tool revealed that the total score for learning achievement by Computer Assisted Instruction ( $\bar{X} = 33.05$ , S.D. = 0.99) was higher than the learning achievement by normal teaching tool ( $\bar{X} = 23.05$ , S.D. = 3.67) at the level significant at .05.

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดีด้วยความอนุเคราะห์จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำ ในการแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆ ในการทำวิจัยด้วยความเอาใจใส่เสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้อันก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้า เพื่อเป็นข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์ จนประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณอาจารย์ นักศึกษา คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์ ในการทำการทดลองเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยครั้งนี้ จนประสบผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณอาจารย์ นักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง ที่ให้ความอนุเคราะห์ ในการทดลองเพื่อหาข้อบกพร่องของเครื่องมือ ที่ใช้ในงานวิจัย ซึ่งผลให้เกิดการแก้ไขปรับปรุงจนเป็นวิทยานิพนธ์ที่สมบูรณ์ขึ้นได้

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และ พี่ๆ ทุกคนในครอบครัวที่เป็นกำลังใจผลักดันให้ผู้วิจัยมีกำลังใจในการทำงานวิจัยครั้งนี้ จนประสบความสำเร็จ รวมถึงเพื่อนๆ ที่มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ตลอดจนหลายๆท่าน ที่ไม่ได้เอ่ยนามในที่นี้ ซึ่งให้ความช่วยเหลือเอาใจใส่ สนับสนุนข้อมูลทุกๆด้านในการวิจัยได้เป็นอย่างดี จึงขอขอบคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

ความดี หรือประโยชน์ ใดๆ ที่สามารถเกิดจากวิทยานิพนธ์นี้ ขอมอบแต่ บิดา มารดา ครู-อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

ราเชน คณนะนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	II
กิตติกรรมประกาศ .....	III
สารบัญ .....	IV
สารบัญตาราง .....	VI
สารบัญภาพ .....	VIII
<b>บทที่ 1 บทนำ</b> .....	<b>1</b>
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย .....	2
1.3 สมมติฐานของการวิจัย .....	2
1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย .....	3
1.5 ขอบเขตของการวิจัย .....	3
1.6 นิยามคำศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย .....	5
<b>บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b> .....	<b>7</b>
2.1 หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเทคโนโลยีไฟฟ้า .....	7
2.2 การเกิดฟ้าผ่าและระบบป้องกันฟ้าผ่า .....	9
2.3 ทฤษฎีการสอนของโรเบิร์ต กาย่ (Robert Gagne') .....	20
2.4 การวิจัยเชิงทดลอง .....	29
2.5 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน .....	33
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	38
<b>บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย</b> .....	<b>41</b>
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง .....	41
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	42
3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย .....	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.4 การหาประสิทธิภาพและการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน .....	53
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล .....	55
<b>บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....</b>	<b>59</b>
4.1 ผลการวิเคราะห์การสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า.....	59
4.2 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ระหว่างการเรียนด้วยวิธีปกติด้วยคู่มือครูกับการเรียนด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า .....	60
<b>บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ .....</b>	<b>61</b>
5.1 สรุปผลการวิจัย .....	61
5.2 อภิปรายผลการวิจัย .....	64
5.3 ข้อเสนอแนะ .....	67
<b>บรรณานุกรม .....</b>	<b>69</b>
<b>ภาคผนวก .....</b>	<b>71</b>
ภาคผนวก ก. หนังสือราชการ.....	72
ภาคผนวก ข. รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ.....	82
ภาคผนวก ค. การวิเคราะห์ข้อมูล .....	84
ภาคผนวก ง. แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	104
ภาคผนวก จ. แบบทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพ .....	109
ภาคผนวก ฉ. ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า.....	122
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้	127

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 เนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า.....	8
3.1 การวิเคราะห์เนื้อหาตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบ ป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า.....	43
4.1 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามเกณฑ์ 80/80 .....	59
4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับ การเรียนวิธีปกติด้วยคู่มือครู.....	60
ค.1 เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน.....	85
ค.2 เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน.....	86
ค.3 เฉลยแบบทดสอบท้ายบทเรียน ( $E_1$ ).....	87
ค.4 เฉลยแบบทดสอบหลังเรียนครบทุกบทเรียน ( $E_2$ ).....	88
ค.5 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิง พฤติกรรม ของแบบทดสอบท้ายบทเรียน( $E_1$ ) จำนวน 4 บทเรียน.....	89
ค.6 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ของ แบบทดสอบหลังเรียนครบทุกบทเรียน( $E_2$ ).....	91
ค.7 ค่าความยากง่าย (p)ค่าอำนาจจำแนก(r) ของแบบทดสอบท้ายบทเรียน จำนวน 4 บทเรียน บทเรียนละ 10 ข้อ โดยมีผู้ทำแบบทดสอบจำนวน 30 คน .....	93
ค. 8 ค่าความยากง่าย (p)ค่าอำนาจจำแนก(r) ของแบบทดสอบหลังเรียนครบทุกบทเรียน จำนวน 40 ข้อ โดยมีผู้ทำแบบทดสอบจำนวน 30 คน.....	95
ค. 9 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (KR20).....	97
ค.10 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบ ป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้าจากผู้ทรงคุณวุฒิ.....	98
ค.11 ผลการประเมินคุณภาพด้านการผลิตสื่อของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบ ป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบ ไฟฟ้าจากผู้ทรงคุณวุฒิ.....	99
ค.12 ผลการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน( $E_1$ ) ทั้ง 4 บทเรียน และ แบบทดสอบหลังเรียน ( $E_2$ ) เพื่อหาข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในครั้งที่ 1.....	100
ค.13 ผลการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน( $E_1$ ) ทั้ง 4 บทเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน ( $E_2$ ) เพื่อหาข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในครั้งที่ 2.....	100

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ก.14 ผลการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน( $E_1$ ) ทั้ง 4 บทเรียน และ แบบทดสอบหลังเรียน ( $E_2$ ) เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	101
ก.15 ผลการทำแบบทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (กลุ่มทดลอง) จำนวน 20 คน .....	102
ก.16 ผลการทำแบบทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษาที่เรียนวิธีปกติด้วยคู่มือครู (กลุ่มควบคุม) จำนวน 20 คน .....	102
ก.17 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติ t-test independent โดยโปรแกรม SPSS ( $\alpha = 0.05$ ) โดยการนำผลคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของทั้ง 2 กลุ่ม .....	103



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 การแยกประจุบวกและประจุลบบนก้อนเมฆ .....	10
2.2 ประจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นที่ก้อนเมฆก่อนเกิดฟ้าผ่า .....	11
2.3 ขั้นตอนการเกิดฟ้าผ่า.....	12
2.4 ระยะฟ้าผ่าจากการเกิดฟ้าผ่า.....	13
2.5 แรงกระทำที่เกิดขึ้นเนื่องจากกระแสและสนามแม่เหล็ก .....	14
2.6 สัญญาณอิมพัลส์ 1.2/50 แรงดันไฟกระชอก.....	15
2.7 ระบบป้องกันฟ้าผ่าของระบบสื่อสาร .....	16
2.8 การติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่าแบบฟาราเดย์มีมุมป้องกัน 45 องศา .....	17
2.9 หัวล่อฟ้าแบบฟาราเดย์ .....	18
2.10 หัวล่อฟ้าแบบ Early Streamer Emission.....	18
3.1 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการ ป้องกันระบบไฟฟ้า.....	47
3.2 ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการ ป้องกันระบบไฟฟ้า.....	51
3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมิน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า.....	53
ฉ.1 หน้าแรกของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกัน ระบบไฟฟ้า.....	123
ฉ.2 หน้าคำแนะนำแสดงขั้นตอนการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน .....	123
ฉ.3 หน้าสำหรับกรอกข้อมูลส่วนตัวของผู้เรียน .....	124
ฉ.4 หน้าหลักของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกัน ระบบไฟฟ้า.....	124
ฉ.5 การทำงานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนขณะเรียนมีภาพเคลื่อนไหว .....	125
ฉ.6 การทำงานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนขณะเรียน.....	125
ฉ.7 แบบฝึกหัดท้ายบทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน .....	126
ฉ.8 ผลคะแนนที่ได้หลังจากทำแบบทดสอบ.....	126

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



โดยมีจุดประสงค์หลักในการพัฒนาสื่อ การสอน คือ เพื่อเพิ่มศักยภาพในการเรียนการสอนให้ เกิดประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อขยายโอกาสทางการศึกษาไปสู่ผู้เรียน โดยไม่มีข้อจำกัดเรื่องบุคลากร ทางการศึกษา สถานที่ และเวลา บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเป็นอีกรูปแบบหนึ่ง ของสื่อการเรียน การสอนคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้น เพื่อจุดประสงค์ ในการเสริมความเข้าใจ ให้กับผู้เรียน โดย เจาะประเด็นในเรื่องที่การเรียนในห้องเรียน ไม่สามารถอธิบายและทำความเข้าใจในเรื่องนั้นๆ อย่าง เป็นรูปธรรมได้ การใช้สื่อที่เป็นภาพเคลื่อนไหวและภาพนิ่งสอดแทรกเข้าไปในสื่อการเรียน การสอน ในลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์จึงสามารถทำความเข้าใจให้ผู้เรียน ได้ชัดเจนและเป็น รูปธรรมมากกว่า

จากความสำคัญปัญหาและแนวทางในการแก้ไขปัญหาดังกล่าวเบื้องต้นแล้วนั้น ผู้วิจัยจึง เห็นควรสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า ขึ้น ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการเสริมสร้างทักษะความรู้และความเข้าใจ ให้กับนักศึกษาที่เรียนวิชา การป้องกันระบบไฟฟ้า ให้เกิดความรู้ที่สามารถนำไปใช้ปฏิบัติงานได้อย่างเป็นรูปธรรมมากกว่า การศึกษาเพียงทฤษฎีอย่างเดียว

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกัน ฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ระหว่างการเรียนวิธีปกติด้วยคู่มือ กับการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบ ไฟฟ้า ของนักศึกษาชั้นปีที่ 4 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

## 1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ( $E_1/E_2$ )

1.3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนระหว่างการเรียนด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย สอน กับการเรียนวิธีปกติด้วยคู่มือครู เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า ของ นักศึกษาชั้นปีที่ 4 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า มหาวิทยาลัยราชภัฏ เพชรบุรี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เอกสารนี้เป็นเอกสารทบทวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้า ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.4 กรอบความคิดที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยเรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า” ผู้วิจัยได้กรอบแนวคิดและทฤษฎีหลักในการเรียนการสอนของ โรเบิร์ต กาเย่ จำนวน 9 ขั้นตอนของการเรียนรู้ดังนี้ (รุจโรจน์ แก้วอุไร, (2545), [Internet] <http://www.krufon.pongppk.ac.th/gaye.htm>)

1. เร่งเร้าความสนใจ ( Gain Attention ) เพื่อกระตุ้นและจูงใจผู้เรียน
2. บอกวัตถุประสงค์ ( Specify Objective ) ในการเรียนเพื่อให้ผู้เรียนรู้ล่วงหน้า
3. ทบทวนความรู้เดิม ( Activate Prior Knowledge ) เพื่อเตรียมพร้อมในการรับเนื้อหาใหม่
4. นำเสนอเนื้อหาใหม่ ( Present New Information ) เป็นการนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบใหม่
5. ชี้แนะแนวทางการเรียนรู้ (Guide Learning ) เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้และประสบการณ์เดิมรวมกับความรู้ใหม่
6. กระตุ้นการตอบสนองของบทเรียน ( Elicit Response ) เพื่อให้ผู้เรียนร่วมทำกิจกรรมต่างๆ
7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ ( Provide Feedback ) เป็นการเร่งความสนใจของผู้เรียน
8. ทดสอบความรู้ใหม่ ( Assess Performance ) เป็นการประเมินผลการเรียนรู้
9. สรุปและนำไปใช้ ( Review and Transfer ) นำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้งานต่อไป

## 1.5 ขอบเขตของการวิจัย

### 1.5.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ที่ลงทะเบียนเรียน วิชา การป้องกันระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 5574405 ในภาคเรียนที่ 2/2550 จำนวน 43 คน

### 1.5.2 กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในงานวิจัย มี 4 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 หมายถึง นักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ศูนย์การศึกษาจังหวัดนครปฐม ที่ผ่านการเรียน วิชา การป้องกันระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 5574405 มาแล้ว ในภาคเรียนที่ 1/2550 จำนวน 30 คน สำหรับหาคุณภาพของแบบทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่กลุ่มที่ 2 หมายถึง นักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า คณะวิทยาศาสตร์ การค้า  
ไม่ว่าการและเทคโนโลยี่ มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง ที่ไม่เคยเรียน วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า

รหัสวิชา 5574405 มาก่อน จำนวน 9 คน โดยมีผลการศึกษา เก่ง ปานกลาง และอ่อน เท่าๆ กันเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กลุ่มที่ 3 หรือ กลุ่มทดลอง ประกอบด้วย นักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ที่ลงทะเบียนเรียน วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 5574405 ในภาคเรียนที่ 2/2550 จำนวน 20 คน ที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา

กลุ่มที่ 4 หรือ กลุ่มควบคุม ประกอบด้วย นักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ที่ลงทะเบียนเรียน วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 5574405 ในภาคเรียนที่ 2/2550 จำนวน 20 คน เรียนวิธีปกติด้วยคู่มือครูจากอาจารย์ผู้สอนเพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### 1.5.3 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรต้น ประกอบด้วย กลุ่มทดลอง หมายถึง นักศึกษาที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า และกลุ่มควบคุม หมายถึง นักศึกษาที่เรียนโดยวิธีปกติด้วยคู่มือครูจากอาจารย์ผู้สอน

ตัวแปรจัดกระทำ หมายถึง การเรียนโดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและการเรียนวิธีปกติด้วยคู่มือครู เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า

ตัวแปรตาม หมายถึง ประสิทธิภาพและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนโดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และการเรียนวิธีปกติด้วยคู่มือครูจากอาจารย์ผู้สอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า

1.5.4 เนื้อหาวิชาที่นำมาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ประกอบด้วย 4 บทเรียน

#### 1.5.4.1 กระบวนการเกิดฟ้าผ่า

- 1) กระบวนการเกิดฟ้าผ่า
- 2) ลักษณะของการเกิดฟ้าผ่า
- 3) ระยะฟ้าผ่า

#### 1.5.4.2 ผลกระทบจากการเกิดฟ้าผ่า

- 1) สัญญาณไฟกระชอกเนื่องจากเกิดฟ้าผ่า
- 2) ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากฟ้าผ่า
- 3) ย่านปลอดภัยจากฟ้าผ่า

#### 1.5.4.3 การป้องกันฟ้าผ่า

- 1) การป้องกันฟ้าผ่าสำหรับระบบส่งจ่ายไฟฟ้ากำลัง
- 2) การป้องกันฟ้าผ่าสำหรับอาคาร สิ่งก่อสร้าง และสิ่งมีชีวิต
- 3) อุปกรณ์ในระบบป้องกันฟ้าผ่า

#### 1.5.4.4 การออกแบบและการติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่า

- 1) การออกแบบระบบป้องกันฟ้าผ่า
- 2) การติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่า

### 1.6 คำนิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1.6.1 วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า เป็นวิชาที่เปิดสอนในหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี มีรหัสวิชา 5574405 สอนทฤษฎี 3 คาบ จำนวน 3 หน่วยกิต

1.6.2 ระบบป้องกันฟ้าผ่า เป็น 1 ในหัวข้อของเนื้อหาที่อยู่ในวิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวกับ ระบบป้องกันอันตรายจากการเกิดฟ้าผ่า ที่เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติ สำหรับสิ่งมีชีวิต ระบบไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ ระบบส่งจ่ายไฟฟ้า และระบบสื่อสาร เนื่องจากรูปแบบและขนาดของไฟฟ้าที่ผิดปกติ หรือ ไฟกระชอก (Surge) เนื่องจากการเกิดฟ้าผ่า

1.6.3 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง บทเรียน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า ที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อหลัก มีการนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนด้วยตัวหนังสือ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียง บทเรียนบรรจุไว้ในแผ่น CD หรือ Hard Disk เพื่อสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

1.6.4 คู่มือครู หมายถึง เอกสาร หนังสือของอาจารย์ผู้สอนที่ใช้ในการเรียนการสอน โดยวิธีปกติ ในวิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 5574405 ประกอบด้วย แผนการสอน เอกสารคำสอน แบบฝึกหัดท้ายบท และเนื้อหาครอบคลุม เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า

1.6.5 ประสิทธิภาพ หมายถึง ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ตามเกณฑ์ 80/80 โดย

80 ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพระหว่างกระบวนการเรียน ได้จากคะแนนที่นักศึกษาทำแบบทดสอบเมื่อเรียนจบในแต่ละบทเรียน ได้ค่าเฉลี่ยถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ 80 วน ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพหลังกระบวนการเรียน ได้จากคะแนนที่นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังเรียนจบทุกบทเรียนแล้ว ได้ค่าเฉลี่ยถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 80 วนนำไปใช้

1.6.6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนโดย  
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สูงกว่านักศึกษาที่เรียนวิธีปกติด้วยคู่มือครูจากอาจารย์ผู้สอน

1.6.7 กลุ่มควบคุม หมายถึง นักศึกษาที่เรียนวิธีปกติด้วยคู่มือครูจากอาจารย์ผู้สอน

1.6.8 กลุ่มทดลอง หมายถึง นักศึกษาที่เรียนโดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง  
ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า

1.6.9 โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง โปรแกรม  
ที่เป็นเครื่องมือในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ประกอบด้วยโปรแกรมต่างๆ เช่น  
Macromedia Flash 8, Macromedia Fireworks 8, Cool Edit Pro.2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี มีดังนี้

2.1 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต พุทธศักราช 2543 สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า

2.2 การเกิดฟ้าผ่าและระบบป้องกันฟ้าผ่า

2.3 ทฤษฎีการสอนของโรเบิร์ต กาย์ (Robert Gagne')

2.4 การวิจัยเชิงทดลอง

2.5 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต พุทธศักราช 2543 สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า

2.1.1 แผนการสอนรายวิชา

ชื่อวิชา การป้องกันระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 5574405 ทฤษฎี 3 คาบ จำนวน 3 หน่วยกิต ระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า

2.1.2 คำอธิบายรายวิชา

ปัญหาทั่วไปใน ระบบป้องกันเมื่อลัดวงจร การกำหนดค่ารีแอกแตนซ์ หลักการและคุณสมบัติของวงจรเบรกเกอร์ ฟิวส์ รีเลย์ การป้องกันระบบจ่าย ระบบส่ง และเครื่องมือ อุปกรณ์ จากฟ้าผ่า แรงดันเกิน กระแสรั่วไหลลงดินและลัดวงจร

2.1.3 จุดประสงค์การเรียนรู้ของวิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า

2.1.3.1 เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ ความเข้าใจใน เรื่อง การป้องกันระบบไฟฟ้า

2.1.3.2 เพื่อให้ นักศึกษาสามารถคำนวณและออกแบบระบบป้องกันไฟฟ้าได้

2.1.3.3 เพื่อให้ นักศึกษาสามารถนำความรู้ไปเลือกใช้อุปกรณ์การป้องกันในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี หากมีข้อผิดพลาดประการใด  
ไม่ว่ากรณีไฟฟ้าได้อย่างเหมาะสม ให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 2.1.4 หน่วยการสอน

- หน่วยที่ 1 ปัญหาทั่วไปในระบบ
- หน่วยที่ 2 มาตรฐานระบบป้องกันโดยทั่วไป
- หน่วยที่ 3 หน้าที่ของอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน
- หน่วยที่ 4 คุณสมบัติของฟิวส์ และรีเลย์
- หน่วยที่ 5 กระแสเกินไหลด
- หน่วยที่ 6 กระแสลัดวงจร
- หน่วยที่ 7 อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน
- หน่วยที่ 8 Overcurrent Release และ Overcurrent Relay
- หน่วยที่ 9 การกำหนดค่ารีเลย์แอกแตนซ์
- หน่วยที่ 10 ระบบป้องกันฟ้าผ่าและการต่อลงดิน
- หน่วยที่ 11 การป้องกันอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยใช้หลักการทางอุณหภูมิจ
- หน่วยที่ 12 เซอร์คิตเบรกเกอร์

ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ซึ่งมีความสอดคล้องกับหน่วยการเรียนที่ 10 ระบบป้องกันฟ้าผ่าและการต่อลงดิน

#### 2.1.5 เนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่นำมาสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

หลังจากทำการศึกษายบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี จะทำให้เกิดความรู้ด้านเนื้อหาในแต่ละบทที่ทำการศึกษาดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.1 เนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

เนื้อหา	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
<b>1. กระบวนการเกิดฟ้าผ่า</b> 1.1 กระบวนการเกิดฟ้าผ่า 1.2 ลักษณะของการเกิดฟ้าผ่า 1.3 ระยะฟ้าผ่า	สามารถอธิบายถึงกระบวนการเกิดฟ้าผ่าได้ สามารถจำแนกชนิดของการเกิดฟ้าผ่าได้ สามารถบอกถึงระยะฟ้าผ่าได้
<b>2. ผลกระทบจากการเกิดฟ้าผ่า</b> 2.1 สัญญาณไฟกระชอกเนื่องจากเกิดฟ้าผ่า	สามารถอธิบายคุณลักษณะของสัญญาณไฟกระชอกเนื่องจากเกิดฟ้าผ่า

## ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

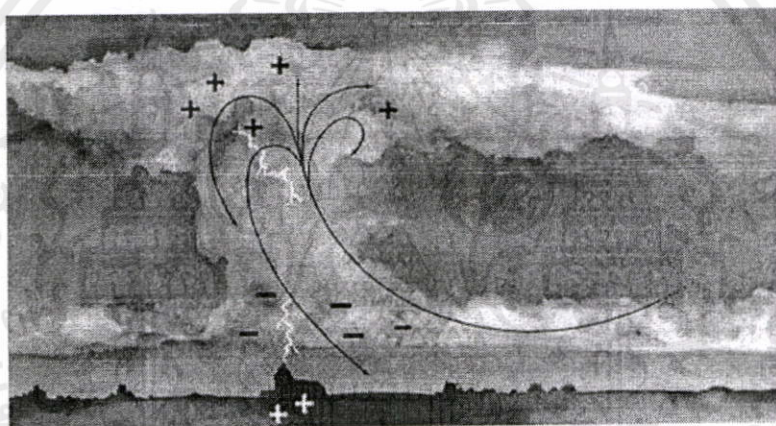
เนื้อหา	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
2.2 ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากฟ้าผ่า	สามารถอธิบายผลกระทบที่เกิดขึ้นโดยฟ้าผ่าในรูปแบบต่างๆได้
2.3 ย่านปลอดภัยจากฟ้าผ่า	สามารถบอกถึงพื้นที่ ปลอดภัยจากฟ้าผ่าได้
<b>3. การป้องกันฟ้าผ่า</b> 3.1 การป้องกันฟ้าผ่าสำหรับระบบส่งจ่ายไฟฟ้ากำลัง 3.2 การป้องกันฟ้าผ่าสำหรับอาคาร สิ่งก่อสร้างและสิ่งมีชีวิต 3.3 อุปกรณ์ในระบบป้องกันฟ้าผ่า	สามารถอธิบายสาเหตุและแนวทางการป้องกันฟ้าผ่าสำหรับระบบส่งจ่ายเนื่องจากฟ้าผ่าได้ สามารถอธิบายสาเหตุและแนวทางการป้องกันฟ้าผ่าสำหรับอาคาร สิ่งก่อสร้างและสิ่งมีชีวิต สามารถอธิบายหลักการทำงานของอุปกรณ์ในระบบป้องกันฟ้าผ่าได้
<b>4. การออกแบบและการติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่า</b> 4.1 การออกแบบระบบป้องกันฟ้าผ่า 4.2 การติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่า	สามารถออกแบบระบบป้องกันฟ้าผ่าในแต่ละรูปแบบตามลักษณะพื้นที่ได้ สามารถบอกถึงขั้นตอนในการติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่าได้

## 2.2 การเกิดฟ้าผ่าและระบบป้องกันฟ้าผ่า

ฟ้าผ่าเกิดขึ้นเมื่อเมฆที่มีประจุไฟฟ้าสูงๆ สะสมกันมากจนสามารถส่งกระแสกระโดดข้ามตัวกลางที่ไม่ใช่ตัวนำที่ดี คือ อากาศ ได้นับเป็นกิโลเมตร ตัวก่อให้เกิดฟ้าผ่าที่มีมากที่สุด คือ เมฆที่ทำให้เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง หรือ thunderstorm clouds ที่นักอุตุนิยมวิทยา เรียกว่า cumulonimbus (คิวมูโลนิมบัส) ฟ้าผ่าอาจเกิดขึ้นได้ในเมฆชนิดอื่นอยู่บ้าง แต่งานวิจัยแทบจะทั้งหมด เน้นศึกษาแต่เมฆเฉพาะกลุ่มนี้ เพราะมันอยู่ใกล้พื้น จึงสังเกตการณ์ได้ง่ายที่สุด และจะเป็นฟ้าผ่าพวกที่กระทบเรามากที่สุดด้วย นักฟิสิกส์ชาวเยอรมัน K. Berger เป็นผู้แรกที่จัดระบบฟ้าผ่า ตามแหล่งที่มาว่ามาจากก้อนเมฆหรือพื้นดิน ตามทิศทางการเดินทางว่าลงพื้นหรือขึ้นฟ้า ตามศักย์ไฟฟ้าของส่วนนำหน้าของสายฟ้าว่าเป็นประจุบวกหรือลบ ฯลฯ ในปี ค.ศ. 1978 กว่า 90 % ของฟ้าผ่า คือ ประจุลบจากเมฆลงพื้น ที่เป็นประจุบวกจากก้อนเมฆลงพื้นนั้นมีน้อยกว่า 10% เสียอีก ฟ้าผ่าที่เกิดจาก

กระแสไฟฟ้าโคจรจากพื้นขึ้นไปยังก้อนเมฆนั้น หายากมาก โดยมากมักจะเกิดในดึกที่สูงมากๆ หรือ บนยอดเขาสูงๆ

แม้ฟ้าผ่าจากก้อนเมฆสู่ก้อนเมฆ จะมีมากกว่าครึ่งของจำนวนฟ้าผ่าทั้งหมด แต่มันไม่มีผลต่อมนุษย์แต่อย่างใด ในขณะที่ ฟ้าที่ผ่าจากก้อนเมฆลงดิน ทำความเสียหายสร้างภัยพิบัติให้แก่มนุษย์ และทรัพย์สินเป็นจำนวนมาก เราจึงต้องศึกษาทำความเข้าใจฟ้าผ่าชนิดนี้เพื่อความปลอดภัยของเราเอง ความเข้าใจของเราเกี่ยวกับฟ้าผ่าชนิดลงดิน จึงมีมากกว่าชนิดที่โคจรจากเมฆสู่เมฆด้วยกัน ฟ้าผ่าก็คล้ายกับการดูดของไฟฟ้าสถิตย์ที่เราโดนในหน้าหนาวที่มีอากาศแห้ง ยิ่งถ้าเดินบนพรม หากยืนมือจะไปจับลูกบิดประตูหรือเปิดประตูด ๑๗๑ ก็มักจะโดนไฟดูดจนสะดุ้ง ก็เนื่องมาจากความต่างศักย์ของตัวเรากับสิ่งที่เราไปจับนั่นเอง ต่างกันก็เพียงแต่ความต่างศักย์ของเมฆกับพื้นนั้น มีมากกว่าที่เราโดนไฟดูดจากลูกบิดประตูเป็นล้านๆ เท่าทีเดียว

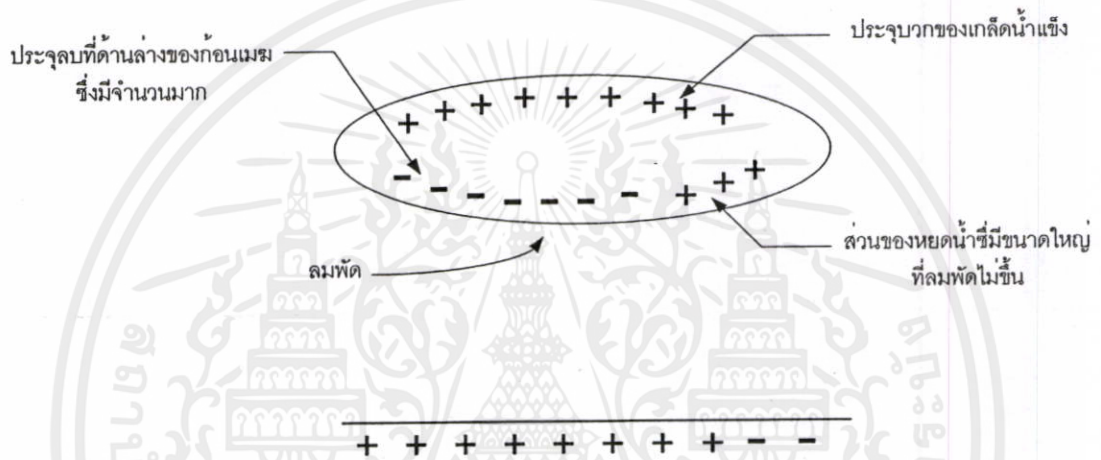


ภาพที่ 2.1 การแยกประจุบวกและประจุลบบนก้อนเมฆ

สาเหตุของการแยกตัวกันของประจุไฟฟ้าในก้อนเมฆ ก็ยังไม่เป็นที่เข้าใจได้ดึ้นัก อาจจะมิสาเหตุจากการที่เมฆคิวมิวโลนิมบัสนั้นเป็นลำสูงขึ้นไป พาดระหว่างชั้นบรรยากาศที่แตกต่างกันมาก ทั้งอุณหภูมิ ความกดดันของอากาศ และจากการปะทะของแรงลมจากกระแสร้อนและเย็นที่ต่างกัน ในชั้นเหนือขึ้นไป หยดน้ำก็จับตัวเป็นน้ำแข็ง ในขณะที่ชั้นล่างยังเป็นหยดน้ำอยู่ หยดน้ำที่รวมตัวเข้าจนหนักขึ้นหนักขึ้น จนไหลลงด้านล่างของก้อนเมฆ จะเกิดมีประจุลบ โดยสาเหตุใดเราก้ยังไม่เข้าใจดึ้นัก และการเกิดเกล็ดน้ำแข็งในส่วนบนของก้อนเมฆและการกระจายตัวต่างๆกันไป คงเป็นปัจจัยในการการแยกประจุไฟฟ้าภายในก้อนเมฆได้ แต่จะด้วยสาเหตุอันใดก็ตาม จากการศึกษาด้วยการถ่ายภาพมาหลายๆก็สามารถสรุปได้ว่า มีการแยกประจุขึ้นมา โดยด้านล่างของก้อนเมฆ จะมีอิเล็กตรอนไปออกันอยู่มาก ส่วนโปรตอนจะขึ้นไปออกันอยู่ด้านบน จึงทำให้ด้านบนมีแต่ประจุบวก ที่ฐานจึงมีศักย์เป็นลบ อิเล็กตรอนในพื้นที่ดินได้ก้อนเมฆที่มีฐานลอยต่ำนี้ ก็ถูกผลักออกไปหมด ทำให้พื้นดินได้ก้อนเมฆมีประจุไฟฟ้าบวกขึ้นมา ความต่างศักย์ที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้

กระแสไฟฟ้าว่าจะโคดมาหากัน แต่เนื่องจากอากาศเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ไม่สู้จะดี จึงต้องอาศัยความต่างศักย์สูงมาก นับเป็นล้านๆ ถึงพันล้าน โวลท์ กว่ากระแสไฟฟ้าจะโคดข้าม ถ่ายเทมาหากัน กลายเป็นฟ้าผ่าได้

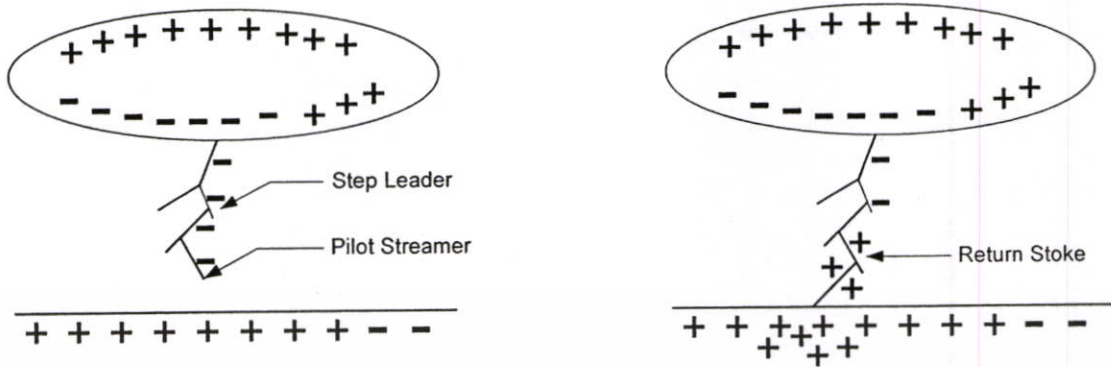
การเกิดประจุบนก้อนเมฆเกิดขึ้นเนื่องจากมีลมพัดเมฆเคลื่อนจากส่วนล่างของก้อนเมฆขึ้นไป ด้านบนที่เย็นมากจนเป็นเกล็ดน้ำแข็ง เกิดการเสียดสีของอากาศและหยดน้ำทำให้เกิดไฟฟ้าสถิตย์ โดย ส่วนมากทางด้านล่างของก้อนเมฆเป็นประจุลบและมีบางส่วนเป็นประจุบวกซึ่งมีประมาณ 10-15 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเกิดเนื่องจากหยดน้ำมีขนาดใหญ่เกินกว่าที่ลมจะพัดพาขึ้นไปได้ และส่วนบนของก้อนเมฆซึ่งห่างขึ้นไปด้านบนอาจเป็น 10 กิโลเมตรมีประจุเป็นบวก ดังแสดงในภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 ประจุไฟฟ้าเกิดขึ้นที่ก้อนเมฆก่อนเกิดฟ้าผ่า

เมื่อเกิดประจุที่ก้อนเมฆทำให้เกิดสนามไฟฟ้าระหว่างก้อนเมฆและดิน และถ้าสนามไฟฟ้าสูงมากเกินกว่าที่อากาศจะทนได้ก็เกิดการแตกตัวของอากาศและเปลี่ยนสภาพของอากาศจากฉนวนเป็นตัวนำและถ้าสนามไฟฟ้าสูงมาก การเกิดแตกตัวของอากาศก็ขยายตัวจนถึงภาคพื้นดิน และเกิดเป็นฟ้าผ่าถ้าฟ้าผ่าเริ่มเกิดจากประจุลบที่ด้านล่างของก้อนเมฆก็เรียกว่า ฟ้าผ่าลบ ถ้าฟ้าผ่าเริ่มเกิดจากประจุบวกซึ่งอยู่ด้านขวาของก้อนเมฆดังแสดงในภาพที่ 2.2 เรียกว่า ฟ้าผ่าบวก

เมื่อสนามไฟฟ้าใต้ก้อนเมฆเกินกว่าที่อากาศจะทนได้ (สนามไฟฟ้าวิกฤติใต้ก้อนเมฆประมาณ 10 kV/cm) ก็เกิดไอออไนเซชันดังแสดงในภาพที่ 2.3 ก. แต่เนื่องจากสภาพอากาศในแต่ละบริเวณมีความดันและอุณหภูมิไม่เท่ากัน ดังนั้น การเอื้ออำนวยต่อการเกิดไอออไนเซชันจึงต่างกัน ทำให้เห็นการเกิดการแตกตัวของอากาศเป็นเหมือนรากต้นไม้ดังภาพที่ 2.3 ข. ด้านหน้าของฟ้าผ่า เรียกว่า ฟ้าพ้านำทางหรือ Pilot Streamer และแต่ละแยกของฟ้าผ่า เรียกว่า Step Leader ช่วงดังกล่าวประจุบนก้อนเมฆจะเคลื่อนที่ลงมาไม่รวดเร็วนัก เกิดกระแสนอนไม่ก็ร้อยแอมแปร์ และช่วงนี้ยังไม่เห็นแสงหรือได้ยินเสียง



ก.)อากาศเริ่มเกิดไอออนในเซชัน

ข.)เกิดฟ้าผ่าที่สมบูรณ์

ภาพที่ 2.3 ขั้นตอนการเกิดฟ้าผ่า

เมื่อฟ้าผ่าลงถึงพื้นดินเกิดการรวมตัวกันอย่างรวดเร็วระหว่างประจุบวกและลบทำให้เกิดกระแสแรงมีทั้งแสงและเสียง กระแสเกิดขึ้นมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความเร็วในการเคลื่อนที่ของประจุ  $I = \frac{dq}{dt}$  การเคลื่อนที่ของประจุจากภาคพื้นดินเพื่อขึ้นไปรวมตัวกับประจุบนก้อนเมฆ เรียกว่า Return Stroke

การเกิดฟ้าผ่าลงมาและเกิด Return Stroke เรียกว่า เกิดฟ้าผ่าขึ้นลงหนึ่งรอบในทางความเป็นจริงฟ้าผ่าที่เกิดทั่วไปเฉลี่ยมีการเกิดฟ้าผ่าขึ้นลงเฉลี่ย 2-3 รอบ ต่อการเกิดฟ้าผ่าหนึ่งครั้ง ดังนั้น ที่เห็นฟ้าผ่าแต่ละครั้งนั้นความจริงมีการเกิดฟ้าผ่าขึ้นลง 2-3 รอบ และที่เคียววัดได้สูงสุดนั้นมีการเกิดฟ้าผ่าขึ้นลงทั้งหมด 42 เทียบต่อฟ้าผ่าหนึ่งครั้ง

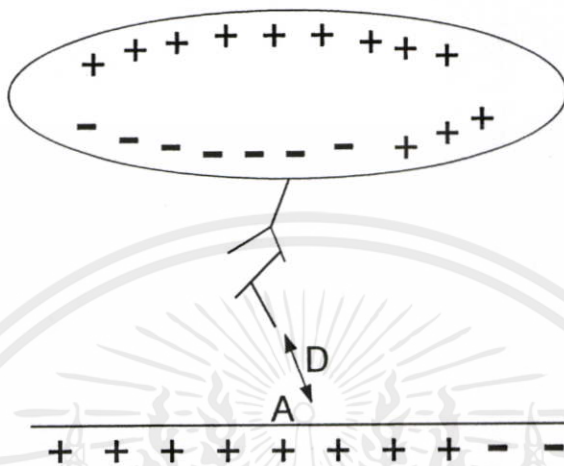
กระแสฟ้าผ่ามีขนาดมากหรือน้อยขึ้นกับจำนวนประจุบนก้อนเมฆ และขนาดกระแสฟ้าผ่าสูงสุดที่เคยมีการบันทึกไว้ประมาณสองแสนกว่าแอมแปร์ แต่กระแสฟ้าผ่าโดยเฉลี่ยที่เกิดขึ้นมีค่าประมาณ 10,000 – 20,000 แอมแปร์ และการนำกระแสฟ้าผ่ามาใช้ในการออกแบบฉนวนในระบบไฟฟ้ากำลังก็ใช้ค่าที่ 10,000 หรือ 20,000 แอมแปร์ แล้วแต่มาตรฐานหรือข้อกำหนดแต่ละประเทศ

ถ้ากระแสฟ้าผ่าที่เกิดขึ้นจริงมีค่าสูงเกินกว่า 20,000 แอมแปร์ ฉนวนในระบบไฟฟ้ากำลังมีโอกาสเสียหายได้ เพราะฉนวนในระบบถูกออกแบบโดยขึ้นกับกระแสฟ้าผ่าเฉลี่ยเท่านั้น แต่ถ้าจะออกแบบฉนวนให้ขึ้นกับกระแสฟ้าผ่าสูงๆ ก็ต้องลงทุนสูงมาก และความจริงกระแสฟ้าผ่าสูงมากๆ นั้นนานปีจึงเกิดขึ้นสักครั้งเท่านั้น ดังนั้น ถ้าเกิดกระแสฟ้าผ่าสูงมากเกิดขึ้นแล้วอุปกรณ์ไฟฟ้าเสียหายไปบางส่วนก็อาจจะคุ้มการลงทุนมากกว่าที่จะลงทุนอุปกรณ์ทุกชนิดให้ทนกระแสฟ้าผ่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.2.1. ระยะฟ้าผ่า (Striking Distance)

ระยะฟ้าผ่า หมายถึง ระยะที่วัดจากปลายฟ้าผ่าถึงจุดที่ภาคพื้นดินที่เริ่มเกิด คิสซาร์จ โดยทั่วไประยะฟ้าผ่ามีค่าในเกณฑ์เฉลี่ยประมาณ 30 – 100 เมตร



ภาพที่ 2.4 ระยะฟ้าผ่าจากการเกิดฟ้าผ่า

เมื่อเริ่มเกิดไอออโนเซชันจากก้อนเมฆลงมา จุดที่ฟ้าผ่าจะลงยังไม่แน่นอน จนกระทั่ง ฟ้าผ่าลงมาใกล้ภาคพื้นดินมากแล้วเกิดสนามไฟฟ้าสูงที่บริเวณภาคพื้นดิน อย่างเช่นที่ จุด A ใน ภาพที่ 2.4 ถ้าเริ่มเกิดคิสซาร์จเมื่อใด ระยะจากปลายฟ้าผ่าจนถึงจุด A เรียกว่า ระยะฟ้าผ่า

จากหลักการดังกล่าวข้างต้นทำให้ทราบว่าถ้าประจุที่ก้อนเมฆมีมาก ก็จะลงมาตามฟ้าผ่ามากทำให้เกิดสนามไฟฟ้าสูงที่ภาคพื้นดินได้ง่าย ดังนั้น ระยะฟ้าผ่าก็มีค่ามาก แต่ถ้าประจุบน ก้อนเมฆมีน้อยระยะฟ้าผ่าก็มีค่าน้อยด้วย ดังนั้น โดยทั่วไปกระแสฟ้าผ่าสูงทำให้ระยะฟ้าผ่าสูงมาก ด้วย

### 2.2.2. ความรุนแรงของฟ้าผ่า

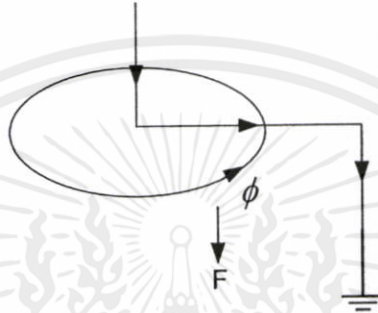
ความรุนแรงของฟ้าผ่าสามารถแยกออกได้ 3 แบบคือ

2.2.2.1 กระแส กระแสฟ้าผ่าสูงถือว่าอันตรายมาก เพราะถ้าไหลผ่านสิ่งมีชีวิตก็ ทำให้ตายได้ในทันที แต่ในบางกรณีฟ้าผ่าลงที่คนหรือสัตว์แล้วไม่ตายก็ยังสามารถอธิบายได้ดังนี้ กระแสฟ้าผ่าที่จะทำอันตรายคนและสัตว์และเสียชีวิตโดยทันที หมายถึง กระแสที่ไหลผ่านร่างกาย โดยตรง แต่กรณีที่กระแสฟ้าผ่าไหลผ่านผิวของร่างกายเนื่องจากผิวร่างกายเปียกชื้นและเป็นสื่อ ไฟฟ้าได้ดี กรณีดังกล่าว กระแสที่ไหลผ่านผิวของร่างกายเท่านั้นก็อาจไม่เสียชีวิตได้ ถ้าหากเป็น สัตว์ที่มีขนเวลาฟ้าผ่ามากกระแสฟ้าผ่าอาจไหลไปตามผิว คือ ผ่านตามขนลงดินเพราะบริเวณ

ปลายชนเป็นบริเวณที่มีประจุมากกันมาก ก็ทำให้สัตว์ไม่เสียชีวิตก็เป็นได้ การรอดชีวิตของคน และสัตว์ในกรณีดังกล่าวก็คงไม่บังควรที่จะเอาพระเจ้าหรือสิ่งศักดิ์สิทธิ์อะไรเข้ามาเกี่ยวข้อง

2.2.2.2 แรงกระทำ กระแสฟ้าผ่าทำให้เกิดแรงกระทำสูง ๆ ได้ แรงกระทำที่จะเกิดขึ้นมีได้ 2 อย่าง คือ

- 1) แรงกระทำที่เกิดเนื่องจากการขยายตัวของอากาศรอบๆ ถ้าฟ้าผ่าอย่างรวดเร็ว
- 2) แรงกระทำที่เกิดเนื่องจากการกระแสฟ้าผ่ากระทำกับสนามแม่เหล็ก



ภาพที่ 2.5 แรงกระทำที่เกิดขึ้นเนื่องจากกระแสและสนามแม่เหล็ก

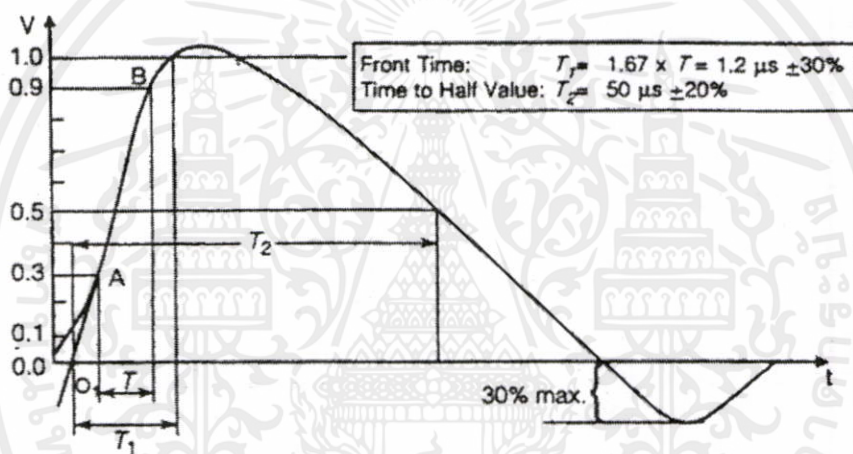
พิจารณาภาพที่ 2.5 กระแสฟ้าผ่าไหลผ่านลวดตัวนำที่ตั้งฉากกระแสในแนวตั้ง สร้างสนามแม่เหล็ก  $\phi$  ตั้งฉากกับกระแส ในแนวอนตามกฎมือขวา ของ Maxwell และทำให้เกิดแรงขึ้นตามทิศทาง ดังแสดงในรูป ตามกฎมือซ้าย คือ มีทิศทางลง เหตุผลดังกล่าวนี้เองที่เป็นข้อแนะนำหรือข้อห้ามว่าเมื่อติดตั้งสายนำกระแสฟ้าผ่าลงดิน ควรเดินดิ่งลงดินโดยตรงและไม่ควรหักฉาก

2.2.2.3 อุณหภูมิ กระแสฟ้าผ่าสูงทำให้อุณหภูมิของสายไฟที่รับกระแสฟ้าผ่าสูงขึ้นแต่อุณหภูมิดังกล่าวไม่น่าจะสูงพอที่จะทำให้วัตถุใกล้เคียงติดไฟได้ง่าย ถ้าหากไม่มีประกายไฟเกิดขึ้น การป้องกันไม่ให้เกิดประกายไฟ (เพราะอุณหภูมิที่เกิดเนื่องจากประกายไฟทำให้วัตถุใกล้เคียงโดยเฉพาะเชื้อเพลิงติดไฟได้ง่าย) สามารถทำได้โดยพยายามให้ความต้านทานของสายดินต่ำที่สุดเพราะถ้าความต้านทานสูงเมื่อมีกระแสฟ้าผ่าไหลผ่านทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าสูง และมีโอกาสเกิดสปาร์คไปหาวัตถุโดยเฉพาะ โลหะใกล้เคียงได้ง่าย

### 2.2.3 สัญญาณอิมพัลส์ 1.2/50

สัญญาณอิมพัลส์ 1.2/50 หมายถึง อิมพัลส์ที่มีเวลานำคลื่น 1.2 ไมโครวินาที โดยนับจากจุดเริ่มต้นจนถึงค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุด และมีเวลาหลังคลื่น 50 ไมโครวินาทีซึ่งหมายถึงเวลานับจากจุดเริ่มต้นจนถึงหลังคลื่นที่แรงดันไฟฟ้าลดลงเหลือ 50% ดังแสดงในภาพที่ 2.6

คลื่นแรงดันไฟฟ้าอิมพัลส์มาตรฐานเพื่อการทดสอบอาจแตกต่างกันไปเล็กน้อย แต่มาตรฐาน คลื่นแรงดันไฟฟ้ามาตรฐานที่ใช้กันได้แก่ 1.2/50 ไมโครวินาที เวลาที่นับหน้าคลื่น บางครั้งนับตั้งแต่เวลาที่แรงดันไฟฟ้ามีค่า 10% ถึงเวลาที่แรงดันไฟฟ้ามีค่า 90% แล้วคูณด้วย 1.25 หรืออาจนับตั้งแต่แรงดันไฟฟ้าค่าที่ 30% ถึงค่า 90% แล้วคูณด้วย 1.6 เป็นต้น ส่วนเวลาหน้าคลื่น และเวลาหลังคลื่นมักกำหนดให้มีค่าเบี่ยงเบนด้วย เช่น มาตรฐานอาจกำหนดให้หน้าคลื่น มีค่าเบี่ยงเบนได้  $\pm 30\%$  และหลังคลื่นอาจมีค่าเบี่ยงเบน  $\pm 20\%$  เป็นต้น ดังนั้น ถ้าค่าแรงดันไฟฟ้า มาตรฐานกำหนดไว้ 1.2 / 50 และกำหนดค่าเบี่ยงเบนดังตัวอย่างที่กล่าวไว้ อิมพัลส์ 1.25/60 ก็ยังถือว่าเป็นค่ามาตรฐานเพราะยังอยู่ในช่วง  $\pm 30\%$  ของเวลาหน้าคลื่น และ  $\pm 20\%$  ของเวลาหลัง คลื่น การกำหนดรูปร่างของคลื่นอิมพัลส์ด้วยเวลาหน้าคลื่นและหลังคลื่นนี้บางครั้งอาจไม่ได้บอก เวลา มา เช่น คลื่นอิมพัลส์ 1.1/50 ก็ถือว่าเป็นที่เข้าใจกันทั่วไปว่าเวลาที่ใช้เป็นไมโครวินาที



ภาพที่ 2.6 สัญญาณอิมพัลส์ 1.2/50 แรงดันไฟกระชอก

2.2.4 ระบบป้องกันฟ้าผ่า

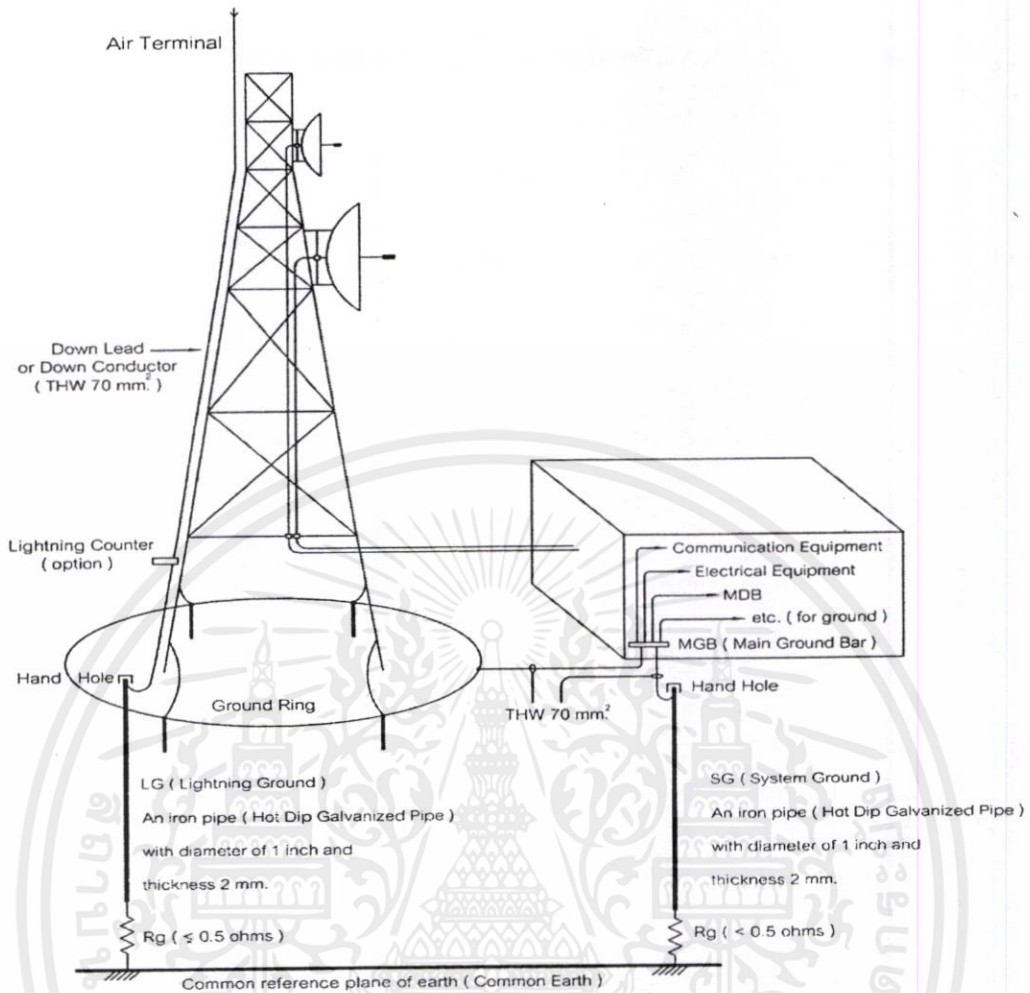
การป้องกันฟ้าผ่า หมายถึง การป้องกัน มิให้เกิดอันตรายอันเป็นผลจากฟ้าผ่า ซึ่งเป็นผลในรูปความร้อน แรงแกลและผลทางไฟฟ้า ฟ้าผ่ามักก่อให้เกิดความเสียหายและเป็นอันตรายต่อชีวิต ถ้าหากไม่มีการป้องกัน หรือป้องกันไว้ไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ การศึกษาวิจัยและบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับฟ้าผ่า ทำให้มนุษย์รู้จักหาวิธีป้องกันอันตรายดังกล่าวได้โดยแยกออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

2.2.4.1 การป้องกันฟ้าผ่าแก่ระบบส่งจ่ายไฟฟ้ากำลังและระบบสื่อสาร

2.2.4.2 การป้องกันฟ้าผ่าต่ออาคารและ สิ่งก่อสร้าง

2.2.4.3 การป้องกันฟ้าผ่าต่อสิ่งมีชีวิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือมีการขังขึ้นเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.7 ระบบป้องกันฟ้าผ่าของระบบสื่อสาร

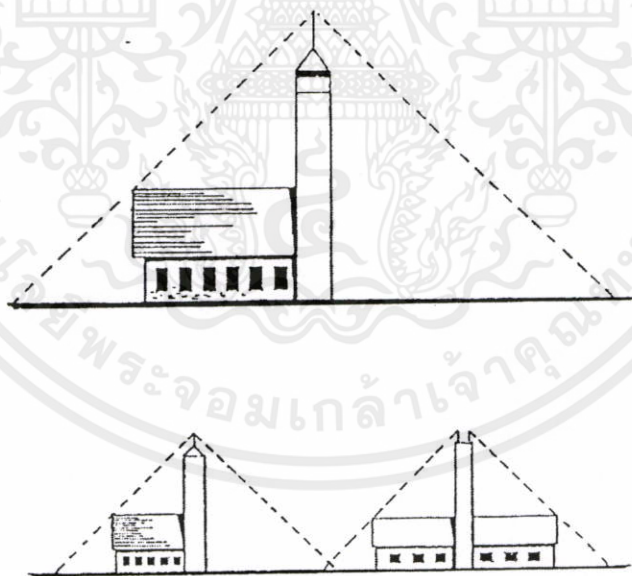
#### 2.2.4.1 การป้องกันฟ้าผ่าแก่ระบบส่งจ่ายไฟฟ้ากำลัง

ระบบส่งจ่ายพลังงานไฟฟ้า ทั้งสายส่ง และสถานีจ่ายไฟแบบกลางแจ้ง จะมีโอกาสได้รับผลกระทบจากฟ้าผ่าทั้ง โคนฟ้าผ่าโดยตรงจากแรงดันเกินที่คลื่นจรมา และแรงดันเกินเพราะความต้านทานของรากสายดินกับแรงดันเหนี่ยวนำ ถ้าเป็นสายแบบเคเบิลฝังใต้ดินหรือ GIS จะไม่มีผลโดยตรงจากฟ้าผ่า แต่จะมีในรูปแรงดันเกินแบบคลื่นจร แรงดันเกินลักษณะนี้อาจป้องกันได้ด้วยกับดักฟ้าผ่า (Lightning Arrester) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินโดยมีความต้านทานไม่เป็นเชิงเส้นกล่าวคือ ค่าความต้านทานจะลดลงเมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านมากขึ้นจึงทำให้แรงดันเกินนั้นถูกตัดทอนลงให้มีค่าต่ำลงมากๆ แต่ในยามปกติกับดักฟ้าผ่าจะมีลักษณะเป็นฉนวน อุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ ในระบบส่งจ่ายไฟฟ้ากำลัง ก็ใช้วิธีป้องกันแรงดันเกินจากฟ้าผ่าด้วยกับดัก ฟ้าผ่าเช่นกัน ส่วนการป้องกันฟ้าผ่าโดยตรง บนสายส่งไฟฟ้าแรงสูงและอุปกรณ์ในสถานี จ่ายไฟนั้น อาจป้องกันได้โดย

ใช้สายดินซึ่งอากาศ (Overhead Ground Wire) ซึ่งไว้สูงกว่าสายส่งกำลัง ทำหน้าที่เป็นเกราะป้องกันมิให้ฟ้าผ่าลงบนสายส่งกำลัง

#### 2.2.4.2 การป้องกันฟ้าผ่าต่ออาคารและสิ่งก่อสร้าง

สิ่งก่อสร้างในที่โล่งแจ้งหรือสูงเด่นกว่า ที่อื่นๆ ในบริเวณใกล้เคียงมักจะเป็นเป้าอย่างดีหรือเสี่ยงต่อการถูกฟ้าผ่า จึงควรที่จะมีระบบ ป้องกัน อย่างไรก็ตามก็ตีหลักเกณฑ์ในการตัดสินใจสร้างระบบป้องกัน สิ่งหนึ่งที่จะต้องพิจารณา คำนึงถึงคือหลักการประหยัด สมมติว่าเราทราบ ค่าเสียหายจากการเกิดฟ้าผ่า ค่าของระบบป้องกันจะต้องต่ำกว่าค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซม ความเสียหายจากฟ้าผ่า เมื่อเราตัดสินใจจะทำระบบป้องกันฟ้าผ่าสำหรับอาคารหลังหนึ่ง หากได้มีการร่วมมือวางแผนระหว่าง สถาปนิกกับวิศวกรออกแบบ ป้องกันฟ้าผ่าและเจ้าของอาคารก่อนที่จะลงมือสร้าง จะช่วยให้ประหยัดค่าใช้จ่ายได้มากที่สุด ค่าใช้จ่ายจะสูงมากหากให้วิศวกรออกแบบป้องกันฟ้าผ่าหลังจากที่ได้สร้างอาคาร ไปแล้วหรือได้ วางรากฐานไปเรียบร้อยแล้วการออกแบบล่วงหน้าและมีแผนว่าจะใช้โครงสร้างหรือส่วนประกอบของอาคารให้เป็นประโยชน์ ค่าใช้จ่ายจะลดลง ความสวยงามของอาคารไม่เสียไปและความมั่นคงของระบบป้องกันก็จะสูงขึ้นด้วย การป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่ามิให้เกิด ความเสียหายแก่สิ่งก่อสร้าง หรืออาคาร วิธีที่ดีและปลอดภัยที่สุด เท่าที่มนุษย์รู้จักในปัจจุบันนี้ก็คือ วิธีของฟาราเดย์



ภาพที่ 2.8 การติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่าแบบฟาราเดย์มีมุมป้องกัน 45 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

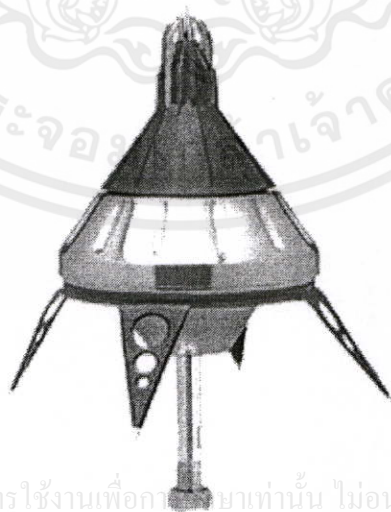
ส่วนประกอบของระบบป้องกันฟ้าผ่าแบบฟาราเดย์ ระบบป้องกันฟ้าผ่าแบบฟาราเดย์ ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ

1) สายอากาศล่อฟ้า (Air Terminal )

อาจเป็นเสาโลหะ หรือสายตัวนำยึดไว้บนยอดสูงสุดของสิ่งก่อสร้างหรืออาคารหรือสิ่งที่ต้องการป้องกัน สายอากาศล่อฟ้านี้มักจะนิยมทำปลายยอดให้แหลม เพื่อให้เกิดความเข้ม สนามไฟฟ้า ณ จุดนั้นมีค่าสูงกว่าที่อื่นในบริเวณใกล้เคียงซึ่งจะส่งผลให้ฟ้าผ่าลงที่สายอากาศล่อฟ้าถ้าหากเกิดฟ้าผ่าขึ้นในย่านนั้น ตำแหน่งที่ติดตั้งเสาหรือสายอากาศล่อฟ้าขึ้นอยู่กับลักษณะสิ่งก่อสร้างส่วนบนสุด เช่นหลังคาทรงแหลม หรือหลังคาแบนราบ มีปล่องไฟหรือมีโครงสร้างอื่นๆ ดังแสดงในภาพที่ 2.9 และ 2.10



ภาพที่ 2.9 หัวล่อฟ้าแบบฟาราเดย์



ภาพที่ 2.10 หัวล่อฟ้าแบบ Early Streamer Emission

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2) สายนำลงดิน (Down Conductor)

เป็นสายตัวนำไฟฟ้าซึ่งต่อกับสายอากาศล่อฟ้า เมื่อฟ้าผ่าลงบนสายอากาศล่อฟ้าแล้ว กระแสจะไหลลงสู่พื้นดินผ่านสายนำลงดิน แล้วกระจายลงไปในดินอย่างรวดเร็วผ่านทาง รากสายดิน สายนำลงดินซึ่งต่ออยู่ระหว่าง สายอากาศล่อฟ้ากับรากสายดิน จะต้องมีค่าอิมพีแดนซ์ต่ำ และมีค่าความเหนี่ยวนำน้อย ดังนั้น ในบางกรณีอาจจำเป็นต้องใช้สายนำลงดินหลายๆเส้นขนานกัน โดยขึ้นอยู่กับขนาดความกว้างยาวของตัวอาคาร ถ้าตัวอาคารยิ่งกว้างยาวมากก็ต้องใช้สายตัวนำลงดินมากขึ้น และจะต้องต่อเชื่อมโยงถึงกันในช่วงกลางของความสูงด้วย ถ้าตัวอาคารนั้นสูงมากๆ เพื่อกันมิให้เกิดการสปาร์กด้านข้างอันเนื่องจากแรงดันเหนี่ยวนำ ความยาวโดยประมาณของสายตัวนำลงดินจะต้องมีการเชื่อมโยงต่อกัน โดยทั่วไปจะเชื่อมโยงส่วนที่เป็นโลหะ เช่น ถังโลหะ ฝาผนังเหล็ก บันไดเหล็ก สายพานโลหะ สายเคเบิล ท่อแก๊ส ท่อน้ำประปา เข้ากับสายนำลงดินหรือระบบป้องกันฟ้าผ่า

## 3) รากสายดิน (Earth Electrode )

เป็นโลหะฝังอยู่ในดิน เช่น แท่งเหล็ก ชุบสังกะสีหรือเหล็กหุ้มทองแดง เพื่อช่วยให้ความต้านทานของระบบสายดินหรือของระบบป้องกันฟ้าผ่ามีค่าต่ำ กระแสฟ้าผ่าจะได้ไหลกระจายออกไปได้สะดวกและรวดเร็ว ในบางกรณีต้องใช้รากสายดินจำนวนหลายอัน และฝังให้ลึกลงไปในดินให้มาก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้านทานจำเพาะของดิน ขนาดของสิ่งก่อสร้างที่ต้องการติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่า โดยคำนึงถึงหลักสองประการ คือ ความต้านทานของระบบสายดินจะต้องไม่ทำให้เกิดการสปาร์กด้านข้างในอาคาร อันเนื่องจากแรงดันตกคร่อมความต้านทานดังกล่าว และจะต้องไม่ทำให้เกิดความต่างศักย์ระหว่างช่วงก้าวบนพื้นดินรอบๆ อาคารเกินกว่าที่กำหนด เพราะจะทำให้เกิดอันตรายแก่สิ่งมีชีวิตที่เดินอยู่ในบริเวณนั้น เมื่อเกิดฟ้าผ่าจะทำให้เกิดการสปาร์กด้านข้างภายในอาคารอันเนื่องมาจากแรงดันตกคร่อมความต้านทานภายในรากสายดิน

### 2.2.4.3 การป้องกันฟ้าผ่าต่อสิ่งมีชีวิต

อันตรายจากฟ้าผ่าที่เกิดต่อสิ่งมีชีวิต เกิดขึ้นได้ 2 แบบ คือ

1) เกิดจากถูกฟ้าผ่าโดยตรง เมื่อคนหรือสิ่งมีชีวิตอื่นใดอยู่ในที่โล่งแจ้งและเป็นจุดเด่นหรือเกิดจากการสปาร์กด้านข้างโดยที่ฟ้าผ่าลงต้นไม้หรือสิ่งอื่นที่มีความต้านทานสูง ทำให้คนและ สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในระยะใกล้พอที่จะทำให้เกิดการสปาร์กข้ามได้ เช่น คนเราอยู่ใกล้โคนต้นไม้ที่ถูกฟ้าผ่า

2) เกิดจากกระแสฟ้าผ่าไหลกระจายลงไปในดินที่มีความต้านทานสูง ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าที่มีค่าสูงพอที่จะทำให้เกิดอันตรายแก่คนหรือ สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงได้

เอกสารนี้เกิดแรงดันไฟฟ้าที่มีค่าสูงพอที่จะทำให้เกิดอันตรายแก่คนหรือ สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงได้

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.3 ทฤษฎีการสอนของโรเบิร์ต กาย่

ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ผู้วิจัยได้ประยุกต์หลักการสอนของ โรเบิร์ต กาย่ (Robert Gagne') 9 เหตุการณ์ มาใช้ประกอบการพิจารณา ดังนั้นเพื่อให้ได้บทเรียนที่เกิดจากการออกแบบในลักษณะการเรียนการสอนจริง โดยยึดหลักการนำเสนอเนื้อหาและจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์ของหลักการสอนทั้ง 9 เหตุการณ์ดังกล่าวข้างต้น ได้แก่

1. เร่งเร้าความสนใจ
2. บอกวัตถุประสงค์
3. ทบทวนความรู้เดิม
4. นำเสนอเนื้อหาใหม่
5. ชี้แนะแนวทางการเรียนรู้
6. กระตุ้นการตอบสนองบทเรียน
7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ
8. ทดสอบความรู้ใหม่
9. สรุปและนำไปใช้

### 1. เร่งเร้าความสนใจ

ก่อนที่จะเริ่มการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน ควรมีการจูงใจและเร่งเร้าความสนใจให้ผู้เรียนอยากเรียน ดังนั้น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงควรเริ่มการใช้ภาพ แสง เสียง หรือใช้สื่อประกอบกันหลายๆ อย่าง โดยสื่อที่สร้างขึ้นมานั้นต้องเกี่ยวข้องกับ เนื้อหาและนำเสนอ ซึ่งจะมีผลโดยตรงต่อความสนใจของผู้เรียน นอกจากเร่งเร้าความสนใจแล้ว ยังเป็นการเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนพร้อมที่จะศึกษาเนื้อหาต่อไปในตัวอีกด้วย ซึ่งตามลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนการเร่งเร้าความสนใจขั้นตอนนี้ก็คือ การนำเสนอบทเรียนของบทเรียนนั่นเอง ซึ่งหลักสำคัญประการหนึ่งของการออกแบบในส่วนนี้ คือ ควรให้สายตาของผู้เรียนอยู่ที่จอภาพ โดยไม่พะวงอยู่ที่แป้นพิมพ์หรือส่วนอื่นๆ แต่ถ้าบทเรียนดังกล่าวต้องการตอบสนองกับผู้เรียนโดยการปฏิสัมพันธ์ผ่านทางอุปกรณ์ป้อนข้อมูลก็ควรเป็นการตอบสนองที่ง่ายๆ เช่น กดเป็น Space Bar กลิกเมาส์ หรือ กดแป้นพิมพ์ตัวใดตัวหนึ่งเป็นต้น

### สิ่งที่ต้องพิจารณาเพื่อเร่งความสนใจของผู้เรียนมีดังนี้

1. เลือกใช้ภาพกราฟิกที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา เพื่อเร่งความสนใจในส่วนของบทนำเรื่องโดย

#### พิจารณาดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเหตุผลเบ็ดเสร็จเนื้อหา และห้องอ้างอิงองค์ความรู้ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1.1 ใช้ภาพกราฟิกที่มีขนาดใหญ่กับเนื้อหา ง่าย และไม่ซับซ้อน
- 1.2 ใช้เทคนิคการนำเสนอที่ปรากฏภาพได้เร็ว เพื่อไม่ให้ผู้เรียนเบื่อ

1.3 ควรให้ภาพปรากฏบนจอภาพระยะหนึ่ง จนกระทั่งผู้เรียนกดแป้นพิมพ์ใดๆ จึงเปลี่ยนไปสู่เฟรมอื่นๆ เพื่อสร้างความคุ้นเคยให้กับผู้เรียน

2. ใช้ภาพเคลื่อนไหวหรือใช้เทคนิคการนำเสนอภาพผลพิเศษเข้าช่วยเพื่อแสดงการเคลื่อนไหวของภาพ แต่ควรใช้เวลาสั้นๆ และง่าย

3. เลือกใช้สีที่ตัดกันฉากหลังอย่างชัดเจน โดยเฉพาะสีเข้ม

4. เลือกใช้สีที่สอดคล้องกับภาพกราฟิกและเหมาะสมกับเนื้อหาบทเรียน

5. ควรบอกชื่อเรื่องบทเรียนไว้ด้วยในส่วนของบทนำเรื่อง

## 2. บอกวัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ของบทเรียน นับว่าเป็นส่วนสำคัญยิ่งต่อกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะได้ทราบถึงความคาดหวังของบทเรียนจากผู้เรียน นอกจากผู้เรียนจะทราบถึงพฤติกรรมขั้นสุดท้ายของตนเองเมื่อเรียนจบบทเรียนแล้ว จะยังเป็นการแจ้งให้ทราบล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหา รวมทั้งเค้าโครงของเนื้อหาอีกด้วย การที่ผู้เรียนทราบถึงขอบเขตของเนื้อหาอย่างคร่าวๆ จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถผสมผสานแนวคิดในรายละเอียดหรือส่วนย่อยของเนื้อหาให้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหาในส่วนใหญ่ ซึ่งมีผลทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น นอกจากนี้จะมีผลดังกล่าวแล้ว ผลการวิจัยยังพบด้วยว่า ผู้เรียนที่ทราบวัตถุประสงค์ของการเรียนก่อนเรียนบทเรียน จะสามารถจำและเข้าใจในเนื้อหาได้ดีขึ้นอีกด้วย

วัตถุประสงค์ของบทเรียนจำแนกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ วัตถุประสงค์ทั่วไป และ วัตถุประสงค์เฉพาะ หรือวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งการบอกวัตถุประสงค์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมักกำหนดเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื่องจากเป็นวัตถุประสงค์ที่ชี้เฉพาะสามารถวัดได้และสังเกตได้ ซึ่งง่ายต่อการตรวจวัดผู้เรียนในขั้นสุดท้าย อย่างไรก็ตาม วัตถุประสงค์ทั่วไปก็มีความจำเป็นที่จะต้องแจ้งให้ผู้เรียนทราบถึงเค้าโครงเนื้อหาแนวกว้างๆ เช่นกัน

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการบอกวัตถุประสงค์บทเรียน มีดังนี้

2.1 บอกวัตถุประสงค์โดยเลือกใช้ประโยคสั้นๆ แต่ได้ใจความ อ่านแล้วเข้าใจ ไม่ต้องแปลความอีกครั้ง

2.2 หลีกเลี่ยงการใช้คำที่ยังเป็นที่รู้จัก และเป็นที่ยอมรับของผู้เรียนโดยทั่วไป

2.3 ไม่ควรกำหนดวัตถุประสงค์หลายข้อเกินในเนื้อหาแต่ละส่วนๆ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดความสับสน หากมีเนื้อหามากควรแบ่งบทเรียนออกเป็นหัวเรื่องย่อยๆ

2.4 ควรบอกการนำไปใช้งานให้ผู้เรียนทราบด้วยว่า หลังจากเรียนบทเรียนแล้วจะ  
ไม่ว่ากรณีสามารถนำไปประยุกต์ใช้ทำอะไรได้บ้าง และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ถ้าบทเรียนมีส่วนประกอบของบทเรียนหลายเรื่อง ควรบอกทั้งวัตถุประสงค์ทั่วไป และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยบอกวัตถุประสงค์ทั่วไป บทเรียนหลัก และตามด้วยรายการ ให้เลือก หลังจากนั้นจึงบอกวัตถุประสงค์ทั่วไปในบทเรียนหลัก และตามด้วยรายการให้เลือก หลังจากนั้น จึงบอกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละบทเรียนย่อยๆ

2.6 อาจนำเสนอวัตถุประสงค์ให้ปรากฏบนจอภาพที่ละเอียดๆ ก็ได้ แต่ควรคำนึงถึงเวลา การนำเสนอให้เหมาะสม หรืออาจให้ผู้เรียนกดแป้นพิมพ์เพื่อศึกษาวัตถุประสงค์ต่อไปที่ละเอียดก็ได้

2.7 เพื่อให้การนำเสนอวัตถุประสงค์น่าสนใจยิ่งขึ้น อาจใช้กราฟิกง่ายๆ เข้าช่วย ตีกรอบ ใช้ลูกศร และใช้ภาพทรงเรขาคณิต แต่ไม่ควรใช้การเคลื่อนไหวเข้าช่วย โดยเฉพาะกับ ตัวหนังสือ

### 3. ทบทวนความรู้เดิม

การทบทวนความรู้เดิมก่อนที่จะเสนอความรู้ใหม่แก่ผู้เรียน มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีวิธีการประเมินความรู้ที่จำเป็นสำหรับบทเรียนใหม่ เพื่อไม่ให้ผู้เรียนเกิดปัญหาในการเรียนรู้ วิธีการปฏิบัติโดยทั่วไปสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ก็คือ การทดสอบก่อนบทเรียน (Pre-test) ซึ่งเป็นกระบวนการประเมินความรู้ของผู้เรียน เพื่อทบทวนเนื้อหาเดิมที่เคยศึกษาผ่านมาแล้ว และเพื่อเตรียมความพร้อมในการรับเนื้อหาใหม่ นอกจากนี้จะเป็นการตรวจวัดความรู้พื้นฐานแล้ว บทเรียนบางเรื่องอาจใช้ผลจากการทดสอบก่อนบทเรียนมาเป็นเกณฑ์จัดระดับความสามารถของผู้เรียน เพื่อจัดการเรียนการสอนให้ตอบสนองต่อระดับความสามารถของผู้เรียนอย่างแท้จริงของผู้เรียนแต่ละคน

อย่างไรก็ตาม ในขั้นตอนทบทวนความรู้เดิมนี้อาจไม่ต้องทดสอบเสมอไป หากเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นเป็นชุดบทเรียนที่เรียนต่อเนื่องกันไปตามลำดับ การทบทวนความรู้เดิมอาจอยู่ในรูปแบบของการกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดย้อนหลังถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้มาก่อนหน้านี้ก็ได้ การกระตุ้นดังกล่าวแสดงด้วยคำพูด คำเขียน ภาพ หรือผสมผสานกันแล้วแต่ความเหมาะสม ปริมาณอย่างน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับเนื้อหา ตัวอย่าง เช่น การนำเสนอเนื้อหา เรื่อง การต่อตัวด้านทานแบบผสม ถ้าผู้เรียนไม่มีความเข้าใจเพียงพอที่จะคำนวณหาค่าต่างๆได้ ถ้าพบว่าผู้เรียนไม่เข้าใจวิธีการคำนวณ บทเรียนต้องชี้แนะให้ผู้เรียนกลับไปศึกษา เรื่อง การต่อตัวด้านทานแบบอนุกรมและแบบขนานก่อน หรืออาจนำเสนอบทเรียนย่อยเพิ่มเติมเรื่องดังกล่าว เพื่อเป็นการทบทวนก่อนก็ได้

สิ่งที่จะต้องพิจารณาในการทบทวนความรู้เดิม มีดังนี้

3.1 ควรมีการทดสอบความรู้พื้นฐานหรือการนำเสนอเนื้อหาเดิมที่เกี่ยวข้องเพื่อเตรียมความพร้อมผู้เรียนในการเข้าสู่เนื้อหาใหม่ โดยไม่ต้องคาดเดาว่าผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้เท่ากัน

3.2 แบบทดสอบต้องมีคุณภาพ สามารถแปลผลได้ โดยวัดความรู้พื้นฐานที่จำเป็นต่อ การศึกษาเนื้อหาใหม่เท่านั้น มิใช่แบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่อย่างใด

3.3 การทบทวนเนื้อหาหรือการทดสอบควรใช้เวลาสั้นๆ กระชับและตรงตามวัตถุประสงค์ ของบทเรียนมากที่สุด

3.4 ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกจากเนื้อหาใหม่หรือออกจาก การทดสอบ เพื่อไปศึกษา ทบทวนได้ตลอดเวลา

3.5 ถ้าบทเรียนไม่มีการทดสอบความรู้พื้นฐานเดิม บทเรียนต้องนำเสนอวิธีการกระตุ้นให้ ผู้เรียนย้อนกลับไปคิดถึงสิ่งที่ศึกษาผ่านมาแล้ว หรือสิ่งที่มีประสบการณ์ผ่านมาแล้ว โดยอาจใช้ ภาพประกอบในการกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนคิด จะทำให้บทเรียนน่าสนใจยิ่งขึ้น

#### 4. นำเสนอเนื้อหาใหม่

หลักสำคัญในการนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ก็คือ ควรนำเสนอ ภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ประกอบกับคำอธิบายสั้นๆ ง่ายแต่ได้ใจความ การใช้ภาพประกอบ จะ ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น และมีความคงทนในการจำได้ดี การใช้คำอธิบายเพียงอย่างเดียว โดยหลักการที่ว่า ภาพจะช่วยอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมให้ง่ายต่อการรับรู้ แม้ในเนื้อหาบางช่วงจะ มีความยากในการที่จะคิดสร้างภาพประกอบ แต่ก็ควรพิจารณาเนื้อหาต่างๆ ที่จะนำเสนอด้วยภาพ ให้ได้ แม้จะมีจำนวนน้อย แต่ก็ยังดีกว่าคำอธิบายเพียงคำเดียว สำหรับภาพที่ใช้ในบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำแนกออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ ภาพนิ่ง ได้แก่ ภาพลายเส้น ภาพ 2 มิติ ภาพถ่ายของจริง แผนภาพ แผนภูมิ และกราฟ อีกส่วนหนึ่งได้แก่ ภาพเคลื่อนไหว เช่น ภาพวีดิทัศน์ ภาพจากแหล่งสัญญาณดิจิทัลต่างๆ เช่น จากเครื่องเล่นภาพ ไฟล์ ซีดี เครื่องเล่นเลเซอร์ ดิสก์ กล้องถ่ายภาพวีดิทัศน์ และภาพจากโปรแกรมสร้างภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น อย่างไรก็ตาม การใช้ภาพประกอบเนื้อหาอาจไม่ได้ผลเท่าที่ควร หากภาพเหล่านั้นมีรายละเอียดมากเกินไป ใช้ เวลามากไปในการปรากฏบนจอภาพ ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ชับซ้อนเข้าใจยาก และไม่เหมาะสม ในเรื่องเทคนิคการออกแบบ เช่น ขาดความสมดุล องค์ประกอบภาพไม่ดี เป็นต้น

ดังนั้น การเลือกภาพที่ใช้ในการนำเสนอเนื้อหาใหม่ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงควรพิจารณาในประเด็นต่างๆ ดังนี้

4.1 เลือกใช้ภาพประกอบการนำเสนอให้มากที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เป็นเนื้อหา สำคัญ

4.2 เลือกใช้ภาพเคลื่อนไหว สำหรับเนื้อหาที่ยากและซับซ้อนหรือมีการเปลี่ยนแปลงเป็น ลำดับขั้นหรือเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง

4.3 ใช้แผนภูมิ แผนภาพ แผนสถิติ สัญลักษณ์ หรือภาพเปรียบเทียบ ในการนำเสนอ เนื้อหาใหม่แทนข้อความ คำอธิบาย

4.4 การเสนอเนื้อหาที่ยากและซับซ้อน ให้เน้นในส่วนของข้อความสำคัญ ซึ่งอาจใช้การขีดเส้นใต้ การติกรอบ การกระพริบ การเปลี่ยนสีพื้น การโยงลูกศร หรือการชี้แนะด้วยคำพูด เช่น สังเกตที่ด้านขวาของภาพ เป็นต้น

4.5 ไม่ควรใช้กราฟิกที่เข้าใจยาก ควรกระชับและเข้าใจง่าย

4.6 จัดรูปแบบของคำอธิบายให้น่าอ่าน หากเนื้อหายาว ควรจัดแบ่งกลุ่มคำอธิบายให้จบเป็นตอนๆ

4.7 คำอธิบายที่ใช้ในตัวอย่าง ควรกระชับและเข้าใจได้ง่าย

4.8 หากเครื่องคอมพิวเตอร์แสดงกราฟิกได้ช้า ควรเสนอเฉพาะกราฟิกที่จำเป็นเท่านั้น

4.9 ไม่ควรใช้สีพื้นสลับไปสลับมาในแต่ละเฟรมเนื้อหา และไม่ควรเปลี่ยนสีไปมา โดยเฉพาะสีหลักของตัวอักษร

4.10 คำที่ใช้ควรเป็นคำที่ผู้เรียนระดับนั้น ๆ คำนึง และเข้าใจความหมายตรงกัน

4.11 ขณะนำเสนอเนื้อหาใหม่ ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทำอย่างอื่นบ้าง แทนที่จะให้กดเป็นพิมพ์ หรือคลิกเมาส์เพียงอย่างเดียวเท่านั้น เช่น การปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนโดยวิธีการพิมพ์ หรือตอบคำถาม

## 5. ชี้นำแนวทางการเรียนรู้

ตามหลักการและเงื่อนไขการเรียนรู้ (Condition of Learning) ผู้เรียนจะจำเนื้อหาได้ดี หากมีการจัดระบบการเสนอเนื้อหาที่ดีและสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมของผู้เรียน บางทฤษฎีกล่าวไว้ว่า การเรียนรู้ที่กระจำชัด (Meaningful Learning) นั้น ทางเดียวที่จะเกิดขึ้นได้ก็คือการที่ผู้เรียนวิเคราะห์และตีความในเนื้อหาใหม่ลงบนพื้นฐานของความรู้และประสบการณ์เดิม รวมกันเกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ ดังนั้น หน้าที่ของผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในขั้นนี้ ก็คือ พยายามค้นหาเทคนิคในการที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาความรู้ใหม่ นอกจากนั้น ยังจะต้องพยายามหาวิถีทางที่จะทำให้การศึกษาความรู้ใหม่ของผู้เรียนนั้นมีความกระจำชัดเท่าที่จะทำได้ เป็นต้นว่า การใช้เทคนิคต่างๆ เข้าช่วย ได้แก่ เทคนิคการยกตัวอย่าง (Example) และที่ไม่ใช่ตัวอย่าง (Non-Example) อาจจะช่วยทำให้ผู้เรียน แยกแยะความแตกต่าง และเข้าใจโมคคติของเนื้อหาต่างๆ ได้ชัดเจนขึ้น

เนื้อหาหัวเรื่อง ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียอาจใช้วิธีการค้นพบ (Guided Discovery) ซึ่งหมายถึง การพยายามให้ผู้เรียนคิดหาเหตุผล ค้นคว้า และวิเคราะห์หาคำตอบด้วยตนเอง โดยบทเรียนจะค่อยๆ ชี้นำจากจุดกว้างๆ และแคบลงๆ จนผู้เรียนหาคำตอบได้เอง นอกจากนั้น การใช้คำอธิบายเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนรู้ได้ สรุปแล้วในขั้นตอนนี้ ผู้ออกแบบจะต้องยึดหลักการจัดการเรียนรู้ จากสิ่งที่มีประสบการณ์เดิมไปสู่เนื้อหาใหม่ จากสิ่งที่ยากไปสู่สิ่งที่ยากกว่า ตามลำดับขั้น

## สิ่งที่ต้องพิจารณาในการชี้แนะแนวทางการเรียนในขั้นนี้ มีดังนี้

5.1 บทเรียนควรแสดงให้ผู้เรียนได้เห็นถึงความสัมพันธ์ของเนื้อหาความรู้ และช่วยให้เห็นว่าสิ่งข้อย่อยนั้นมีความสัมพันธ์กับสิ่งใหญ่อย่างไร

5.2 ควรแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของสิ่งใหม่กับสิ่งที่ผู้เรียนมีประสบการณ์ผ่านมาแล้ว

5.3 นำเสนอตัวอย่างที่แตกต่างกัน เพื่อช่วยอธิบายความคิดรวบยอดใหม่ให้ชัดเจนขึ้น เช่น ตัวอย่างการเปิดหน้ากล่องหลายๆ ค่าเพื่อให้เห็นถึงความปลอดภัยของรูรับแสง เป็นต้น

5.4 นำเสนอตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่างที่ถูกต้อง เพื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ถูกต้อง เช่น นำเสนอภาพไม้ พลาสติก และยาง แล้วบอกว่าภาพเหล่านี้ไม่ใช่โลหะ

5.5 การนำเสนอเนื้อหาที่ยาก ควรให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมมากกว่านามธรรม ถ้าเป็นเนื้อหาที่ไม่ยากนัก ให้นำเสนอตัวอย่างจากนามธรรมในรูปธรรม

5.6 บทเรียนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดถึงความรู้และประสบการณ์ที่ผ่านมา

## 6. กระตุ้นการตอบสนองของบทเรียน

นักการศึกษากล่าวว่า การเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใดนั้นเกี่ยวข้องกับระดับและขั้นตอนของการประมวลผลข้อมูล หากผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมคิด ร่วมกิจกรรมใน ส่วนที่เกี่ยวกับเนื้อหา และร่วมตอบคำถาม จะส่งผลให้มีความจำดีกว่าผู้เรียนที่ใช้วิธีอ่านหรือ คัดลอกข้อความจากผู้อื่นเพียงอย่างเดียว

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีข้อได้เปรียบว่าสอดแทรกอุปกรณ์อื่นๆ เช่น ทัศนภาพยนตร์ สไลด์ เทปเสียง เป็นต้น ซึ่งสื่อการเรียนการสอนเหล่านี้จัดแบบปฏิสัมพันธ์ ไม่ได้แตกต่างจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้เรียนสามารถมีกิจกรรมร่วมในบทเรียน ได้หลายลักษณะไม่ว่าจะเป็นการตอบคำถาม แสดงความคิดเห็น เลือกกิจกรรม และปฏิสัมพันธ์ กับบทเรียน กิจกรรมเหล่านี้เองที่ไม่ทำให้ผู้เรียนรู้สึกเบื่อหน่าย เมื่อมีส่วนร่วมก็มีส่วนคิดนำหรือ ติดตามบทเรียนย่อมมีส่วนผู้ประสานให้ความจำดีขึ้น

สิ่งที่ต้องพิจารณาเพื่อให้การจำของผู้เรียนดีขึ้น ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีการตอบสนองต่อบทเรียนอย่างต่อเนื่อง โดยมีข้อแนะนำดังนี้

6.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสตอบสนองต่อบทเรียนด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งตลอดบทเรียน เช่น ตอบคำถาม ทำแบบทดสอบ ร่วมทดลองในสถานการณ์จำลอง เป็นต้น

6.2 ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสในการพิมพ์คำตอบหรือเติมข้อความสั้นๆ เพื่อเรียก ความสนใจแต่ไม่ควรให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบที่ยาวเกินไป

6.3 ถามคำถามเป็นช่วงๆ สลับกับการนำเสนอเนื้อหาตามความเหมาะสมของลักษณะเนื้อหา

6.4 เร่งเร้าความคิดและจินตนาการด้วยคำถามเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยใช้ความเข้าใจมากกว่าการใช้ความจำ

6.5 ไม่ควรถามครั้งเดียวหลายๆ คำถาม หรือถามคำถามเดียวแต่ตอบได้หลายคำตอบ ถ้าจำเป็นควรใช้คำตอบแบบตัวเลือก

6.6 หลีกเลี่ยงการตอบสนองซ้ำหลายๆ ครั้ง เมื่อผู้เรียนตอบผิดหรือทำผิด 2-3 ครั้ง ควรตรวจปรับเนื้อหาทันที และเปลี่ยนกิจกรรมเป็นอย่างอื่นต่อไป

6.7 เฟรมตอบสนองของผู้เรียน เฟรมคำถาม และเฟรมการตรวจปรับเนื้อหา ควรอยู่บนหน้าจอภาพเดียวกัน เพื่อสะดวกในการอ้างอิง กรณีนี้อาจใช้เฟรมย่อยซ้อนขึ้นมาในเฟรมหลักก็ได้

6.8 ควรคำนึงถึงการตอบสนองที่มีข้อผิดพลาดอันเกิดจากการเข้าใจผิด เช่น การพิมพ์ตัว L กับเลข 1 ควรเคาะเว้นวรรคประโยคยาวๆ ข้อความเกินหรือขาดหายไป ตัวพิมพ์ใหญ่หรือตัวพิมพ์เล็ก เป็นต้น

## 7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ

ผลจากการวิจัย พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะกระตุ้นความสนใจจากผู้เรียนได้มากขึ้นถ้าบทเรียนนั้นทำทนาย โดยการบอกเป้าหมายที่ชัดเจนและแจ้งให้ผู้เรียนทราบว่าขณะนั้นผู้เรียนอยู่ที่ส่วนใด ห่างจากเป้าหมายเท่าใด การให้ข้อมูลย้อนกลับเนื้อหาที่เรียน อย่างไรก็ตาม การให้ข้อมูลย้อนกลับด้วยภาพ หรือกราฟิกอาจมีผลเสียอยู่บ้างตรงที่ผู้เรียนอาจต้องการดูผลว่าหากทำผิดแล้วจะเกิดอะไรขึ้น ตัวอย่างเช่น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมส์การสอนแบบแขวนคอสำหรับการสอนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ ผู้เรียนอาจตอบโดยการกดแป้นพิมพ์ไปเรื่อยๆ โดยไม่สนใจเนื้อหา เนื่องจากต้องการดูผลจากการแขวนคอ วิธีหลีกเลี่ยงก็คือ เปลี่ยนจากการนำเสนอภาพในทางบวก เช่น ภาพเล่นเรือเข้าหาฝั่ง ภาพจับยานสู่วางจันทร์ ภาพหนูเดินไปกินเนยแข็ง เป็นต้น ซึ่งจะไปถึงจุดมุ่งหมายได้ด้วยการตอบถูกเท่านั้น หากตอบผิดก็จะไม่เกิดอะไรขึ้น อย่างไรก็ตาม ถ้าเป็นบทเรียนที่ใช้กับกลุ่มเป้าหมายระดับสูงหรือเนื้อหาที่มีความยาก การให้ข้อมูลย้อนกลับด้วยคำเขียนหรือกราฟจะเหมาะสมกว่า สิ่งที่ต้องพิจารณาในการให้ข้อมูลย้อนกลับ มีดังนี้

7.1 ให้ข้อมูลย้อนกลับทันที หลังจากผู้เรียนได้ตอบกับบทเรียน

7.2 ควรบอกให้ผู้เรียนทราบว่าตอบถูกหรือตอบผิด โดยแสดงคำถาม คำตอบและการตรวจปรับบนเฟรมเดียวกัน

7.3 ถ้าให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้ภาพ ควรเป็นภาพที่ง่ายและเกี่ยวข้องกับเนื้อหา ถ้าไม่สามารถหาภาพที่เกี่ยวข้องได้ ใช้อาจใช้ภาพกราฟิกที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาก็ได้

7.4 หลีกเลี่ยงการใช้ผลทางภาพ หรือการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ตื่นตาเกินไปในกรณีที่ผู้เรียนตอบผิด

7.5 อาจใช้เสียงสำหรับการให้ข้อมูลย้อนกลับ เช่น คำตอบถูกต้อง และคำตอบผิด โดยใช้เสียงที่แตกต่างกัน แต่ไม่ควรเลือกใช้เสียงที่ก่อให้เกิดลักษณะการเหยียดหยาม หรือ ดูแคลน ในกรณีที่ผู้เรียนตอบผิด

7.6 เฉลยคำตอบที่ถูกต้อง หลังจากที่ผู้เรียนตอบผิด 2-3 ครั้ง ไม่ควรปล่อยให้เสียไป

7.7 อาจใช้วิธีการให้คะแนนหรือแสดงภาพ เพื่อบอกความใกล้เคียงจากเป้าหมายก็ได้

7.8 พยายามส่งเสริมการให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อเรียกความสนใจตลอดบทเรียน

## 8. ทดสอบความรู้ใหม่

การทดสอบความรู้ใหม่หลังจากศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรียกว่า การทดสอบหลังบทเรียน(Post-test) เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบความรู้ของตนเอง นอกจากนี้ จะยังเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าผ่านเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ เพื่อที่จะไปศึกษาในบทเรียนต่อไปหรือต้องกลับไปศึกษาเนื้อหาใหม่ การทดสอบหลังบทเรียนจึงมีความจำเป็นสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทุกประเภท

นอกจากจะเป็นการประเมินผลการเรียนรู้แล้ว การทดสอบยังมีผลต่อความคงทนในการจดจำเนื้อหาของผู้เรียนด้วย แบบทดสอบจึงควรถามแบบเรียงลำดับตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน ถ้าบทเรียนมีหลายเรื่องย่อย อาจแยกแบบทดสอบออกเป็นส่วนๆ ตามเนื้อหา โดยมีแบบทดสอบรวมหลังบทเรียนอีกชุดหนึ่งก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าผู้ออกแบบบทเรียนต้องการแบบใดสิ่งที่จะต้องพิจารณาในการออกแบบทดสอบหลังบทเรียน มีดังนี้

8.1 ชี้แจงวิธีการตอบคำถามให้ผู้เรียนทราบก่อนอย่างแจ่มชัด รวมคะแนนรวม คะแนน รายข้อ และรายละเอียดที่เกี่ยวข้องอื่นๆ เช่น เกณฑ์ในการตัดสินผล เวลาที่ใช้ในการตอบโดยประมาณ

8.2 แบบทดสอบต้องวัดพฤติกรรมตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียน และควรเรียงลำดับจากง่ายไปยาก

8.3 ข้อคำถามคำตอบและการตรวจปรับคำตอบควรอยู่บนแฟรมเดียวกัน และนำเสนออย่างต่อเนื่องลำดับความรวดเร็ว

8.4 หลีกเลี่ยงแบบทดสอบแบบอัตโนมัติให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบยาว ยกเว้นข้อสอบที่ต้องการทดสอบทักษะการพิมพ์

8.5 ในแต่ละข้อควรมีคำถามเดียว เพื่อให้ผู้เรียนตอบครั้งเดียว ยกเว้นในคำถามนั้นมีคำถามย่อยอยู่ด้วย ซึ่งควรแยกออกเป็นหลายๆ คำถาม

8.6 แบบทดสอบควรเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพ มีค่าอำนาจจำแนกดี ความยากง่ายเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า และมีความเชื่อมั่นเหมาะสม

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.7 อย่าตัดสินคำตอบว่าผิดถ้าการตอบไม่ชัดเจน ถ้าคำตอบที่ต้องการเป็นตัวอักษรแต่ผู้เรียนพิมพ์ตัวเลข ควรบอกให้ผู้เรียนตอบใหม่ ไม่ควรชี้ว่าคำตอบนั้นผิด และไม่ควรตัดสินคำตอบว่าผิดหากผิดพลาดหรือเว้นวรรคผิด หรือเป็นตัวพิมพ์เล็กแทนที่จะพิมพ์ที่จะเป็นตัวพิมพ์ใหญ่ เป็นต้น

8.8 แบบทดสอบชุดหนึ่งควรมีหลายๆ ประเภท ไม่ควรใช้เฉพาะข้อความเพียงอย่างเดียว ควรเลือกใช้ภาพประกอบบ้าง เพื่อเปลี่ยนบรรยากาศในการสอบ

## 9. สรุปและนำไปใช้

การสรุปและนำไปใช้ จัดว่าสำคัญในขั้นตอนสุดท้ายที่บทเรียนจะต้องสรุปมโนคติของเนื้อหาเฉพาะประเด็นสำคัญๆ รวมข้อเสนอแนะต่างๆ เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนความรู้ของตนเองหลังจากศึกษาเนื้อหาผ่านมาแล้ว ในขณะเดียวกัน บทเรียนต้องชี้แนะเนื้อหาที่เกี่ยวข้องหรือให้ข้อมูลอ้างอิงเพิ่มเติม เพื่อแนะแนวทางให้ผู้เรียนได้ศึกษาต่อในบทเรียนถัดไป หรือนำไปประยุกต์ใช้กับงานอื่นต่อไปการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในขั้นนี้ มีข้อเสนอแนะดังนี้

9.1 สรุปองค์ความรู้เฉพาะประเด็นสำคัญๆ พร้อมทั้งชี้แนะให้เห็นถึงความสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่ผู้เรียนเคยผ่านมาแล้ว

9.2 ทบทวนแนวคิดที่สำคัญของเนื้อหา เพื่อเป็นการสรุป

9.3 เสนอแนะเนื้อหาความรู้ใหม่ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

9.4 บอกผู้เรียนถึงแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการศึกษาเนื้อหาต่อไป

### เหตุผลที่เลือกแนวคิดทฤษฎีของกาย์

ขั้นตอนการสอนทั้ง 9 เหตุการณ์ ของ Robert Gagne' เป็นมโนคติกว้างๆ แต่ก็สามารถประยุกต์ใช้ได้ทั้งบทเรียนสำหรับการเรียนการสอนปกติในชั้นเรียนและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เทคนิคอีกอย่างหนึ่งในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย ที่ใช้เป็นหลักพื้นฐาน ก็คือ การทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกลึกซึ้งเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยผู้สอนในชั้นเรียน โดยปรับเปลี่ยนกระบวนการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับการใช้งานของคอมพิวเตอร์ให้มากที่สุด รวมทั้งยังมีนักการศึกษาและนักวิจัยหลายท่านได้ใช้ทฤษฎีแนวคิดนี้มาใช้ในงานวิจัยและวิทยานิพนธ์ต่างๆ อย่างแพร่หลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4 การวิจัยเชิงทดลอง

การวิจัยเชิงทดลอง เป็นกระบวนการค้นหาความรู้ความจริงโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แบบหนึ่ง ซึ่งศึกษาความเปลี่ยนแปลงของตัวแปรในการทดลองที่เกิดขึ้นภายใต้เงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่ได้รับการควบคุมอย่างรัดกุม และเพื่อศึกษาว่าเงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่จัดขึ้นนั้นเป็นสาเหตุที่แท้จริงของผลหรือปรากฏการณ์ที่เปลี่ยนแปลงนั้นหรือไม่ โดยผู้วิจัยจะใช้วิธีการสังเกตเปรียบเทียบความแตกต่างของตัวแปรที่เปลี่ยนแปลงไประหว่างปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในสภาพปกติ กับที่เกิดขึ้นในสภาพที่ได้รับการควบคุมตามเงื่อนไขต่างๆ เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่เป็นความจริงต่างๆ สามารถนำไปใช้ในการอธิบาย ทำนาย และควบคุมได้ การวิจัยเชิงทดลองเป็นการศึกษาจากสาเหตุไปหาผล ก็คือต้องการจะทราบว่าตัวแปรที่ศึกษานั้นเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่ เช่น ถ้าเกิด X แล้วจะต้องเกิด Y หรือไม่ (If X then Y) ดังนั้นถ้าจะกล่าวให้เห็นชัดขึ้นก็อาจกล่าวได้ว่า การวิจัยเชิงทดลองเป็นการวิจัยเพื่อหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลของปรากฏการณ์ต่างๆ และถือกันว่าเป็นการวิจัยที่ให้ความเชื่อถือในผลการวิจัยที่ดีที่สุด ต่อไปนี้จะขอกล่าวถึงประเด็นสำคัญๆ ของการวิจัยเชิงทดลอง

### 2.4.1 ความมุ่งหมายทั่วไปของการวิจัยเชิงทดลอง

การวิจัยเชิงทดลองมีความมุ่งหมายที่สำคัญดังนี้

- 2.4.1.1 เพื่อค้นหาข้อเท็จจริงของสาเหตุที่ทำให้เกิดผล
- 2.4.1.2 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุและผลของปรากฏการณ์ต่างๆ
- 2.4.1.3 เพื่อนำผลการวิจัยไปสร้างเป็นกฎเกณฑ์ สูตร ทฤษฎี
- 2.4.1.4 เพื่อวิเคราะห์หรือค้นหาข้อบกพร่องของงานต่างๆ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข หรือพัฒนาให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
- 2.4.1.5 เพื่อนำผลการทดลองไปใช้

### 2.4.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเชิงทดลอง

ในการวิจัยเชิงทดลองมักจะมีกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย 2 ประเภท คือ

2.4.2.1 กลุ่มทดลอง (Experimental group) หมายถึง กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดกระทำ (treatment) ในการทดลอง นิยมใช้สัญลักษณ์ E

2.4.2.2 กลุ่มควบคุม (Control group) หมายถึง กลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยจัดให้มีลักษณะเหมือนกลุ่มทดลอง แต่ไม่ได้รับการจัดกระทำ คงปล่อยให้เป็นไปตามสภาพธรรมชาติ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการเปรียบเทียบกับกลุ่มทดลอง นิยมใช้สัญลักษณ์ C

### 2.4.3 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยเชิงทดลอง

เพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับการวิจัยเชิงทดลองยิ่งขึ้น จึงขอกล่าวถึงตัวแปรที่สำคัญในการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งมี 4 ชนิดดังนี้

2.4.3.1 ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ (Independent variable) เป็นตัวแปรที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้นเพื่อที่จะทำการทดลองว่าเป็น “สาเหตุ” หรือไม่ ตัวแปรอิสระนี้บางทีเรียกว่า ตัวแปรการทดลอง (Experimental variable) หรือตัวแปรจัดกระทำ นิยมใช้สัญลักษณ์ X

2.4.3.2 ตัวแปรตาม (Dependent variable) เป็นตัวแปรที่ต้องการทราบว่าเป็น “ผล” ที่เกิดจาก “สาเหตุ” หรือไม่ นิยมใช้สัญลักษณ์ Y

2.4.3.3 ตัวแปรเชื่อมโยง (Intervening variable) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ตัวแปรสอดแทรก เกิดขึ้นจากกระบวนการทางจิตวิทยาระหว่างดำเนินการทดลอง จึงไม่สามารถควบคุมตัวแปรชนิดนี้ได้และมีผลต่อพฤติกรรมที่แสดงออกมาด้วย จากการที่ตัวแปรนี้เกิดขึ้นระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม จึงอาจเรียกว่า ตัวแปรภายใน ก็ได้ เช่น ความโกรธ ความวิตกกังวล การปรับตัว การจูงใจ เป็นต้น

2.4.3.4 ตัวแปรแทรกซ้อนหรือตัวแปรภายนอก (Extraneous variable) เป็นตัวแปรที่เกิดขึ้นและอาจมีอิทธิพลต่อผลการทดลองโดยที่ผู้วิจัยไม่ต้องการให้เกิดขึ้นหรือ ไม่ต้องการทราบตัวแปรชนิดนี้นักวิจัยสามารถกำหนดวิธีการควบคุมได้ จึงเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ตัวแปรควบคุม (Control variable) ตัวแปรแทรกซ้อนอาจเกิดขึ้นได้จากแหล่งต่างๆ กัน ดังนี้

1) จากกลุ่มตัวอย่างหรือกลุ่มประชากร กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองทำให้เกิดตัวแปรแทรกซ้อนได้มากมาย เช่น อายุ ความรู้พื้นฐาน ระดับการศึกษา เชื้อชาติ บุคลิกภาพ สติปัญญา ความถนัด สภาพของครอบครัว ความสนใจ เจตคติ เป็นต้น

2) จากวิธีดำเนินการทดลองและการทดสอบในการวิจัยเชิงทดลอง วิธีดำเนินการทดลองและการทดสอบก็อาจมีตัวแปรแทรกซ้อนเกิดขึ้นด้วย เช่น ความผิดพลาดในวิธีดำเนินการคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ทดสอบ เวลาที่ใช้ทดสอบ ความลำเอียง ความคลาดเคลื่อนของเวลาที่ใช้ในการทดลอง

3) จากแหล่งภายนอก สิ่งแวดล้อมก็มีส่วนทำให้เกิดตัวแปรแทรกซ้อนในการวิจัยเชิงทดลองได้เหมือนกัน เช่น บรรยากาศขณะทดลอง เสียงรบกวน สถานที่ที่ไม่เหมาะสม ฯลฯ แต่ตัวแปรแทรกซ้อนเหล่านี้ผู้ทำการวิจัยสามารถควบคุมได้

### 2.4.4 การควบคุมตัวแปรแทรกซ้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ซึ่งใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้นำไปเผยแพร่ต่อสาธารณะชนอันมีตัวแปรแทรกซ้อนเกิดขึ้นเสมอ ซึ่งผู้วิจัยจะต้องควบคุมตัวแปรชนิดนี้ให้หมดไป เพื่อจะได้ทราบว่าตัวแปรตามเป็นผลมาจากตัวแปร

อิสระอย่างแท้จริง การควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนนิยมใช้หลักการควบคุมที่เรียกว่า Max-Min-Con Principle ดังต่อไปนี้

2.4.4.1 เพื่อความแปรปรวนที่เป็นระบบให้มากที่สุด (Maximized systematic variance) เป็นการควบคุมตัวแปรแทรกซ้อน โดยการเพิ่มความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม หรือความแปรปรวนเนื่องมาจากการทดลองให้สูงสุด ซึ่งทำได้โดยการกำหนดวิธีการทดลองให้กับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมให้แตกต่างกันและเป็นอิสระซึ่งกันและกัน ตลอดจนควบคุมเวลาและสภาวะของการทดลองให้เหมาะสม เพื่อให้สามารถจัดกระทำกับตัวแปรอิสระให้ส่งผลต่อตัวแปรตามมากที่สุด

2.4.4.2 ลดความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (Minimized error variance) เป็นการควบคุมตัวแปรแทรกซ้อน โดยการทำให้ค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าน้อยที่สุดหรือเป็นศูนย์ ซึ่งความคลาดเคลื่อน (Error) แบ่งได้เป็น 2 ชนิดดังนี้

1) ความคลาดเคลื่อนอย่างมีระบบ (Systematic error) เป็นความคลาดเคลื่อนที่มีผลต่อกลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่มอย่างเท่าเทียมกัน เช่น ความบกพร่องของเครื่องมือวัด การจับเวลา ทดสอบผิดพลาด เป็นต้น ซึ่งผู้วิจัยสามารถแก้ไขความคลาดเคลื่อนนี้ได้ กล่าวคือ ถ้าทราบว่าเครื่องมือวัดมีความบกพร่องก็แก้ความคลาดเคลื่อนได้ โดยการสร้างเครื่องมือวัดให้มีความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นสูง ตลอดจนให้มีความเป็นปรนัย และมีประสิทธิภาพสูงด้วย

2) ความคลาดเคลื่อนอย่างสุ่ม (Random error) เป็นความคลาดเคลื่อนที่เกิดกับกลุ่มตัวอย่างบางส่วน ทำให้เกิดความไม่เท่ากันของโอกาสในการเกิดขึ้นของตัวแปรแทรกซ้อน เช่น ความเหนื่อย ความประมาทเลินเล่อ การเดาของผู้ถูกทดลอง ความสนใจ อารมณ์ สุขภาพ ร่างกาย ฯลฯ ความคลาดเคลื่อนชนิดนี้สามารถแก้ไขโดยใช้กฎการแจกแจงปกติ (Normal distribution law) คำนวณหาค่าสถิติเพื่อจัดกระทำกับความคลาดเคลื่อนนี้

2.4.4.3 ควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนที่ส่งผลอย่างมีระบบ (Control extraneous systematic variance) เป็นการควบคุมหรือจัดให้ตัวแปรอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการทดลองออกให้หมด เพื่อให้ตัวแปรตามที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากตัวแปรอิสระเท่านั้น มีวิธีการทำดังนี้

1) การสุ่ม (Randomization) วิธีนี้ถือว่าเป็นวิธีที่ดีที่สุด เป็นการกระทำให้กลุ่มตัวอย่างที่สุ่มออกมาจากกลุ่มประชากรมีคุณสมบัติด้านต่างๆ พอกๆ กัน จึงสามารถควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนได้

2) การเพิ่มตัวแปร (Add to the design) ในกรณีที่ตัวแปรแทรกซ้อนบางตัวควบคุมได้ยาก ก็ให้เอาตัวแปรนั้นเพิ่มเข้าไปโดยถือว่าเป็นตัวแปรอิสระที่จะต้องศึกษาด้วย

3) การจับคู่ (Matching) เป็นการใช้กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่มีคุณสมบัติเหมือนกัน คือ ให้มีลักษณะของตัวแปรแทรกซ้อนในระดับที่เท่าๆ กัน การจับคู่มี 2 แบบคือ

3.1 จับกลุ่ม (Matched group) เป็นการจัดให้ทั้ง 2 กลุ่มมีคุณสมบัติเหมือนกัน โดยมีได้ค้ำึงถึงว่าสมาชิกในกลุ่มจะเท่ากันเป็นรายบุคคลหรือไม่ ซึ่งทำได้โดยการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มแล้วนำทั้ง 2 กลุ่มหรือหลายๆ กลุ่มมาทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และความแปรปรวน ( $S^2$ ) ถ้าพบว่าแตกต่างกัน ก็ต้องจัดกลุ่มใหม่เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างที่มีค่าเฉลี่ยที่ไม่แตกต่างกัน

3.2 จับคู่รายบุคคล (Matched subjects) เป็นการจัดให้บุคคลที่มีความเหมือนกันหรือเท่าเทียมกันมาจับคู่กัน แล้วแยกออกเป็นคนละกลุ่ม ทำเช่นนี้จนได้ครบตามจำนวนที่ต้องการ ก็จะได้กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่มีคุณสมบัติทุกด้านเหมือนกัน นำ 2 กลุ่มนี้มาทดสอบคุณัยสำคัญเชิงสถิติเพื่อดูความแตกต่างของค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนเช่นเดียวกับการจับกลุ่ม

2.4.4.4 การใช้สถิติ (Statistical control) เทคนิควิธีการทางสถิติที่สามารถนำมาควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนได้ก็คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of covariance) จะสามารถปรับคุณสมบัติที่แตกต่างกันของกลุ่มตัวอย่างได้ ทำให้ผลที่ปรากฏเป็นผลจากการทดลองเท่านั้น

2.4.4.5 การตัดทิ้ง (Elimination) เป็นการขจัดตัวแปรที่คิดว่ามีส่วนเกี่ยวข้องกับการทดลองออกไป เช่น ถ้าคิดว่าควรสนใจเกี่ยวข้องกับการทดลองและจะไม่เอามาเป็นตัวแปรอิสระจำเป็นจะต้องตัดตัวแปรนี้ออกไป วิธีการ ก็คือ เลือกเอากลุ่มตัวอย่างที่มีความสนใจเหมือนกัน เป็นต้น

#### 2.4.5 ข้อบกพร่องของการวิจัยเชิงทดลอง

ในการวิจัยเชิงทดลองมักพบข้อบกพร่องที่สำคัญๆ ดังนี้

2.4.5.1 กลุ่มตัวอย่างส่งผลให้การวิจัยคลาดเคลื่อน เช่น กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม การทดลองมีคุณสมบัติหรือลักษณะแตกต่างกันมาก เช่น พื้นฐานทางวัฒนธรรม สติปัญญา เป็นต้น หรือไม่ได้รับการกระทำ (Treatment) ที่เหมือนกัน หรือกลุ่มตัวอย่างถูกจัดกระทำในเรื่องที่มีพื้นฐานนั้นๆ อยู่แล้ว

2.4.5.2 ขาดการควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนที่รัดกุม ดังนั้นผลการทดลองจึงอาจไม่เป็นผลเนื่องจากการทดลอง

2.4.5.3 แบบแผนการทดลองขาดความเที่ยงตรงทั้งภายในและภายนอก (Internal and External validity) เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแบบสงวนเนื้อหา และต้องอยู่ เรื่องนี้ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1) ไม่สามารถตรวจสอบสมมติฐานได้หมด
- 2) การเลือกกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นตัวแทนของมวลประชากร

- 3) เครื่องมือขาดความเชื่อมั่น ความเที่ยงตรง
- 4) ข้อมูลที่ได้ขาดความเชื่อมั่น ความเที่ยงตรง
- 5) ผลการทดลองไม่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายในการทดลอง

#### 2.4.5.4 การใช้สถิติวิเคราะห์ที่ไม่เหมาะสมกับงานวิจัย

2.4.5.5 การสรุปผลการทดลองมักจะขาดความเชื่อมั่น ความเที่ยงตรง เพราะการควบคุม การวางแผนต่างๆ ไม่รัดกุม

### 2.4.6 ประโยชน์ของการวิจัยเชิงทดลอง

การวิจัยเชิงทดลองมีประโยชน์ดังนี้

2.4.6.1 ทำให้ทราบถึงองค์ประกอบที่เป็นสาเหตุของปรากฏการณ์ต่างๆ ได้อย่างเด่นชัด

2.4.6.2 เป็นการวิจัยที่เหมาะสมกับวิชาที่เป็นศาสตร์บริสุทธิ์ เช่น วิทยาศาสตร์ จิตวิทยา วิศวกรรมศาสตร์ เป็นต้น

2.4.6.3 ผลที่ได้จากการวิจัยด้านการเรียนการสอนสามารถนำมาช่วยพัฒนาการศึกษาให้ดีขึ้น และทำให้ครู อาจารย์มีความรู้กว้างขวาง

2.4.6.4 ช่วยให้ทราบจุดอ่อนของการเรียนการสอน และสามารถแก้ไขได้ตรงจุด (นิภาศรี ไพโรจน์, (2549), [Internet] <http://www.watpon.com/Elearning/res13.htm>)

## 2.5 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นมีการนำเสนอในรูปแบบต่างๆ มาผสมผสานกัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการถ่ายทอดและทำความเข้าใจให้เด่นชัด ซึ่งรูปแบบต่างๆ การสอน (Instruction) มีอยู่หลายวิธี คำว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือ Computer Assisted Instruction : CAI หมายถึง โปรแกรมคอมพิวเตอร์หลายรูปแบบที่พัฒนาขึ้นเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสอนและการรับรู้ของผู้เรียน

การแบ่งรูปแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะขึ้นอยู่กับความคิดของนักคอมพิวเตอร์การศึกษาแต่ละคน แต่ก็พอสรุปตามการใช้งานได้ 5 ประเภท คือ

### 1. CAI แบบการศึกษาเนื้อหาใหม่ (Tutorial)

เอกสารนี้เป็นเอกสาร CAI แบบศึกษาเนื้อหาใหม่ คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ซึ่งเสนอเนื้อหาแก่ผู้เรียนไม่ว่าจะเป็นเนื้อหาใหม่หรือการทบทวนเนื้อหาเดิมก็ตาม และส่วนใหญ่จะมีแบบทดสอบ หรือแบบฝึกหัดเพื่อการทดสอบความเข้าใจแก่ผู้เรียน ด้วย CAI แบบ Tutorial พัฒนาขึ้นมาจากความเชื่อที่ว่า

คอมพิวเตอร์เป็นสื่อประเภทอุปกรณ์ที่ช่วยให้การเรียนรู้ มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับการเรียนจากชั้นเรียนจริง หรืออาจจะกล่าวได้ว่า สามารถแทนครูผู้สอนได้หลายหมวด การสอนนั้นไม่ได้มีข้อจำกัดอยู่ในโรงเรียนเท่านั้น แต่ยังสามารถขยายไปถึงการอบรม (Training) ในระดับและสาขาอาชีพต่างๆ ซึ่งก็อาจมีการผสมผสานการเรียนรู้และการฝึกอบรมด้วยตนเองหลายๆรูปแบบ และ CAI ก็เป็นวิธีที่เข้าไปมีบทบาทในการฝึกอบรม การใช้ CAI แบบ tutorial ในระบบการศึกษาปกติ โดยมีแนวคิดที่ว่าน่าจะใช้แทนครูผู้สอนก็ยังเป็นปัญหาที่ถกเถียงกันอยู่ เพราะว่าอาจจะต้องทำให้ครูตงงานหรือไม่มีบทบาทสำคัญในความเป็นครู แต่ก็ยังมีผู้คนอีกจำนวนมากที่เชื่อว่าไม่มีสื่อการสอนชนิดใด ที่จะถ่ายทอดความรู้ ความคิด ทักษะ หรือ ทักษะ ได้ดีเท่ากับมนุษย์ด้วยกันซึ่งก็หมายถึงอาจารย์ที่ตีนั้นเอง

ปัญหาการใช้ CAI แบบ Tutorial เพื่อสอนแทนอาจารย์ รวมไปถึงความพร้อมด้านงบประมาณ โครงสร้างของกรศึกษา รวมทั้งปัญหาเฉพาะด้านของแต่ละแห่ง แต่จากความเชื่อในการพัฒนาด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ทำให้นักคอมพิวเตอร์ศึกษาเชื่อว่าบทบาทของ CAI แบบ Tutorial ในอนาคตมีค่อนข้างสูงที่จะใช้ในการสอนกึ่งทบทวนหรือเพื่อการศึกษาล่วงหน้าก่อนการเรียนในชั้นปกติ ผู้เรียนอาจจะเรียนด้วยความสนใจ หรืออาจเป็นการสั่งงานจากผู้สอนทั้งนอกและในเวลาเรียนตามปกติ

## 2. CAI แบบฝึกทบทวน (Drill and Practice)

CAI ประเภทแบบฝึกทบทวน คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่มุ่งเน้นให้ผู้ผู้ใช้ ทำแบบฝึกหัดจนมีความสามารถเข้าใจในเนื้อหาในบทเรียนนั้นๆ ได้ CAI ประเภทแบบฝึกหัดเป็น CAI ประเภทที่ได้รับความนิยม เนื่องจากเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนอ่อนหรือเรียนไม่ทันคนอื่น ๆ ได้มีโอกาสเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนสำคัญๆ ได้ โดยที่ผู้สอนไม่ต้องเสียเวลาในชั้นเรียนอธิบายเนื้อหาซ้ำแล้วซ้ำอีก การออกแบบเพื่อทบทวนความรู้ที่ได้เรียนไปแล้ว รูปแบบเป็นการผสมผสาน การทบทวนแนวคิดหลักและฝึกฝนในรูปแบบของการทดสอบบทเรียน ส่วนมากจะเป็นบทเรียนด้านภาษาศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ซึ่งลักษณะของเนื้อหาจะเน้นด้านความรู้

## 3. CAI แบบสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation)

CAI ประเภทสถานการณ์จำลอง คือ การนำคอมพิวเตอร์เสนอบทเรียนในรูปแบบของการจำลองแบบ (Simulation) โดยการจำลองสถานการณ์ที่เหมือนจริงขึ้นและบังคับให้ผู้เรียนต้องตัดสินใจแก้ปัญหา ในตัวบทเรียนจะมีคำแนะนำเพื่อช่วยในการตัดสินใจของผู้เรียนและแสดงผลในการตัดสินใจ ข้อดีของการใช้ CAI ประเภทสถานการณ์จำลอง คือ การลดค่าใช้จ่ายและอันตรายที่จะเกิดขึ้นได้ จากการเรียนรู้ที่เกิดจากสถานการณ์จริง การออกแบบเพื่อเป็นการสอนเนื้อหาใหม่ หรือใช้เพื่อสอนเสริมในสิ่งที่ทดลองไปแล้ว โดยการเน้นที่รูปแบบการสร้างสถานการณ์ ตัวอย่างเช่น การสร้างสถานการณ์แบบบทบาทสมมติ (Role Play) เพื่อการสอนหรือ

การทบทวน เรื่อง ธรรมชาติ หรือ อาจเป็นการจำลองสถานการณ์ที่เป็นการทดลองด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องให้ผู้เรียนรู้สถานการณ์จำลองให้เข้าใจก่อนที่จะปฏิบัติการจริง

#### 4. CAI ประเภทเกมสอน (Instructional Games)

CAI ประเภทเกม คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ทำให้ผู้ใช้มีความสนุกสนานเพลิดเพลิน เกมคอมพิวเตอร์ทางการศึกษาเป็น CAI ประเภทสำคัญประเภทหนึ่ง เนื่องจากจะกระตุ้นให้เกิดความสนใจในการเรียน CAI ประเภทนี้ นิยมใช้กับเด็กตั้งแต่ระดับประถมศึกษาไปจนถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย นอกจากนี้ ยังสามารถนำมาใช้กับผู้เรียนระดับอุดมศึกษาเพื่อเป็นการปูแนวทางให้ผู้เรียนได้เกิดความรู้สึกที่ดีกับการเรียนทางคอมพิวเตอร์ได้อีกด้วย CAI แบบเกมการสอนได้ถูกพัฒนาขึ้นมาจากแนวคิดและทฤษฎีการเสริมแรง (Reinforcement Theory) บนพื้นฐานการค้นพบว่า ความต้องการในการเรียนรู้ซึ่งเกิดจากแรงจูงใจภายใน (Intrinsic Motivation) ซึ่งจะให้ผลได้ดีกว่าการเรียนรู้ที่เกิดจากแรงจูงใจภายนอก (Extrinsic Motivation)

#### 5. CAI แบบใช้ทดสอบ (Test)

CAI ประเภทแบบทดสอบ คือ การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการสร้างแบบทดสอบ การจัดการสอบ การตรวจให้คะแนน การคำนวณผลสอบ ข้อดีของการใช้คอมพิวเตอร์แบบทดสอบ คือ การที่ผู้เรียนได้รับผลย้อนกลับทันที (Immediate Feedback) ซึ่งเป็นข้อจำกัดของการทดสอบที่ใช้กันอยู่ทั่วไป นอกจากนี้ การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการคำนวณผลสอบก็ยังมีความแม่นยำและรวดเร็วอีกด้วย

CAI แบบทดสอบนี้ ออกแบบสร้างได้ง่ายกว่าแบบอื่นๆ จุดประสงค์หลักก็คือ การทดสอบความรู้ และพิมพ์การทดสอบของนักเรียน ซึ่งการสอบอาจจะเป็นการสอบ ก่อนเรียน (Pre-test) หรือการทดสอบหลังเรียน (Post-Test) หรืออาจจะเป็นทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ข้อสอบต่างๆ อาจจะถูกเก็บในรูปแบบของคลังข้อสอบ (Item Bank) เพื่อสะดวกต่อการสุ่มมาใช้ได้ ลักษณะของข้อสอบจะอยู่ในรูปแบบที่คอมพิวเตอร์สามารถประเมินการถูกหรือผิดได้ เช่น แบบเลือกตอบ (Multiple Choices) หรือแบบถูกผิด (True- False)

#### 2.5.1 การแก้ไขปัญหาจากการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การนำบทเรียน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนคงไม่สามารถบ่งบอกได้ว่าเป็นสื่อที่ดีที่สุด เพราะจากการที่กล่าวมาเบื้องต้นแล้วว่าสื่อทุกชนิดมีข้อจำกัด มีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันไป สื่อคอมพิวเตอร์ไม่สามารถแก้ปัญหาแทนคนได้ทุกอย่าง ผู้เรียนบางกลุ่มไม่สามารถใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ เนื่องจากไม่มีคอมพิวเตอร์ การนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ไปใช้ก็อาจไม่ประสบผลแต่ก็ยังมีข้อดี คือ ปัจจุบันอย่างหนึ่งที่ทำให้ CAI มีความนิยมคือการที่ CAI สามารถเข้ามาช่วยแก้ปัญหาทางการศึกษาได้เป็นอย่างดี ซึ่งสามารถจำแนกได้ดังนี้คือ

2.5.1.1 ปัญหาการสอนแบบตัวต่อตัว (Secretes) นักปราชญ์เอกคนหนึ่งของโลกได้เคยกล่าวไว้ว่า รูปแบบการเรียนการสอนที่ดีที่สุดก็คือ การเรียนการสอนในลักษณะตัวต่อตัวที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีโอกาสปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนได้มากที่สุด ผู้สอนก็สามารถตอบสนองความต้องการของผู้เรียนได้ทันที แต่เนื่องจากสภาพสังคมในปัจจุบัน อัตราส่วนของครูต่อนักเรียนค่อนข้างสูง การสอนแบบตัวต่อตัวในสถานศึกษาในปัจจุบันแทบจะเป็นไปไม่ได้เลย ดังนั้น CAI จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยทดแทนการสอนแบบตัวต่อตัว

2.5.1.2 ปัญหาเรื่องภูมิหลังของนักศึกษา นักเรียนแต่ละคนในห้องหนึ่งๆ จะมีความรู้พื้นฐานที่แตกต่างกันไป โดยเฉพาะสภาพการศึกษาในปัจจุบันมีนักศึกษาจำนวนมากและการจัดการศึกษาพื้นฐานนั้นมีความหลากหลายมากบางคนได้มาจากการสอบเทียบชั้น บางคนก็ได้มาจากการเรียนตามหลักสูตรซึ่งแต่ละคนจะมีพื้นฐานความรู้แตกต่างกันแน่นอน แต่ CAI จะทำให้ผู้เรียนศึกษาตามความรู้ ความสามารถของตน เลือกความเร็วหรือช้าในการเรียนของตนเองได้ และยังสามารถเลือกเรียนเฉพาะเนื้อหาส่วนที่ต้องการทบทวน และไม่ต้องเรียนในเนื้อหาที่เข้าใจเป็นอย่างดีแล้ว

2.5.1.3 ปัญหาการขาดแคลนผู้สอน CAI เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่พร้อมจะทำงานอย่างต่อเนื่องและตลอดเวลา ถ้าจะเปรียบเทียบกับครูผู้สอนแล้ว CAI จะมีข้อได้เปรียบที่ว่า ข้อจำกัดทางอารมณ์ ไม่เคยเหนื่อย ไม่เคยเบื่อ ไม่เคยบ่น และไม่เคยอารมณ์เสียกับผู้เรียนในขณะที่ครูยังมีอารมณ์และความระอาซึ่งอาจส่งผลต่อการสอนได้ในที่สุด

2.5.1.4 ปัญหาการขาดแคลนเวลาเรียนของผู้เรียนและขาดแคลนเวลาของผู้สอน เพราะผู้เรียนกับผู้สอนอาจจะมีเวลาในการเรียนการสอนไม่พร้อมกัน ดังนั้น CAI จึงถือว่าเป็นรูปแบบการสอนที่มีประสิทธิภาพมากวิธีหนึ่ง จากงานวิจัยของสหรัฐอเมริกา พบว่า นักศึกษาใช้ CAI ช่วยใช้เวลาสำหรับการเรียนสองในสามของเวลาที่ใช้ในการเรียนการสอนโดยวิธีปกติ

อย่างไรก็ตาม การนำ CAI มาใช้ในการเรียนการสอนนั้น ต้องมีการวางแผนอย่างรอบคอบผู้สอนต้องมีการวางแผนล่วงหน้าเพื่อเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียนก่อนในช่วงแรก อาจต้องบังคับให้ผู้เรียนมาใช้ CAI ก่อน โดยเริ่มจาก CAI ที่ไม่ยากจนเกินไป ทั้งด้านเนื้อหาและการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อเป็นการจูงใจให้ผู้เรียน เพื่อเป็นการจูงใจให้สนใจมาเรียนด้วย CAI และทำให้ผู้เรียนตระหนักว่า การใช้คอมพิวเตอร์เป็นสิ่งไม่ยาก และยังได้รับความเพลิดเพลิน หลังจากทำการแนะนำเพื่อกระตุ้นให้เกิดความสนใจแล้ว ควรแนะนำผู้เรียนให้เกิดการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.5.2 สื่อผสม (Multimedia)

สื่อผสม หมายถึง สื่อที่นำมาใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งประกอบด้วย ข้อความ กราฟิก ภาพเคลื่อนไหว และเสียง เป็นสื่อที่จะถูกนำเอามาผสมผสานเข้าด้วยกันโดยใช้เทคนิคสร้างการนำเสนอที่มีการบูรณาการซึ่งกันและกัน

### 2.5.3 เอกสารสื่อสารข้อความ

เอกสารสื่อสารข้อความนี้จะเกี่ยวข้องกับการอธิบายกลวิธีสร้างนำเสนอเนื้อหาบนจอภาพด้วยข้อความ เช่น การสรุปเนื้อหา การอธิบายเทคนิคพิเศษ เพื่อกำหนดปริมาณการนำเสนอและเทคนิคซึ่งต้องได้รับการกำหนดรายละเอียดที่เฉพาะเจาะจง ได้แก่ การเคลื่อนที่ของตัวอักษร เทคนิคเปลี่ยนอักษร หรืออื่นๆ

ข้อความที่จะเขียนด้วยเอกสารนี้ ได้แก่ ข้อความที่มีปริมาณเนื้อหาที่ต่อเนื่อง เช่น ในการกำหนดให้นำเสนอข้อความภายในกรอบความรู้หนึ่ง จะต้องแบ่งข้อความในแต่ละเฟรมที่นำเสนอต้องการให้แสดงผล ภายในกรอบความรู้ที่ตำแหน่งเดียวกัน ข้อความที่ต้องการสร้างการนำเสนอในลักษณะดังกล่าวควรเขียนด้วยเอกสารสื่อ ข้อความ แต่ถ้าเป็นข้อความสั้นๆ เช่น ชื่อเรื่อง หรือ คำแนะนำที่ต้องการให้ปรากฏบนจอภาพควรเขียนและกำหนดตำแหน่งเอาไว้ภายในเอกสารกรอบความรู้

### 2.5.4 เทคนิคสร้างการนำเสนอสื่อข้อความ

การเขียนเอกสารสื่อข้อความเพื่อนำเสนอผ่านจอภาพคอมพิวเตอร์หรือกรอบแสดงเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้ออกแบบควรคำนึงถึงเอกสาร ดังนี้

2.5.4.1 เลือกใช้แบบอักษรที่อ่านง่าย และใช้แบบอักษรที่สอดคล้องกันภายในจอภาพ หรือใช้แบบอักษรไม่เกิน 3 แบบ ต่อหนึ่งจอภาพ

2.5.4.2 ควรแบ่งปริมาณข้อความที่พอเหมาะต่อการนำเสนอบนจอภาพเช่นใช้ข้อความไม่เกิน 7 แถว ต่อหนึ่งจอภาพ

2.5.4.3 การเสนอเนื้อหาที่มีข้อความในปริมาณที่มาก และต่อเนื่องควรกำหนดให้แสดงผลร่วมกับใช้สื่อที่เหมาะสมจะทำให้บทเรียนนั้นน่าสนใจ เช่น เสียงบรรยาย หรือดนตรี

2.5.4.4 ควรตรวจสอบตัวสะกด คำอุปมาอุปมัย ถ้าจะให้ปรากฏบนจอภาพควรเป็นถ้อยคำที่สร้างความเข้าใจได้ตรงกัน

2.5.4.5 ควรหลีกเลี่ยงการใช้ข้อความที่มีกรอบตัวอักษรสำหรับการอธิบาย เนื้อหา หากต้องการใช้ตัวอักษรแบบนี้ควรเป็นตัวอักษรที่มีขนาดใหญ่ และใช้กับข้อความนำเรื่องเท่านั้น

2.5.4.6 การใช้ข้อความใหญ่สีขาวยบนพื้นสีน้ำเงินจางๆ จะก่อให้เกิดการกระตุ้นความสนใจหรือสร้างความสงสัยของผู้ใช้บทเรียนได้

2.5.4.7 ข้อความที่ต้องการกำหนดให้เกิดเงื่อนไข เพื่อสร้างการเชื่อมโยงไปยังจอภาพอื่นควรขีดเส้นใต้ข้อความนั้นและใช้สีที่แตกต่างจากข้อความตัวพื้นอื่นๆ

2.5.4.8 หลีกเลี่ยงการใช้สีตัวอักษรอธิบายเนื้อหาที่ตัดกับสีพื้น

2.5.4.9 ใช้ข้อความที่สร้างความเข้าใจง่าย ๆ และหลีกเลี่ยงการใช้ถ้อยคำเชิงบังคับหรือละเมิดสิทธิบุคคล

สรุป เทคนิคสร้างการนำเสนอด้วยสื่อต่างๆ ผู้ออกแบบจะต้องนำมาผสมผสานกันให้เหมาะสม และสร้างสรรค์เพื่อการนำเสนอในจังหวะที่สื่อความหมายอย่างบูรณาการซึ่งกันและกันได้แก่

1) หลีกเลี่ยงการใช้สื่อรบกวนความสนใจและการรับรู้ของผู้เรียน โดยไม่นำเสนอด้วยสื่อหลายๆ ชนิด ในขณะเดียวกัน เช่น การใช้เสียงบรรยายในขณะที่กำลังนำเสนอข้อความหรือกราฟิกอื่นด้วยเทคนิคพิเศษ เพราะจะเป็นการเปิดช่องทางรับสารหลายช่องทางในเวลาเดียวกัน ทำให้เกิดปัญหาในการฟังและรบกวนการรับรู้ของบุคคล

2) เลือกใช้ชนิดของสื่อให้เหมาะสมสำหรับการอธิบายเนื้อหาที่แตกต่างกัน โดยคำนึงถึงด้านข้อดีและข้อจำกัดในการสร้างการนำเสนอด้วยสื่อแต่ละชนิด

3) ควรนำเสนอข้อความสั้นๆ บนจอภาพ แล้วจึงใช้เสียงบรรยายหรืออธิบายเนื้อหาที่ละเอียดเป็นการขยายความนั้น

4) ใช้เทคนิคหน่วยจังหวะเพื่อสร้างการนำเสนอด้วยสื่อที่มีบูรณาการทั้งในด้านปริมาณและด้านคุณภาพ

5) หลีกเลี่ยงการนำเสนอวิดีโอในช่วงสั้นๆ ในขณะที่ผู้อ่านยังคงรับรู้อยู่กับสื่อชนิดอื่น

6) ใช้เทคนิคเปลี่ยนผ่าน เช่น เทคนิคเปิดภาพเทคนิคเลื่อนภาพ เป็นต้น เพื่อสร้างการนำเสนอระหว่างจอภาพที่คงที่ ไม่สับสน และใช้เทคนิคสร้างการเคลื่อนที่ เพื่อดึงดูดความสนใจช่วงจังหวะที่เหมาะสม

7) ใช้เทคนิคเปลี่ยนผ่านเพื่อนำเสนอที่เหมาะสม เน้นจังหวะและภาพแบบการเปลี่ยนผ่านที่ใช้ไม่ควรหลากหลายจนเกินไป

## 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
สร้อย รินคำ (2548 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียน  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้  
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องไฟฟ้าสถิตในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์  
ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นพนักงานระดับปฏิบัติการในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

ของบริษัท ชันโยเซมิคอนดักเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด จำนวน 20 คน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 81.33/82.66 ตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังจากการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ประยูทธิ์ นิลวงศ์ (2548 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องการฝึกปฏิบัติงาน คอมพิวเตอร์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษา โดยนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช) แผนกไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 20 คน ผลการวิจัยปรากฏว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการฝึกปฏิบัติงานคอมพิวเตอร์ วิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ มีประสิทธิภาพ  $E_1/E_2 = 84.5/80.25$  ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

สุรสิทธิ์ ทรละคร (2545 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง เครื่องปรับอากาศรถยนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2540 โดยกลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 3 แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ภาคเรียนที่ 1/2544 จำนวน 60 คน ซึ่งแบ่งออกเป็นกลุ่มทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนจำนวน 20 คน กลุ่มที่ 2 เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำนวน 20 คน กลุ่มที่ 3 เรียนโดยวิธีสอนปกติของครู จำนวน 20 คน ผลวิจัยปรากฏว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 83.63/80.62 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 80/80 โดยมีนัยทางสถิติ 0.05

ดิษฐพล วชิรตระการวงศ์ (2548 : บทคัดย่อ) ได้ทำการพัฒนาและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่องการใช้คำสั่ง เอสคิวแอล ของวิจาาระบบการจัดการฐานข้อมูล โดยใช้กลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ชั้นปีที่ 2 ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการจัดการฐานข้อมูลจำนวน 30 คน ผลวิจัยปรากฏว่า บทเรียนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาก่อนเรียนสูงกว่าก่อนเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

สุวิทย์ คงประเสริฐ (2548 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยสร้างและหาประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่อง หน่วยความจำแบบแฟลช บริษัท สเปนชัน (ไทยแลนด์) จำกัด โดยตั้งสมมติฐานว่า โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ พนักงานช่างเทคนิค บริษัท สเปนชัน (ไทยแลนด์) จำกัด ที่สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตร วิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาไฟฟ้าหรืออิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 20 คน ทำการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง ผลการวิจัยพบว่า โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่อง

หน่วยความจำแฟลช บริษัท สแปนชั่น (ไทยแลนด์) จำกัด มีประสิทธิภาพ 84.08/85.80 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สรรเสริญ ทรงเผ่า และคณะ (2549 : บทนำ) ได้ทำการวิจัย เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า หลังจากที่ บมจ.ทีโอที ได้เปลี่ยนระบบติดตั้งชุมสายโทรศัพท์ ระบบ Cross Bar มาเป็นระบบ SPC (Storages Programmable Control) ปัญหาที่พบเสมอ คือ การชำรุดเสียหายของแผ่นวงจรจำนวนมาก และมีการหยุดชะงักชั่วคราว (Interrupted) โดยต้นเหตุเกิดจากฟ้าผ่าเสาอากาศและเกิดจากไฟฟ้าเสิร์จทางแหล่งจ่ายไฟฟ้า 220 โวลต์ เป็นต้น ผู้ประดิษฐ์จึงออกแบบระบบป้องกันฟ้าผ่า ด้วยรูปแบบและกรรมวิธีใหม่เพื่อแก้ปัญหาทางวิศวกรรมที่สมบูรณ์ที่สุด เนื่องจากกำหนดวงจรฟ้าผ่าให้เป็นอิสระ หรือ Normal mode circuit โดยนำปริมาณของดินขนาดใหญ่ ที่มีค่าความต้านทานคงตัวมาถ่ายเทประจุไฟฟ้าระหว่างก้อนเมฆกับพื้นดิน ทำให้ไม่เกิดฟ้าผ่าหรือถ้าเกิดฟ้าผ่ากระแสฟ้าผ่าจะมีค่าต่ำ เป็นผลให้ไม่เกิดความเสียหายต่อระบบสื่อสาร โทรคมนาคม และสามารถประหยัดงบประมาณในการซ่อมบำรุงได้ไม่น้อยกว่า 200 ล้านบาทต่อปี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยเรื่อง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการวิจัยผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ
- 3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

##### ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ที่ลงทะเบียนเรียน วิชา การป้องกันระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 5574405 ในภาคเรียนที่ 2/2550 จำนวน 43 คน

กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในงานวิจัย มี 4 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 หมายถึง นักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ศูนย์การศึกษาจังหวัดนครปฐม ที่ผ่านการเรียน วิชา การป้องกันระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 5574405 มาแล้ว ในภาคเรียนที่ 1/2550 จำนวน 30 คน สำหรับหาคุณภาพของแบบทดสอบ

กลุ่มที่ 2 หมายถึง นักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง ที่ไม่เคยเรียน วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 5574405 มาก่อน จำนวน 9 คน โดยมีผลการศึกษา เก่ง ปานกลาง และอ่อน เท่าๆ กัน เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กลุ่มที่ 3 หรือ กลุ่มทดลอง ประกอบด้วย นักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ที่ลงทะเบียนเรียน วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 5574405 ในภาคเรียนที่ 2/2550 จำนวน 20 คน ที่เรียนมาแล้วจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา

กลุ่มที่ 4 หรือ กลุ่มควบคุม ประกอบด้วย นักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ที่ลงทะเบียนเรียน วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 5574405 ในภาคเรียนที่ 2/2550 จำนวน 20 คน เรียนวิธีปกติดด้วยคู่มือครูจากอาจารย์ผู้สอนเพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

3.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างกระบวนการเรียน ( $E_1$ ), แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังกระบวนการเรียนเมื่อเรียนจบครบทุกบทเรียน ( $E_2$ ), แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test), และแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test)

3.2.3 แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า โดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้งด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

3.2.4 คู่มือครู หมายถึง เอกสาร หนังสือของอาจารย์ผู้สอนที่ใช้ในการเรียนการสอนโดยวิธีปกติ ในวิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 5574405 ประกอบด้วย แผนการสอน เอกสารคำสอน แบบฝึกหัดท้ายบท และมีเนื้อหาครอบคลุม เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า

### 3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

3.3.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1. วิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ศึกษารายละเอียดเนื้อหา เรื่องระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า จากเอกสารประกอบการเรียนการสอนซึ่งมีเนื้อหาตรงตามคำอธิบายรายวิชา ตามหลักสูตร วิทยาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

2. กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ให้สอดคล้องกับเนื้อ ดังรายละเอียดปรากฏใน

#### ตารางที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 การวิเคราะห์เนื้อหาตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า

เนื้อหา	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
<b>1. กระบวนการเกิดฟ้าผ่า</b> 1.1 กระบวนการเกิดฟ้าผ่า 1.2 ลักษณะของการเกิดฟ้าผ่า 1.3 ระยะฟ้าผ่า	สามารถอธิบายถึงกระบวนการเกิดฟ้าผ่าได้ สามารถจำแนกชนิดของการเกิดฟ้าผ่าได้ สามารถบอกถึงระยะฟ้าผ่าได้
<b>2. ผลกระทบจากการเกิดฟ้าผ่า</b> 2.1 สัญญาณไฟกระชอกเนื่องจากเกิดฟ้าผ่า 2.2 ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากฟ้าผ่า 2.3 ย่านปลอดภัยจากฟ้าผ่า	สามารถอธิบายคุณลักษณะของสัญญาณไฟกระชอกเนื่องจากเกิดฟ้าผ่า สามารถอธิบายผลกระทบที่เกิดขึ้นโดยฟ้าผ่าในรูปแบบต่างๆได้ สามารถบอกถึงพื้นที่ ปลอดภัยจากฟ้าผ่าได้
<b>3. การป้องกันฟ้าผ่า</b> 3.1 การป้องกันฟ้าผ่าสำหรับระบบส่งจ่ายไฟฟ้ากำลัง 3.2 การป้องกันฟ้าผ่าสำหรับอาคาร สิ่งก่อสร้างและสิ่งมีชีวิต 3.3 อุปกรณ์ในระบบป้องกันฟ้าผ่า	สามารถอธิบายสาเหตุและแนวทางการป้องกันฟ้าผ่าสำหรับระบบส่งจ่ายเนื่องจากฟ้าผ่าได้ สามารถอธิบายสาเหตุและแนวทางการป้องกันฟ้าผ่าสำหรับอาคาร สิ่งก่อสร้างและสิ่งมีชีวิต สามารถอธิบายหลักการทำงานของอุปกรณ์ในระบบป้องกันฟ้าผ่าได้
<b>4. การออกแบบและการติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่า</b> 4.1 การออกแบบระบบป้องกันฟ้าผ่า 4.2 การติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่า	สามารถออกแบบระบบป้องกันฟ้าผ่าในแต่ละรูปแบบตามลักษณะพื้นที่ได้ สามารถบอกถึงขั้นตอนในการติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่าได้

3. ศึกษาทฤษฎีและหลักการในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า  
 เอกสารที่  
 ไม่ว่าจะ

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. จัดเตรียมโปรแกรมสำหรับสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แก่ โปรแกรม Macromedia Flash 8, Macromedia Fireworks และ Cool Edit Pro.2

5. ออกแบบหน้าจอและเขียนบทดำเนินเรื่อง (Storyboard)

6. นำบทดำเนินเรื่อง (Storyboard) มาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

7. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบความถูกต้องและหาข้อบกพร่อง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

8. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่แก้ไขแล้วเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อประเมินความถูกต้อง ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทั้งด้านเนื้อหาและด้านผลิตสื่อ ดังรายชื่อดังต่อไปนี้

8.1 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน เพื่อพิจารณาความสอดคล้องของเนื้อหา กับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังรายชื่อดังต่อไปนี้

1. อาจารย์ ดร. โกเมศ กาบแก้ว

อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

2. อาจารย์ ชีรพจน์ แนนเนียน

อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า อุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

3. นายสยาม นิพิทานิตย์

วิศวกรระดับ 7 สถาบันนวัตกรรม บริษัท ทีไอที จำกัด (มหาชน)

จากผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า จัดอยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 4.46$ , S.D. = 0.36) (รายละเอียดปรากฏใน ภาคผนวก ค.10) โดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาควรทำการปรับปรุง เรื่อง การใช้ทฤษฎีการติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่าที่เป็นมาตรฐานในประเทศไทย ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำข้อมูล การติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่าที่เป็นมาตรฐานของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยเพิ่มเติม เข้าไปในบทเรียน ทำให้เนื้อหาในบทดังกล่าวมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

8.2 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 3 ท่าน เพื่อพิจารณาความเหมาะสม ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังรายชื่อดังต่อไปนี้

1. ผศ.ดร.ฉันทนา วิริยเวชกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์  
อุตสาหกรรม  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร  
ลาดกระบัง
2. ผศ. ดร.ยุทธ ไกยวรรณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาการจัดการ  
เทคโนโลยี  
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
3. ผศ.ธนกฤต ทองกล้า ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยี  
และนวัตกรรมทางการศึกษา  
คณะครุศาสตร์  
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

จากผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า จัดอยู่ในระดับ ดี ( $\bar{X}=4.37$ , S.D. = 0.64) (รายละเอียดปรากฏใน ภาคผนวก ค.11) นอกจากนี้ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ เห็นควรให้ปรับปรุงดังนี้ 1) เสียบบรรยายในบทเรียนที่ 1 เรื่อง การเกิดฟ้าผ่า ไม่ชัดเจน เนื่องจากเสียงเพลงบรรเลงดังจนเกินไป ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการลดความดังเสียงเพลงบรรเลงลงและบันทึกเสียงบรรยายใหม่ทำให้เสียงในบทที่ 1 ชัดเจนขึ้นและ 2) ปุ่มควบคุมการใช้งานของบทเรียนซับซ้อนใช้งานยาก ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบปุ่มให้มีการใช้งานที่สะดวกขึ้นและมีขนาดที่เหมาะสมกับหน้าหลักของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

9. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ผ่านการแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 ซึ่งมีผลการเรียนระดับ เก่ง ปานกลาง และ อ่อน อย่างละ 1 คน รวม 3 คน เพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องของบทเรียนในด้านต่างๆ เช่น ความถูกต้องของเนื้อหา ความชัดเจนของการนำเสนอเนื้อหา ความชัดเจนของตัวอักษร เป็นต้น นอกจากนี้ผู้วิจัยยังสังเกตพฤติกรรม สัมภาษณ์และบันทึกสิ่งที่ควรแก้ไขเพื่อนำมาปรับปรุงต่อไป

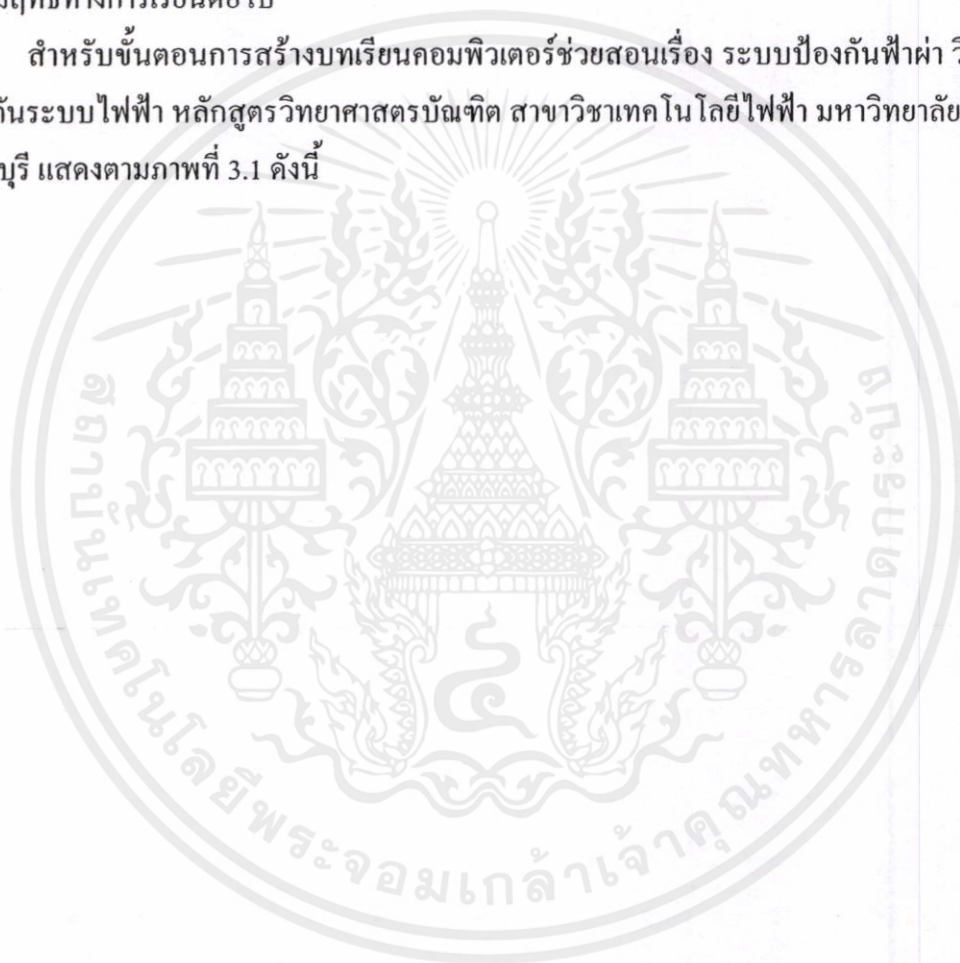
จากผลการทดลองใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มที่ 2 จำนวน 3 คน พบว่า ตัวอักษรไม่ชัดเจน เนื่องจากตัวอักษรมีขนาดเล็กจนเกินไปและสีหัวข้อไม่แตกต่างกับสีของตัวอักษรที่บรรยาย ทำให้อ่านยาก ผู้วิจัยจึงแก้ไขข้อบกพร่องดังกล่าว

10. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มที่ 2 ซึ่งมีผลการเรียนระดับ เก่ง ปานกลาง และอ่อน ระดับละ 2 คน จำนวน 6 คน โดยผู้วิจัยได้บันทึกสิ่งที่ต้องแก้ไขหรือข้อบกพร่องเพื่อทำการปรับปรุงต่อไป

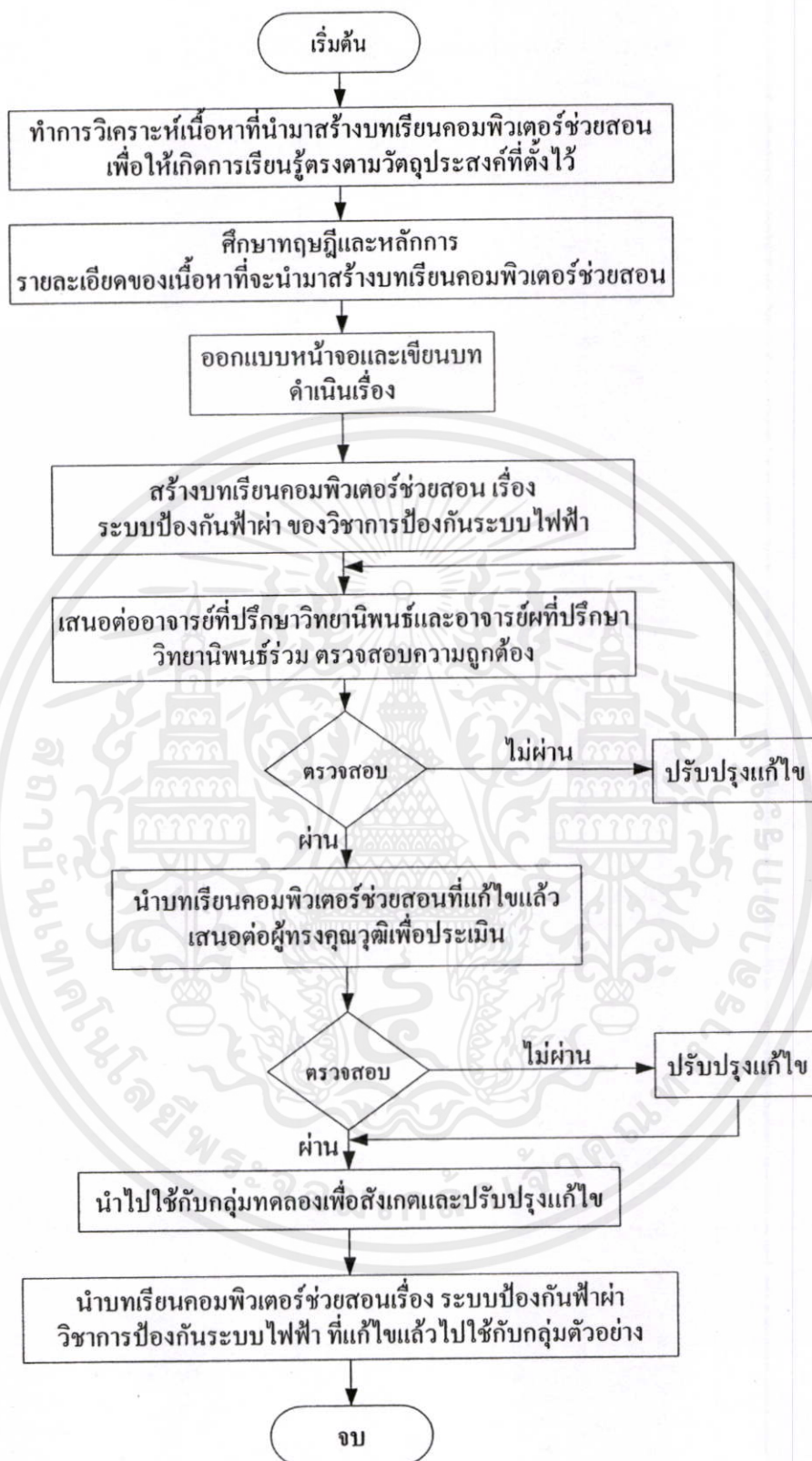
จากผลการทดลองใช้งาน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ ระบุว่ามีความเสี่ยงจากปุ่มควบคุม พร้อมเสนอให้กำหนดเวลาในการทำแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้มีการแก้ไขโดยตัดเสียงของปุ่มควบคุมออกและเพิ่มข้อความระบุเวลาในการทำแบบทดสอบคู่มือการใช้งานโปรแกรม

11. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ที่แก้ไขแล้ว ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มทดลอง จำนวน 20 คน เพื่อหาประสิทธิภาพและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่อไป

สำหรับขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี แสดงตามภาพที่ 3.1 ดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินทางปัญญาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี  
 ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาชั้นต้นด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น การป้องกันระบบไฟฟ้า เนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.2 แบบทดสอบ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า

การสร้างแบบทดสอบมีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบ การเขียนแบบทดสอบ
2. ร่างแบบทดสอบ เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า
  - 2.1 กำหนดน้ำหนักของเนื้อหาแบบทดสอบที่ได้ทำการวิเคราะห์มาแล้วใน ข้อที่ 3.3.1 ในแต่ละบทเรียนเพื่อนำไประบุจำนวนข้อสอบ
  - 2.2 ร่างแบบทดสอบ จำนวน 80 ข้อ เพื่อนำไปหาคุณภาพของข้อสอบ เช่น ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น
  - 2.3 สร้างแบบทดสอบ จำนวน 80 ข้อ ชนิดเลือกตอบจำนวน 4 ตัวเลือก โดยการให้คะแนน ตอบถูก 1 คะแนน และ ตอบผิด 0 คะแนน
  - 2.4 นำแบบทดสอบที่สร้างเสร็จให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบความถูกต้อง
  - 2.5 นำแบบทดสอบที่สร้างเสร็จให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน พิจารณา และตรวจสอบความตรงด้านเนื้อหาของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร IOC (Index of Objective Congruency) หรือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ดังรายนามต่อไปนี้

- |                             |  |
|-----------------------------|--|
| 1. อาจารย์ ดร.โกเมศ กาบแก้ว | อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า<br>คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี<br>มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง    |
| 2. อาจารย์ ชีรพจน์ แนนเนียน | อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า<br>อุตสาหกรรม<br>คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม<br>มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี |
| 3. นายสยาม นิพพิทานิตย์     | วิศวกรระดับ 7<br>สถาบันนวัตกรรม<br>บริษัท ทีไอที จำกัด (มหาชน)   |

ผลการหาค่าความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ข้อสอบข้อที่มี IOC มากกว่า 0.5 แสดงว่า ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน เห็นว่าแบบทดสอบมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรม (บุญเชิด ภิญ โญอนันตพงษ์ , 2538 : 88) สามารถนำไปทดสอบเพื่อหาค่า ความยากง่าย อำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบต่อไป (รายละเอียดปรากฏใน ภาคผนวก ค.5 )

ซึ่งผลการหาค่าความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม  
ได้ผลดังนี้

มีข้อสอบจำนวน	73	ข้อ	ที่มีค่า	IOC	เท่ากับ	1
มีข้อสอบจำนวน	7	ข้อ	ที่มีค่า	IOC	เท่ากับ	0.67

2.6 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า คณะ  
เทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ที่เคยลงทะเบียนเรียนวิชา การป้องกันระบบ  
ไฟฟ้า รหัสวิชา 5574405 มาแล้ว โดยใช้วิธีการเลือกแบบสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย จำนวน 30 คน  
เพื่อวิเคราะห์ หาค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบซึ่งต้องมีค่าอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และ  
ค่าอำนาจจำแนก (r) ต้องมีค่ามากกว่า 0.20

ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ พบว่า ค่าความยาก  
ง่ายของข้อสอบรายข้ออยู่ระหว่าง 0.25 – 0.88 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.25 – 1  
(รายละเอียดปรากฏใน ภาคผนวก ก.7)

2.7 หาค่าความเชื่อมั่นหรือความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ผล  
ของข้อมูลการทำแบบทดสอบ ในข้อที่ 2.5 โดยใช้สูตรการคำนวณ KR20 ของ Kuder – Richardson  
โดยค่าความเชื่อมั่นควรมีค่าไม่ต่ำกว่า 0.6 (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2535 : 142)

ผลการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.98 (รายละเอียด  
ปรากฏใน ภาคผนวก ก.9)

### 3. การวิเคราะห์แบบทดสอบ

3.1 แยกผลคะแนน ออกเป็นกลุ่มเก่ง และ กลุ่มอ่อน โดยใช้เทคนิค 27% นำผลคะแนน  
จากกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มที่ 1 จำนวน 30 คน มีค่าเท่ากับ  $30 \times 27\% = 8.1$  ดังนั้น จำนวนกลุ่มเก่ง และ  
กลุ่มอ่อน จะเท่ากับ 8 คน

3.2 นับจำนวนนักศึกษาที่ได้คะแนนสูงสุดและรองลงมาตามลำดับ จำนวน 8 คน แล้ว  
แยกออกเป็นกลุ่มเก่ง ( $R_U$ )

3.3 นับจำนวนนักศึกษาที่ได้คะแนนต่ำสุดและรองลงมาตามลำดับ จำนวน 8 คน แล้ว  
แยกออกเป็นกลุ่มอ่อน ( $R_L$ )

3.4 ทำการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย และ ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น ของ  
แบบทดสอบ ตามสูตรทางสถิติ

4. นำแบบทดสอบที่ผ่านการคำนวณหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น  
แล้ว ไปสร้างเป็นแบบทดสอบที่อยู่ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบป้องกันฟ้าผ่า  
วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า

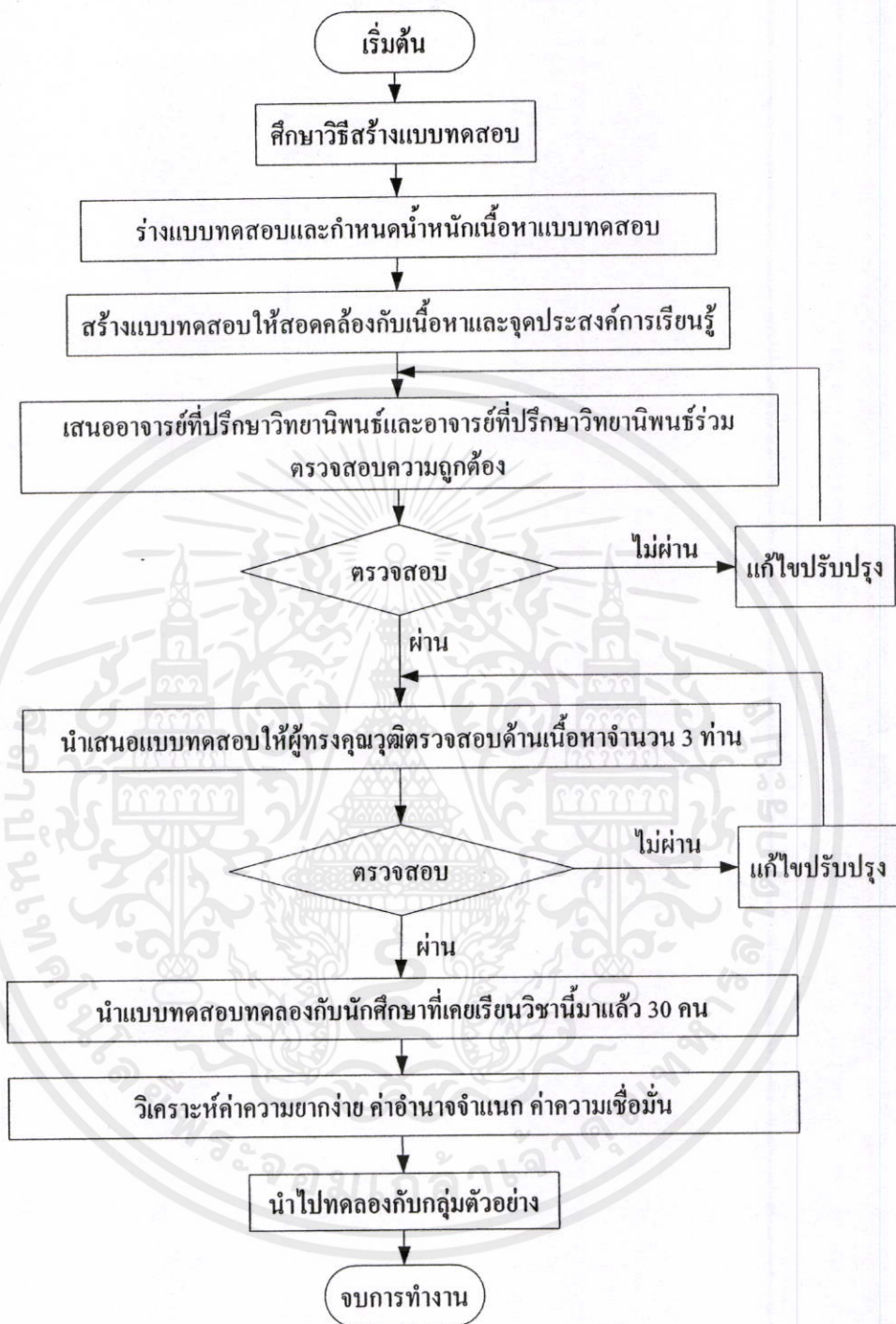
เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี การใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้า ไม่อนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยแบบทดสอบสำหรับหาประสิทธิภาพ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า ประกอบด้วย 1) แบบทดสอบระหว่างกระบวนการเรียน ( $E_1$ ), จำนวน 40 ข้อ เป็นแบบทดสอบ 4 ตัวเลือก และ 2) แบบทดสอบหลังกระบวนการเรียนเมื่อเรียนจบครบทุกบทเรียน ( $E_2$ ), ซึ่งเป็นข้อสอบชุดเดียวกันกับ แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test), แบบทดสอบหลังเรียน(Post-Test), เป็นแบบทดสอบ 4 ตัวเลือก แต่มีการสลับข้อและสลับตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ

สำหรับขั้นตอนการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า แสดงตามภาพที่ 3.2 ดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสาร ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.3 แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า ประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้งด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อ

การทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีคุณภาพที่ดีนั้นมีความจำเป็นต้องมีการประเมินคุณภาพบทเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียน โดยแบ่งเป็นด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดหัวข้อและสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า โดยผู้วิจัยได้แบ่งการประเมินออกเป็น 2 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยใช้แบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scales) 5 ระดับในการให้คะแนน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

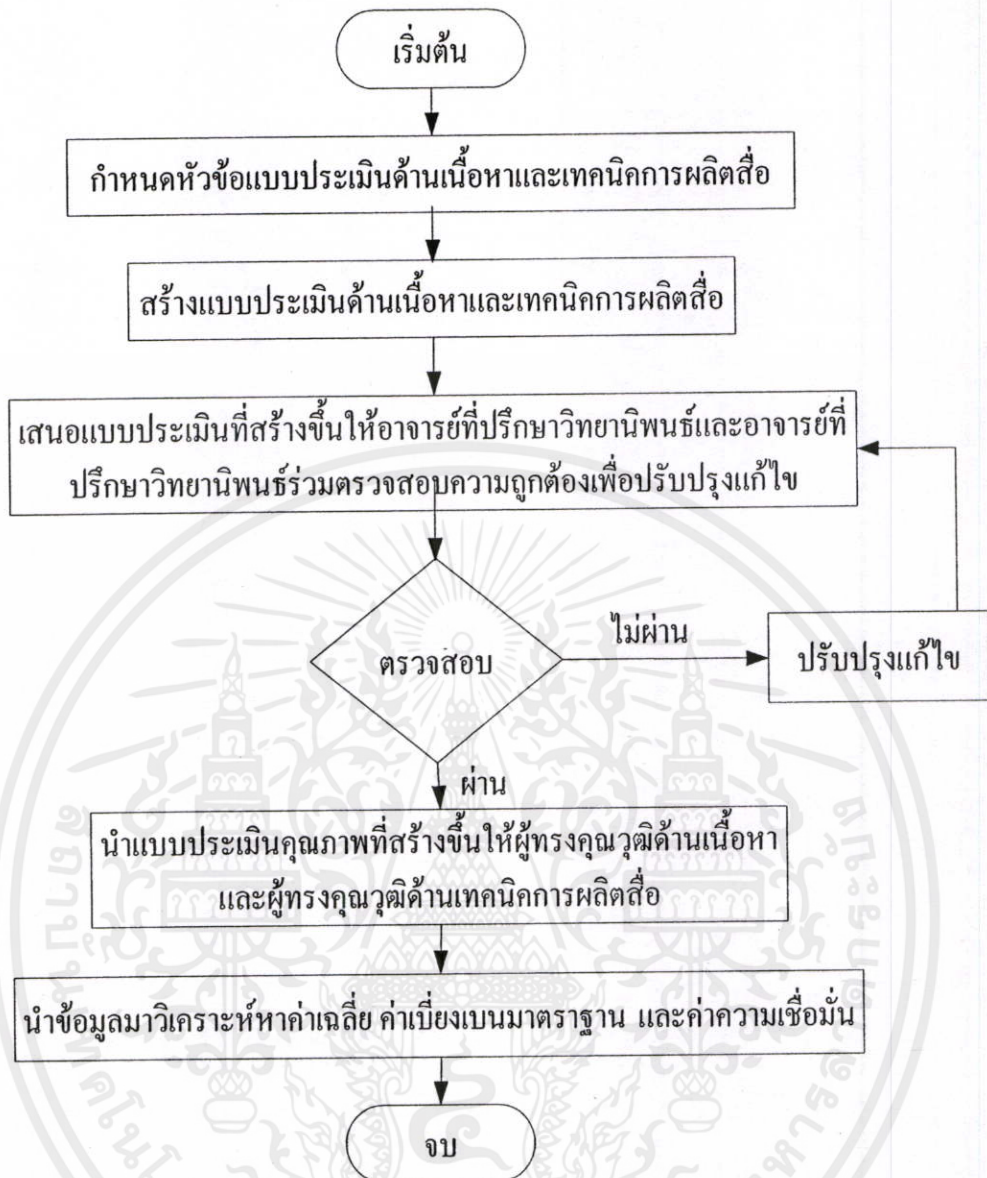
5	หมายถึง	คุณภาพ	ดีมาก
4	หมายถึง	คุณภาพ	ดี
3	หมายถึง	คุณภาพ	ปานกลาง
2	หมายถึง	คุณภาพ	พอใช้
1	หมายถึง	คุณภาพ	ควรปรับปรุง

2. นำแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบแบบประเมินคุณภาพเพื่อไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

3. นำเสนอผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ประเมินตามรายการที่กำหนด เพื่อเปรียบเทียบเป็นคะแนนแบบอิงเกณฑ์ โดยการคำนวณหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งสามารถนำมาแปลผลในการหาคุณภาพ

สำหรับขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า แสดงตามภาพที่ 3.3 ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมิน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ระบบป้องกัน ไฟฟ้า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า

### 3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการเพื่อหาประสิทธิภาพและหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.4.1 ผู้วิจัยทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการทำวิจัยจากงานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์ อดุสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังสำหรับนำไปติดต่อ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี เพื่อขออนุญาตและประสานงานในการทำ

วิจัยและขอคำแนะนำอาจารย์ประจำวิชาพร้อมกับนักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

### 3.4.2 ดำเนินการวิจัยโดยทดลองจากกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม

3.4.2.1 กลุ่มทดลอง ซึ่งมีการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1) ผู้วิจัยอธิบายขั้นตอนต่างๆ ในการเก็บข้อมูลและวิธีเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2) นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test)

3) นักศึกษาดำเนินการเรียน โดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยตัวเองและทำแบบทดสอบระหว่างกระบวนการเรียนในแต่ละหน่วยการเรียน( $E_1$ )

4) เมื่อเสร็จสิ้นการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ครบทุกหน่วยการเรียนแล้ว ให้ทำแบบทดสอบหลังกระบวนการเรียน ( $E_2$ )

5) ให้ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน(Post-Test) เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างกลุ่มที่เรียน โดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกลุ่มที่เรียนวิธีปกติด้วยคู่มือครู

6) นำผลไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.4.2.2 กลุ่มควบคุม ซึ่งมีการเรียนวิธีปกติด้วยคู่มือครูจากอาจารย์ผู้สอน ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1) ผู้วิจัยอธิบายขั้นตอนต่างๆ ในการเก็บข้อมูล

2) นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test)

3) นักศึกษาดำเนินการเรียนวิธีปกติด้วยคู่มือครู

4) เมื่อเสร็จสิ้นการเรียนแล้วให้ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน (Post-Test) เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างกลุ่มที่เรียน โดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและกลุ่มที่เรียนวิธีปกติด้วยคู่มือครู

5) นำผลไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.4.3 นำผลคะแนนที่ได้จากทำแบบทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



3.5.1.3 ค่าความเชื่อมั่นหรือความเที่ยงตรงของแบบทดสอบใช้ KR20 ของ Kuder - Richardson ( รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2542 : 142 )

$$r_u = \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right)$$

$r_u$	หมายถึง	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
$k$	หมายถึง	จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ
$p$	หมายถึง	สัดส่วนของผู้ตอบถูกในข้อหนึ่งๆ
$q$	หมายถึง	สัดส่วนของผู้ตอบผิดในข้อหนึ่งๆ = $1-p$
$S^2$	หมายถึง	ค่าความแปรปรวนของคะแนน

ดังนั้น ค่าความเชื่อมั่นควรมีค่า มากกว่า 0.6 ขึ้นไป

3.5.1.4 ค่าความเที่ยงตรงด้านเนื้อหาของแบบทดสอบ IOC ( Index of Objective Congruency ) หรือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์ ถ้ามีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ถือว่าเป็นแบบสอบถามที่ใช้ได้ (บุญเชิด ภิญ โยอนันตพงษ์, 2538 : 88)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้

$\sum R$  แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

$N$  แทน จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

การให้คะแนนเป็นดังนี้

- +1 มีความเห็นว่าแบบทดสอบสอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้
- 0 ไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบข้อนั้นสอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้หรือไม่
- 1 มีความเห็นว่าแบบทดสอบข้อนั้นไม่สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้

2.5.2 สถิติที่ใช้ในการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.5.2.1 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้สูตร  $E_1/E_2$

$$E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งาน  $\frac{\sum F}{N}$  การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 $E_2 = \frac{\sum F}{N} \times 100$   
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา  $B$  ละต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$E_1$  = ประสิทธิภาพระหว่างการเรียน ได้จากคะแนนที่นักศึกษาทำแบบทดสอบ เมื่อเรียนจบในแต่ละบทเรียน ได้ค่าเฉลี่ยถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 80 ขึ้นไป

$E_2$  = ประสิทธิภาพหลังกระบวนการเรียน ได้จากคะแนนที่นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังเรียนจบทุกบทเรียนแล้ว ได้ค่าเฉลี่ยถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 80 ขึ้นไป

$\sum X$  = คะแนนรวมของนักศึกษาที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบท้ายบท

$\sum F$  = คะแนนรวมของนักศึกษาที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบรวมทุกบท

$N$  = จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

$A$  = คะแนนเต็มของแบบทดสอบท้ายบท

$B$  = คะแนนเต็มของแบบทดสอบรวม

2.5.2.2 ค่ามัธยฐานเลขคณิตหรือค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean หรือ Mean หรือ Average) กรณีข้อมูลแจกแจงความถี่ (พรณี ลีกิจวัฒน์. 2544 : 8)

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

เมื่อ  $\bar{X}$  แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

$X$  แทน ในกรณีข้อมูลแจกแจงความถี่แบบไม่จัดกลุ่ม หมายถึง คะแนนแต่ละค่า

$f$  แทน ความถี่ของคะแนนแต่ละชั้น

$n$  แทน จำนวนสมาชิกในกลุ่มตัวอย่าง

2.5.2.3 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D.) เป็นการวัดการกระจายของคะแนนรอบ ๆ ค่าเฉลี่ย ถ้าค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่ามาก แสดงว่ามีการกระจายมาก ถ้าค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าน้อยแสดงว่ามีการกระจายน้อย (พรณี ลีกิจวัฒน์. 2544 : 10)

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

เมื่อ S.D. แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากข้อมูลแจกแจงความถี่โดยใช้คะแนนดิบ

$f$  แทน ค่าความถี่ของคะแนนแต่ละชั้น กรณีแจกแจงความถี่แบบไม่จัดกลุ่ม

$X$  แทน คะแนนแต่ละค่า กรณีแจกแจงความถี่แบบไม่จัดกลุ่ม

$n$  แทน จำนวนสมาชิกในกลุ่มตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ต่อเปลี่ยนเป็นเอกสารอื่นใดของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 2.5.2.4 เกณฑ์การแปลผลค่าน้ำหนักคะแนนเฉลี่ย (Rating Scales)

เมื่อนำแบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อให้ผู้ทรงคุณวุฒิในแต่ละด้านประเมินแล้ว ทำการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาแปลผลค่าน้ำหนักคะแนนเฉลี่ย โดยมีเกณฑ์การแปลผลดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00	หมายถึง	คุณภาพอยู่ในระดับ ดีมาก
ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49	หมายถึง	คุณภาพอยู่ในระดับ ดี
ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49	หมายถึง	คุณภาพอยู่ในระดับ ปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49	หมายถึง	คุณภาพอยู่ในระดับ พอใช้
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49	หมายถึง	คุณภาพอยู่ในระดับ ควรปรับปรุง

3.5.3 การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแตกต่างจากกลุ่มที่เรียนวิธีปกติด้วยคู่มือครู โดยใช้ t-test for Independent variables ด้วยโปรแกรม SPSS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพและวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี โดยได้วิเคราะห์ด้วยหลักการทางสถิติ และเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์การสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า

4.2 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ระหว่างการเรียนด้วยวิธีปกติด้วยคู่มือครูกับการเรียนด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า

#### 4.1 ผลการวิเคราะห์การสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า

การวิเคราะห์ผลหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ใช้เกณฑ์  $80/80$  ( $E_1/E_2$ )

80 ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพระหว่างกระบวนการเรียน ได้จากคะแนนที่นักศึกษาทำแบบทดสอบเมื่อเรียนจบในแต่ละบทเรียน ได้ค่าเฉลี่ยถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 80

80 ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพหลังกระบวนการเรียน ได้จากคะแนนที่นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังเรียนจบทุกบทเรียนแล้ว ได้ค่าเฉลี่ยถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 80

ตารางที่ 4.1 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า

ผลการเรียน	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้เฉลี่ย	คิดเป็นร้อยละ
1. แบบทดสอบท้ายบทเรียน ( $E_1$ )	20	40	33.10	82.75
2. แบบทดสอบหลังเรียน ( $E_2$ )	20	40	32.30	80.75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า จากตารางที่ 4.1 พบว่า คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบระหว่างกระบวนการเรียนและไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ลดแบบลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้แบบทดสอบหลังกระบวนการเรียน เมื่อทดลองเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบ

ป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า โดยนักศึกษากลุ่มทดลอง จำนวน 20 คน ผลการทำแบบทดสอบระหว่างกระบวนการเรียน ( $E_1$ ) คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 82.75 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80 ตัวแรก ( $E_1$ ) ที่กำหนดไว้ ส่วนผลการทำแบบทดสอบหลังกระบวนการเรียน ( $E_2$ ) คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80.75 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80 ตัวหลัง ( $E_1$ ) ที่กำหนดไว้ ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า มีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ คือ 80/80 ( $E_1/E_2$ )

#### 4.2 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ระหว่างการเรียนด้วยวิธีปกติด้วยคู่มือครูกับการเรียนด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า

ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องระบบป้องกันฟ้าผ่า หลังการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการเรียนวิธีปกติด้วยคู่มือครู โดยนำผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน (Post-Test) ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม มาเปรียบเทียบกันเพื่อผลหาสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังผลแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับการเรียนวิธีปกติด้วยคู่มือครู

ตัวแปรที่ศึกษา	N	$\bar{X}$	t	Sig.(2-tailed)
กลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	20	33.05	11.736*	.00
กลุ่มที่เรียนด้วยวิธีปกติตามคู่มือครู	20	23.05		

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ( $\alpha = .05$ )

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ผลคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า ( $\bar{X} = 33.05$ , S.D. = 0.99) และ ผลคะแนนเฉลี่ยของจากนักศึกษาที่เรียนวิธีปกติด้วยคู่มือครู ( $\bar{X} = 23.05$ , S.D. = 3.67) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งมีค่า t เท่ากับ 11.736 ค่า Sig. เท่ากับ .00 โดยผลคะแนนเฉลี่ยจากการเรียนด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า สูงกว่าการเรียนวิธีปกติด้วยคู่มือครู ซึ่งตรงตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

เอกสารนี้... ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

# สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และนักศึกษาที่เรียนวิธีปกติด้วยคู่มือครู เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการเพิ่มความสามารถในการเรียนการสอน โดยมีสาระสำคัญในการวิจัยสรุปได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.3 ข้อเสนอแนะ

### 5.1 สรุปผลการวิจัย

#### 5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ระหว่างการเรียนวิธีปกติด้วยคู่มือครูกับการเรียนด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า ของนักศึกษาชั้นปีที่ 4 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

#### 5.1.2 สมมติฐานการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์  $80/80 (E_1/E_2)$
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนระหว่างการเรียนด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับการเรียนวิธีปกติด้วยคู่มือครู เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า ของนักศึกษาชั้นปีที่ 4 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

#### ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ที่ลงทะเบียนเรียน วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 5574405 ในภาคเรียนที่ 2/2550 จำนวน 43 คน

กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในงานวิจัย มี 4 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 หมายถึง นักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี (ศูนย์การศึกษาจังหวัดนครปฐม) ที่ผ่านการเรียน วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 5574405 มาแล้ว ในภาคเรียนที่ 1/2550 จำนวน 30 คน สำหรับหาคุณภาพของแบบทดสอบ

กลุ่มที่ 2 หมายถึง นักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง ที่ไม่เคยเรียน วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 5574405 มาก่อน จำนวน 9 คน โดยแยกทำการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำนวน 2 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 จำนวน 3 คน โดยใช้วิธีการเลือกนักศึกษา เก่ง ปานกลาง และอ่อน อย่างละ 1 คน และ ครั้งที่ 2 จำนวน 6 คน โดยใช้วิธีการเลือกนักศึกษา เก่ง ปานกลาง และอ่อน อย่างละ 2 คน

กลุ่มที่ 3 หรือ กลุ่มทดลอง ประกอบด้วย นักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ที่ลงทะเบียนเรียน วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 5574405 ในภาคเรียนที่ 2/2550 จำนวน 20 คน ที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า เพื่อหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา

กลุ่มที่ 4 หรือ กลุ่มควบคุม ประกอบด้วย นักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ที่ลงทะเบียนเรียน วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 5574405 ในภาคเรียนที่ 2/2550 จำนวน 20 คน เรียนวิธีปกติด้วยคู่มือครูจากอาจารย์ผู้สอนเพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### 5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างกระบวนการเรียน ( $E_1$ ), และ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังกระบวนการเรียนเมื่อเรียนจบ

ครบทุกบทเรียน ( $E_2$ ) ซึ่งเป็นข้อสอบชุดเดียวกันกับ แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test), แบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test) แต่มีการสลับข้อและสลับคำตอบ

3. แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า โดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้งด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

4. คู่มือครู หมายถึง เอกสาร หนังสือของอาจารย์ผู้สอนที่ใช้ในการเรียนการสอน โดยวิธีปกติ ในวิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 5574405 ประกอบด้วย แผนการสอน เอกสารคำสอน แบบฝึกหัดท้ายบท และมีเนื้อหาครอบคลุม เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า

### 5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า ด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อ โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน ด้านละ 3 ท่าน

2. นำแบบทดสอบที่สร้างเสร็จหาค่าความสอดคล้องวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) ของแบบทดสอบ จำนวน 80 ข้อ โดยแบ่งออกเป็น แบบทดสอบระหว่างกระบวนการเรียน ทั้ง 4 บทเรียนจำนวน 40 ข้อ และแบบทดสอบหลังกระบวนการเรียนจำนวน 40 ข้อ ประเมิน โดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน แล้วนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาเทคโนโลยีไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี (ศูนย์ความร่วมมือทางวิชาการ จังหวัดนครปฐม) ที่ผ่านการเรียน วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า จำนวน 30 คน เพื่อหาความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบ

3. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ไปทดลองใช้เพื่อหาประสิทธิภาพและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4. นำผลคะแนนที่ได้จากทำแบบทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าทางสถิติ (t-test independent) ด้วยโปรแกรม SPSS เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า

### 5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ด้านละ 3 ท่าน

2. วิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้เกณฑ์ 80/80 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำ ไปใช้ ( $E_1/E_2$ )

3. วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า ระหว่างการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการเรียนวิธีปกติด้วยคู่มือครู โดยนำผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน(Post-Test) ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทั้ง 2 กลุ่ม มาเปรียบเทียบกันเพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### 5.1.7 สรุปผลการวิจัย

1. ผลการประเมินคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า ( $\bar{X} = 4.46$ , S.D. = 0.36) จัดอยู่ในเกณฑ์ระดับ ดี (แสดงรายละเอียดใน ภาคผนวก ก.10) และผลการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ( $\bar{X} = 4.37$ , S.D. = 0.64) จัดอยู่ในเกณฑ์ระดับ ดี (แสดงรายละเอียดใน ภาคผนวก ก.11) แสดงว่าผู้ทรงคุณวุฒิทั้งด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อเห็นว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า ในส่วนของเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อสามารถนำไปใช้งานด้านการเรียนการสอนได้

2. คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน เมื่อทดลองเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า โดยนักศึกษากลุ่มทดลอง จำนวน 20 คน ผลการทำแบบทดสอบระหว่างกระบวนการเรียน ( $E_1$ ) คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 82.75 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80 ตัวแรก ( $E_1$ ) ที่กำหนดไว้ ส่วนผลการทำแบบทดสอบหลังกระบวนการเรียน ( $E_2$ ) คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80.75 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80 ตัวหลัง ( $E_1$ ) ที่กำหนดไว้ ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า มีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ คือ 80/80 ( $E_1/E_2$ )

3. ผลคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า ( $\bar{X} = 33.05$ , S.D. = 0.99) และ ผลคะแนนเฉลี่ยของจากนักศึกษาที่เรียนวิธีปกติด้วยคู่มือครู ( $\bar{X} = 23.05$ , S.D. = 3.67) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งมีค่า  $t$  เท่ากับ 11.736 ค่า Sig. เท่ากับ .00 โดยผลคะแนนเฉลี่ยจากการเรียนด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า สูงกว่าการเรียนวิธีปกติด้วยคู่มือครู ซึ่งตรงตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

## 5.2 อภิปรายผลการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

### 5.2.1 ด้านการหาคุณภาพทางด้านเนื้อหา และเทคนิคการผลิตสื่อ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการประเมินหาคุณภาพ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า โดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน ผลปรากฏว่า

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีคุณภาพตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ เฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ดี ผลการประเมินดังกล่าว อาจเนื่องมาจาก เนื้อหาที่นำมาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ถูกรวบรวมจากหลายแหล่งซึ่งเป็นข้อมูลที่มีเนื้อหาเป็นที่ยอมรับตามมาตรฐานทั้งในประเทศ และต่างประเทศ รวมถึงการนำข้อมูลเนื้อหาจากการปฏิบัติงานจริงมาผสมผสาน ทำให้เนื้อหาในบทเรียนมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น การจัดวางเนื้อหาจากพื้นฐานถึงขั้นออกแบบอย่างเป็นขั้นเป็นตอนทำให้เนื้อหาในการเรียนครอบคลุมเหมาะสมกับการเรียนในระดับปริญญาตรี

สำหรับผลการประเมินคุณภาพด้านการผลิตสื่อ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ผลปรากฏว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีคุณภาพตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ เฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ดี เช่นเดียวกัน ผลการประเมินดังกล่าว อาจเนื่องมาจากลักษณะของบทเรียนที่มีการใช้งานสะดวก สามารถเข้าถึงส่วนต่างๆ ของโปรแกรมได้ง่ายออกแบบเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน สร้างความน่าสนใจ ด้วยภาพเคลื่อนไหว ทำให้ไม่น่าเบื่อขณะเรียน และสามารถทดสอบความรู้จากแบบทดสอบท้ายบทเรียน ทำให้ผู้เรียนทบทวนสิ่งที่เรียนมาในแต่ละบทเรียนได้ขณะเรียน ซึ่งแนวทางในการสร้างได้ใช้ทฤษฎีการเรียนการสอนของโรเบิร์ต กาย์

ส่วนของกระบวนการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้ถูกตรวจสอบความถูกต้องจากอาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม และมีการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้งด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จนทำให้ตัวบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น หลังจากนั้นมีการทดสอบใช้กับนักศึกษาที่ไม่เคยเรียนวิชาระบบป้องกันไฟฟ้า จำนวน 2 ครั้ง นำมาซึ่งการปรับปรุง หาข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อทำการแก้ไข จึงได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า ที่นำไปใช้กับนักศึกษา กลุ่มทดลอง ซึ่งผลจากการทดลองได้แสดงให้เห็นว่า คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี

### 5.2.2 ด้านการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จากการหาประสิทธิภาพพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า มีผลคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละ คือ 82.75/80.75 เปรียบเทียบตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ซึ่งถือว่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ประยุทธ์ นิลวงศ์ (2548 : บทคัดย่อ) ที่ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการฝึกปฏิบัติงานคอมเพรสเซอร์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษา โดยนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็น นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.) แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 20 คน ผลการวิจัย

ปรากฏว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการฝึกปฏิบัติงานคอมเพรสเซอร์ ตามหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษา มีประสิทธิภาพ  $E_1/E_2 = 84.50/80.25$  ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

จากค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า ซึ่งมีผลคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละ คือ  $82.75/80.75$  ซึ่งถือว่าผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ นั้น อาจเนื่องมาจากลักษณะของบทเรียนที่เป็นการบรรยายประกอบภาพหรือภาพเคลื่อนไหวที่มีความหมายต่างๆตรงตามทฤษฎีทำให้ผู้เรียนทำความเข้าใจได้ง่ายยิ่งขึ้น และการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียนนั้น เป็นการทำให้เมื่อเรียนเสร็จในแต่ละบท ทำให้ผู้เรียนสามารถจำรายละเอียดต่างๆ ได้แม่นยำกว่าแบบทดสอบหลังเรียนครบทุกบทเรียน คะแนนเฉลี่ยร้อยละ แบบทดสอบระหว่างกระบวนการเรียน ( $E_1$ ) ซึ่งเท่ากับ  $82.75$  จึงสูงกว่า ผลการทำแบบทดสอบหลังกระบวนการเรียน ( $E_2$ ) ซึ่งเท่ากับ  $80.75$

### 5.2.3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการวิจัยครั้งนี้ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ระหว่างกลุ่มนักศึกษาที่เรียนโดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และ นักศึกษากลุ่มที่เรียนโดยวิธีปกติตามคู่มือครู ปรากฏว่า กลุ่มนักเรียนที่เรียนโดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างจากกลุ่มที่เรียนโดยวิธีปกติตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ  $.05$  ตรงตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่มทดลอง พบว่าคะแนนเฉลี่ยจากผู้เรียนโดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีคะแนนสูงกว่า ผู้ที่เรียนโดยวิธีปกติตามคู่มือครู แต่ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจะมีค่าน้อยกว่า แสดงให้เห็นว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าผู้ที่เรียนโดยวิธีปกติตามคู่มือครู

ทั้งนี้อาจเป็นเพราะรูปแบบการนำเสนอของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถที่จะทำการศึกษาได้หลายครั้ง หากผู้เรียนไม่เข้าใจแต่หากเรียนโดยวิธีปกตินั้นผู้เรียนอาจไม่กล้าถามอาจารย์ผู้สอน รวมถึง ภาพเคลื่อนไหวที่แสดงให้เห็น สามารถทำความเข้าใจให้ผู้เรียนได้เป็นอย่างดี แต่หากเรียนโดยทฤษฎีจากหนังสือเพียงอย่างเดียวอาจต้องจินตนาการถึงเรื่องต่างๆตามทฤษฎี จากผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ที่ได้จากการเรียนของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุรสิทธิ์ ครุละคร (2545 : บทคัดย่อ) ได้สร้างและหาประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เครื่องปรับอากาศชนิด นำไปหาประสิทธิภาพและผลสัมฤทธิ์กับ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ปีที่ 3 แผนกวิชา ช่างไฟฟ้ากำลัง ภาคเรียนที่ 1/2544 จำนวน 60 คน ผลการวิจัยปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแตกต่างกับนักเรียนที่เรียน โดยวิธีปกติของครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05

จากผลการวิจัยครั้งนี้สรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ที่สร้างขึ้น สามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนในรายวิชา การป้องกันระบบไฟฟ้า ระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า ได้เพื่อเป็นเครื่องมือในการเพิ่มศักยภาพในการทำความเข้าใจเรื่องระบบป้องกันฟ้าผ่า และเป็นการเปิดโอกาสในการเรียนแบบไม่มีข้อจำกัดเรื่องเวลา และสถานที่ในการเรียน

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

#### 5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนใน วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า ในเรื่องระบบป้องกันฟ้าผ่าได้
2. ในการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ควรทำความเข้าใจเนื้อหาในบทอื่นๆ ของวิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า เพราะสามารถเสริมความเข้าใจขณะเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้ดียิ่งขึ้น
3. ควรใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี เป็นแนวทางในการสร้างสื่อการสอนที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับปรากฏการณ์ฟ้าผ่าเพิ่มเติม เช่น ระบบเตือนฟ้าผ่า ไฟฟ้าสถิตในอากาศ

#### 5.3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. การพัฒนาครั้งต่อไปควรมีการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ให้มีเนื้อหาครอบคลุมทั้งรายวิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนให้ครบทั้งรายวิชาตามหลักสูตร

2. การพัฒนาครั้งต่อไปควรมีการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ นำเสนอผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในรูปแบบ Web Base Instruction เพื่อขยายโอกาสในการศึกษาที่กว้างขึ้น และมีระบบฐานข้อมูลสำหรับบันทึกประวัติในการเรียนและข้อมูลผู้เรียนได้

3. ควรสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีการทำงานในส่วนช่วยบอกคำศัพท์ ทางด้านเทคนิคทั้งหมดของเนื้อหาซ่อนไว้ และสามารถดูได้จากการวาง Mouse ไว้บนคำศัพท์นั้นๆ หรือเรียกดูได้จากปุ่ม เนื่องจากเนื้อหาในบทเรียนบางตอนจำเป็นต้องใช้คำศัพท์เฉพาะทางเทคนิค ทำให้ผู้เรียนที่ไม่ทราบความหมายของคำศัพท์นั้น ขาดความต่อเนื่องในการเรียนรู้ และยากต่อการเรียนรู้ในเนื้อหาโดยรวม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

- คณะกรรมการมาตรฐานการป้องกันแม่เหล็กไฟฟ้าจากฟ้าผ่า ว.ส.ท. 2550. **มาตรฐานการป้องกันแม่เหล็กไฟฟ้าจากฟ้าผ่า พิมพ์ครั้งที่ 1.** กรุงเทพฯ : โกลบอล กราฟฟิค.
- คณะกรรมการวิชาการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า. 2550. **มาตรฐานการป้องกันฟ้าผ่าสำหรับสิ่งปลูกสร้าง พิมพ์ครั้งที่ 2.** กรุงเทพฯ : บริษัท ส.เอเชียเพลส(1989) จำกัด.
- จิระพจน์ ประพิน. 2547. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับการใช้งานชุดฝึกไมโครโปรเซสเซอร์ MCS-80/EV”. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ชำนาญ ห่อเกียดิ. 2522. **วิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง.** กรุงเทพฯ : คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ดิสเคอเวอร์รี่ แชลเนล. 2544. **ฟ้าแลบ.** [วีดิทัศน์]. กรุงเทพฯ : ทู บี วัน.
- ดิษฐพล วชิรตระการวงศ์. 2548. “บทเรียนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่องการใช้คำสั่ง เอสคิวแอล ของวิาระบบการจัดการฐานข้อมูล.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- นิภาศรี ไพโรจน์. 2549. **ประเภทของการวิจัย.** [Online]. Available : <http://www.watpon.com/Elearning/res13.htm>.
- บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์. 2538. **การประเมินผลการศึกษา.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- พรณี ลีกิจวัฒน์. 2544 “เอกสารประกอบการสอนวิชาสถิติเพื่อการวิจัย เรื่องการสร้างเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง การวัดการกระจาย” กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ประยุทธ์ นิลวงศ์. 2548. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องการฝึกปฏิบัติงาน คอมพิวเตอร์ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษา.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- เอกสารนี้บุทท ไกยวรรณ. 2545. **สถิติเพื่อการวิจัย.** กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.
- ไม่ว่ากรณิวิวัฒน์ ชินะตระกูล. 2542. **การทำวิจัยทางการศึกษา พิมพ์ครั้งที่ 1.** กรุงเทพฯ : บริษัท ที.พี.พรินท์ จำกัด.

รุจโรจน์ แก้วอุไร. 2545. หลักในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. [Online]. Available : <http://www.krufon.pongppk.ac.th/gaye.htm>.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์.

วิชัย จิตต์ประสงศ์. 2548. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการเชื่อมต่อเส้นใยแก้วนำแสง”. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ศรัณย์ รินคำ. 2548. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้าสถิตในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุรสิทธิ์ ตรีละคร. 2545. “คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง เครื่องปรับอากาศรถยนต์.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาการอาชีพและเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุวิทย์ คงประเสริฐ. 2548. “โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยอบรม เรื่อง หน่วยความจำ แบบแฟลชบริษัท สเปนซ์(ไทยแลนด์) จำกัด”. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุรัตน์ นันตะสุนทร. 2545. การป้องกันอุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้ทางไฟฟ้า. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

สำรวย สังข์สะอาด. 2528. วิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง. กรุงเทพฯ : คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อภิรัฐ ศิริธราวัตร. 2549. ผลการคายประจุไฟฟ้าสถิตในห้วงบ้นทึบ. ปทุมธานี : โครงการสร้างความเข้มแข็งให้กับอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ในประเทศไทย สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

Cooray, G.V. 2003. *The Lightning Flash-IEE power series ; 34*. United Kingdom : MPG Books Limited.

Marvin M. Frydenlund. 1993. *Lightning Protection for people and property*. USA. International Thomson Publishing.

NOVA. 2004. *Lightning*. [วีดิทัศน์]. USA. Public Broadcasting Service.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การเรียงในโครงการศึกษาเพื่อพัฒนาฝีมือผู้ดูแลหน้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ประกาศบัณฑิตวิทยาลัย  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรครุศาสตร์ อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการดังนี้

นายราเชน คณณะนา รหัสประจำตัว 47065457 ให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชา การป้องกันระบบไฟฟ้า (Computer Assisted Instruction on Lightning Protection System for Power System Protection Subject)” โดยมี ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ร่วม

ซึ่งได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 23 เมษายน 2550

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของบัณฑิตวิทยาลัย

ประกาศ ณ วันที่ 8 พฤษภาคม พ.ศ. 2550

(รศ.ดร.อิทธิพล แจ่มจัด)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04/ 4916

คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๕๐ ธันวาคม 2550

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน คณบดี คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

สิ่งที่ส่งมาด้วย ประกาศผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ฉบับ

ด้วย นายราเชน คณะนา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชา การป้องกัน  
ระบบไฟฟ้า” โดยมี ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ  
ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และได้รับอนุมัติหัวข้อและเค้าโครง  
วิทยานิพนธ์แล้ว เมื่อวันที่ 23 เมษายน 2550 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม จึงขอความอนุเคราะห์  
จากท่านโปรดอนุญาตให้ นายราเชน คณะนา เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์และแบบ  
ทดสอบกับนักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า จำนวน 40 คน เพื่อการวิจัยภายในสถานศึกษา  
ท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้  
นี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบให้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และตัดใจของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1/ดพ./51



ที่ ศษ 0524.04/ 4885

คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๙ ธันวาคม ๒๕๕๐

เรื่อง ขอบขออนุญาตให้ให้นักศึกษาทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการวิจัย

เรียน คณบดี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

ด้วย นายราเชน คณะนา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชา การป้องกันระบบไฟฟ้า” โดยมี ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม คณะครุศาสตรอุดมศึกษา จึงขอขออนุญาตจากท่านโปรดอนุญาตให้ นายราเชน คณะนา ทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าจำนวน 9 คน เพื่อการวิจัยภายในสถานศึกษาท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้

ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04/ 4851

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

17 ธันวาคม 2550

เรื่อง ขอบเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

เรียน ดร.โกเมศ กาบแก้ว

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

ด้วย นายราเชน คณะนา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า” โดยมี ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการสอนนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายราเชน คณะนา มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

เอกสารนี้เป็นโทรสาร. 02-326-4325 สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04/ 4851

คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๓๑ ธันวาคม ๒๕๕๐

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

เรียน นายสยาม นิพิพิทานิชย์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

ด้วย นายราชน คณะนา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า” โดยมี ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะกรรมการอุดมศึกษา พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการสอนนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายราชน คณะนามีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศษ 0524.04/ 4851

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

17 ธันวาคม 2550

เรื่อง ขอบเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์ธีรพงษ์ แนนเนียน

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

ด้วย นายราเชน คณะนา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า” โดยมี ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการสอนนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายราเชน คณะนามีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

  
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลั่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานทะเบียน โทร.3692

ที่ ศธ 0524.04 / 4851

วันที่ 17 ธันวาคม 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

เรียน ผศ.ดร.ฉันทนา วิริยเวชกุล

ด้วย นายราเชน คณะนา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า” โดยมี ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการสอนนี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายราเชน คณะนา มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบแบบประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04/ 4851

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

17 ธันวาคม 2550

เรื่อง ขอบเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

เรียน ผศ.ดร.บุษย ไขววรรณ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

ด้วย นายราเชน คณะนา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า” โดยมี ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการสอนนี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายราเชน คณะนามีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลั่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04/ 4851

คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

17 ธันวาคม 2550

เรื่อง ขอบเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

เรียน ผศ.ชนกฤต ทองกล้า

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

ด้วย นายราเชน คณะนา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า” โดยมี ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะกรรมการอุดมศึกษา พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการสอนนี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายราเชน คณะนา มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

  
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## รายนามผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบสื่อการสอนแบ่งออกได้เป็น 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ดังมีรายนามต่อไปนี้

### รายนามผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

1. อาจารย์ ดร.โกเมศ กาบแก้ว      อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า  
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง
2. อาจารย์ ชีรพจน์ แนบเนียน      อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า  
อุตสาหกรรม  
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
3. นายสยาม นิพิพิทานิตย์      วิศวกรระดับ 7  
สถาบันนวัตกรรม  
บริษัท ทีไอที จำกัด (มหาชน)

### ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิต

1. ผศ.ดร.ฉันทนา วิริยเวชกุล      ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. ผศ. ดร.ยุทธ ไกยวรรณ      ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาการจัดการ เทคโนโลยี  
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
3. ผศ.ธนกฤต ทองกล้า      ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยี และ  
นวัตกรรมทางการศึกษา  
คณะครุศาสตร์  
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ค.

### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เฉลยแบบทดสอบ
2. ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC)
3. ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ
4. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (KR20)
5. ผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า (ด้านเนื้อหา)
6. ผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)
7. ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบ เพื่อหาค่า จาก t-test independent โดยใช้โปรแกรม SPSS
  - 7.1 วิเคราะห์แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
  - 7.2 วิเคราะห์แบบทดสอบระหว่างกระบวนการเรียน ( $E_1$ ), และแบบทดสอบหลังกระบวนการเรียนเมื่อเรียนจบทุกบทเรียน ( $E_2$ )
  - 7.3 การเปรียบเทียบผลคะแนนการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 ตารางเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน

ข้อที่	คำตอบ	ข้อที่	คำตอบ
1	ก	21	ก
2	ข	22	ข
3	ข	23	ข
4	ก	24	ก
5	ง	25	ก
6	ก	26	ข
7	ข	27	ข
8	ง	28	ง
9	ง	29	ค
10	ก	30	ก
11	ง	31	ค
12	ข	32	ก
13	ก	33	ก
14	ง	34	ค
15	ง	35	ง
16	ค	36	ก
17	ข	37	ง
18	ง	38	ก
19	ค	39	ค
20	ข	40	ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 ตารางเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

ข้อที่	คำตอบ	ข้อที่	คำตอบ
1	ข	21	ค
2	ค	22	ข
3	ก	23	ค
4	ง	24	ค
5	ก	25	ข
6	ก	26	ก
7	ง	27	ข
8	ค	28	ง
9	ก	29	ง
10	ค	30	ค
11	ก	31	ง
12	ง	32	ก
13	ข	33	ข
14	ค	34	ข
15	ค	35	ง
16	ก	36	ข
17	ง	37	ก
18	ค	38	ข
19	ก	39	ข
20	ง	40	ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 ตารางเฉลยแบบทดสอบระหว่างกระบวนการเรียน( $E_1$ )

บทเรียนที่ 1		บทเรียนที่ 2		บทเรียนที่ 3		บทเรียนที่ 4	
ข้อที่	คำตอบ	ข้อที่	คำตอบ	ข้อที่	คำตอบ	ข้อที่	คำตอบ
1	ข	1	ก	1	ข	1	ค
2	ก	2	ข	2	ก	2	ข
3	ข	3	ค	3	ข	3	ข
4	ง	4	ค	4	ค	4	ง
5	ง	5	ก	5	ข	5	ค
6	ค	6	ง	6	ง	6	ก
7	ก	7	ค	7	ค	7	ข
8	ก	8	ค	8	ง	8	ง
9	ง	9	ข	9	ค	9	ง
10	ค	10	ก	10	ก	10	ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.4 ตารางเฉลยแบบทดสอบหลังกระบวนการเรียนเมื่อเรียนครบทุกบทเรียน ( $E_2$ )

ข้อที่	คำตอบ	ข้อที่	คำตอบ
1	ก	21	ข
2	ข	22	ข
3	ก	23	ก
4	ค	24	ค
5	ง	25	ก
6	ก	26	ง
7	ง	27	ค
8	ก	28	ง
9	ค	29	ง
10	ข	30	ข
11	ก	31	ก
12	ค	32	ข
13	ง	33	ก
14	ค	34	ข
15	ง	35	ข
16	ค	36	ง
17	ก	37	ข
18	ก	38	ข
19	ค	39	ง
20	ง	40	ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.5 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ของแบบทดสอบระหว่างกระบวนการเรียนเรียน( $E_1$ ) จำนวน 4 บทเรียน

บทที่	ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			รวม	ค่าเฉลี่ย(IOC)
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
(1)	1	1	1	1	3	1
	2	1	1	1	3	1
	3	1	1	1	3	1
	4	1	1	1	3	1
	5	1	1	0	2	0.67
	6	1	1	1	3	1
	7	1	1	0	2	0.67
	8	1	1	1	3	1
	9	1	1	1	3	1
	10	0	1	1	2	0.67
(2)	1	1	1	1	3	1
	2	1	1	1	3	1
	3	1	1	1	3	1
	4	1	1	1	3	1
	5	1	1	1	3	1
	6	1	1	0	2	0.67
	7	1	1	1	3	1
	8	1	1	1	3	1
	9	1	1	1	3	1
	10	1	1	1	3	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.5 (ต่อ)

บทที่	ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			รวม	ค่าเฉลี่ย(IOC)
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
(3)	1	1	1	1	3	1
	2	1	1	1	3	1
	3	1	1	1	3	1
	4	1	1	1	3	1
	5	1	1	1	3	1
	6	1	1	0	2	0.67
	7	1	1	1	3	1
	8	1	1	1	3	1
	9	1	1	1	3	1
	10	1	1	1	3	1
(4)	1	1	1	1	3	1
	2	1	1	1	3	1
	3	1	1	1	3	1
	4	1	1	1	3	1
	5	1	1	1	3	1
	6	1	1	1	3	1
	7	1	1	1	3	1
	8	1	1	1	3	1
	9	1	1	1	3	1
	10	1	1	1	3	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.6 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม  
ของแบบทดสอบหลังกระบวนการเรียนเมื่อเรียนครบทุกบทเรียน( $E_2$ )

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			รวม	ค่าเฉลี่ย(IOC)
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	1	1	1	3	1
2	1	1	1	3	1
3	1	1	1	3	1
4	1	1	1	3	1
5	1	1	1	3	1
6	1	1	1	3	1
7	1	1	1	3	1
8	1	1	1	3	1
9	1	1	1	3	1
10	1	1	1	3	1
11	1	1	1	3	1
12	1	1	1	3	1
13	1	1	1	3	1
14	1	1	1	3	1
15	1	1	1	3	1
16	1	1	1	3	1
17	1	1	0	2	0.67
18	1	1	1	3	1
19	1	1	1	3	1
20	1	1	1	3	1
21	1	1	1	3	1
22	1	1	1	3	1
23	1	1	1	3	1
24	1	1	1	3	1
25	1	1	1	3	1
26	1	1	1	3	1
27	1	1	1	3	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานั้น ไม่นับค่าให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 26 ทั้งห้ามมิให้เปลี่ยนแปลงเนื้อหา 1 และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของ 3 ภาสาทุกครั้ง 1 มีการนำ ไปใช้

ตารางที่ ก. 6 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			รวม	ค่าเฉลี่ย(IOC)
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
28	1	1	1	3	1
29	1	1	1	3	1
30	1	1	1	3	1
31	1	1	1	3	1
32	1	1	0	2	0.67
33	1	1	1	3	1
34	1	1	1	3	1
35	1	1	1	3	1
36	1	1	1	3	1
37	1	1	1	3	1
38	1	1	1	3	1
39	1	1	1	3	1
40	1	1	1	3	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก. 7 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบท้ายบทเรียน จำนวน 4  
บทเรียน บทเรียนละ 10 ข้อ โดยมีผู้ทำแบบทดสอบจำนวน 30 คน

แบบทดสอบท้ายบทเรียนที่ 1							
ข้อที่	$R_U$	$R_L$	$R = (R_U) + (R_L)$	$p = \frac{R}{N}$	$q = 1 - p$	$p \cdot q$	$r = \frac{R_U - R_L}{N/2}$
1	6	2	8	0.50	0.50	0.25	0.50
2	5	1	6	0.38	0.63	0.23	0.50
3	7	3	10	0.63	0.38	0.23	0.50
4	7	4	11	0.69	0.31	0.21	0.38
5	6	1	7	0.44	0.56	0.25	0.63
6	7	3	10	0.63	0.38	0.23	0.50
7	7	4	11	0.69	0.31	0.21	0.38
8	6	1	7	0.44	0.56	0.25	0.63
9	6	1	7	0.44	0.56	0.25	0.63
10	8	1	9	0.56	0.44	0.25	0.88
เฉลี่ย	6.5	2.1	8.6	0.54	0.46	0.24	0.55
แบบทดสอบท้ายบทเรียนที่ 2							
1	7	1	8	0.50	0.50	0.25	0.75
2	6	3	9	0.56	0.44	0.25	0.38
3	7	2	9	0.56	0.44	0.25	0.63
4	7	0	7	0.44	0.56	0.25	0.88
5	8	1	9	0.56	0.44	0.25	0.88
6	6	1	7	0.44	0.56	0.25	0.63
7	8	3	11	0.69	0.31	0.21	0.63
8	8	2	10	0.63	0.38	0.23	0.75
9	8	0	8	0.50	0.50	0.25	1.00
10	8	5	13	0.81	0.19	0.15	0.38
เฉลี่ย	7.3	1.8	9.1	0.57	0.43	0.23	0.69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๗.7 (ต่อ)

แบบทดสอบท้ายบทเรียนที่ 3							
ข้อที่	$R_U$	$R_L$	$R = (R_U) + (R_L)$	$p = \frac{R}{N}$	$q = 1 - p$	$p \cdot q$	$r = \frac{R_U - R_L}{N/2}$
1	8	1	9	0.56	0.44	0.25	0.88
2	8	1	9	0.56	0.44	0.25	0.88
3	5	0	5	0.31	0.69	0.21	0.63
4	8	0	8	0.50	0.50	0.25	1.00
5	8	2	10	0.63	0.38	0.23	0.75
6	7	0	7	0.44	0.56	0.25	0.88
7	7	0	7	0.44	0.56	0.25	0.88
8	6	3	9	0.56	0.44	0.25	0.38
9	7	1	8	0.50	0.50	0.25	0.75
10	7	3	10	0.63	0.38	0.23	0.50
เฉลี่ย	7.1	1.1	8.2	0.51	0.49	0.24	0.75
แบบทดสอบท้ายบทเรียนที่ 4							
1	5	1	6	0.38	0.63	0.23	0.50
2	8	1	9	0.56	0.44	0.25	0.88
3	8	0	8	0.50	0.50	0.25	1.00
4	4	2	6	0.38	0.63	0.23	0.25
5	7	2	9	0.56	0.44	0.25	0.63
6	8	0	8	0.50	0.50	0.25	1.00
7	8	0	8	0.50	0.50	0.25	1.00
8	7	0	7	0.44	0.56	0.25	0.88
9	6	3	9	0.56	0.44	0.25	0.38
10	5	3	8	0.50	0.50	0.25	0.25
เฉลี่ย	6.6	1.2	7.8	0.49	0.51	0.24	0.67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.8 ค่าความยากง่าย ( $p$ ) ค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ของแบบทดสอบหลังเรียนครบทุกบทเรียน  
จำนวน 40 ข้อ โดยมีผู้ทำแบบทดสอบจำนวน 30 คน

ข้อที่	$R_U$	$R_L$	$R = (R_U) + (R_L)$	$p = \frac{R}{N}$	$q = 1 - p$	$p \cdot q$	$r = \frac{R_U - R_L}{N/2}$
1	6	1	7	0.44	0.56	0.25	0.63
2	8	1	9	0.56	0.44	0.25	0.88
3	7	1	8	0.50	0.50	0.25	0.75
4	8	4	12	0.75	0.25	0.19	0.50
5	6	3	9	0.56	0.44	0.25	0.38
6	5	2	7	0.44	0.56	0.25	0.38
7	5	1	6	0.38	0.63	0.23	0.50
8	8	3	11	0.69	0.31	0.21	0.63
9	4	1	5	0.31	0.69	0.21	0.38
10	6	0	6	0.38	0.63	0.23	0.75
11	8	6	14	0.88	0.13	0.11	0.25
12	6	0	6	0.38	0.63	0.23	0.75
13	5	2	7	0.44	0.56	0.25	0.38
14	7	2	9	0.56	0.44	0.25	0.63
15	6	3	9	0.56	0.44	0.25	0.38
16	7	0	7	0.44	0.56	0.25	0.88
17	7	0	7	0.44	0.56	0.25	0.88
18	7	4	11	0.69	0.31	0.21	0.38
19	7	0	7	0.44	0.56	0.25	0.88
20	6	1	7	0.44	0.56	0.25	0.63
21	7	0	7	0.44	0.56	0.25	0.88
22	8	0	8	0.50	0.50	0.25	1.00
23	8	0	8	0.50	0.50	0.25	1.00
24	7	0	7	0.44	0.56	0.25	0.88
25	6	1	7	0.44	0.56	0.25	0.63
26	8	1	9	0.56	0.44	0.25	0.88
27	8	1	9	0.56	0.44	0.25	0.88

ตารางที่ ค. 8 (ต่อ)

ข้อที่	$R_U$	$R_L$	$R = (R_U) + (R_L)$	$p = \frac{R}{N}$	$q = 1 - p$	$p \cdot q$	$r = \frac{R_U - R_L}{N/2}$
28	7	1	8	0.50	0.50	0.25	0.75
29	7	0	7	0.44	0.56	0.25	0.88
30	8	0	8	0.50	0.50	0.25	1.00
31	4	0	4	0.25	0.75	0.19	0.50
32	7	2	9	0.56	0.44	0.25	0.63
33	7	3	10	0.63	0.38	0.23	0.50
34	8	2	10	0.63	0.38	0.23	0.75
35	7	2	9	0.56	0.44	0.25	0.63
36	6	0	6	0.38	0.63	0.23	0.75
37	7	3	10	0.63	0.38	0.23	0.50
38	8	2	10	0.63	0.38	0.23	0.75
39	6	3	9	0.56	0.44	0.25	0.38
40	6	3	9	0.56	0.44	0.25	0.38
เฉลี่ย	6.72	1.47	8.2	0.51	0.49	0.23	0.66

หมายเหตุ

- $p$  หมายถึง ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ
- $r$  หมายถึง ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
- $R_U$  หมายถึง คะแนนกลุ่มเก่งตอบถูก
- $R_L$  หมายถึง คะแนนกลุ่มอ่อนตอบถูก
- $R$  หมายถึง จำนวนผู้ตอบถูกทั้งหมด
- $N$  หมายถึง จำนวนผู้ทำแบบทดสอบกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน
- $q$  หมายถึง สัดส่วนของผู้ตอบผิดในข้อหนึ่งๆ  $= 1 - p$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.9 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (KR20)

คนที่	คะแนน (X)	(X <sup>2</sup> )	คนที่	คะแนน (X)	(X <sup>2</sup> )
1	35	1225	16	63	3969
2	65	4225	17	15	225
3	67	4489	18	18	324
4	30	900	19	16	256
5	18	324	20	17	289
6	65	4225	21	17	289
7	66	4356	22	58	3364
8	64	4096	23	13	169
9	68	4624	24	15	225
10	71	5041	25	63	3969
11	70	4900	26	11	121
12	72	5184	27	63	3969
13	18	324	28	17	289
14	18	324	29	60	3600
15	36	1296	30	35	1225
				$\sum X = 1244$	$\sum X^2 = 67816$

ค่าความแปรปรวน

$$S^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

$$S^2 = \frac{30(67816) - (1244)^2}{30(30-1)}$$

$$S^2 = 559.70$$

ค่าความเชื่อมั่น

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

$$r_{tt} = \frac{80}{80-1} \left( 1 - \frac{18.98}{559.70} \right)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ในห้องเรียนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.10 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า จากผู้ทรงคุณวุฒิ

ลำดับ	หัวข้อประเมิน	ระดับความคิดเห็น			$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
		คนที่1	คนที่2	คนที่3			
<b>1. ด้านเนื้อหา</b>							
1.1	ความสอดคล้องของเนื้อหากับวัตถุประสงค์	4	4	5	4.33	0.57	ดี
1.2	ความถูกต้องของเนื้อหา การเกิดฟ้าผ่า	5	5	3	4.33	1.15	ดี
1.3	ความถูกต้องของเนื้อหา ผลกระทบจากการเกิดฟ้าผ่า	5	5	4	4.67	0.57	ดีมาก
1.4	ความถูกต้องของเนื้อหา การป้องกันฟ้าผ่า	5	5	4	4.67	0.57	ดีมาก
1.5	ความถูกต้องของเนื้อหา การติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่า	5	5	3	4.33	1.15	ดี
1.6	ความสอดคล้องของการเสนอเนื้อหาแต่ละตอน	4	5	5	4.67	0.57	ดีมาก
เฉลี่ย					4.50	0.44	ดีมาก
<b>2. ด้านภาพ เสียง</b>							
2.1	ความสอดคล้องของการใช้ภาพประกอบเนื้อหา	4	4	5	4.33	0.57	ดี
2.2	ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	5	5	3	4.33	1.15	ดี
2.3	ความถูกต้องของรูปภาพตามเนื้อหา	5	5	4	4.67	0.57	ดีมาก
เฉลี่ย					4.44	0.38	ดี
<b>3. ด้านเวลาในการนำเสนอ</b>							
3.1	ความเหมาะสมด้านเวลากับเนื้อหา	4	5	5	4.67	0.57	ดีมาก
3.2	ความเหมาะสมของเวลากับคำบรรยาย	4	5	4	4.33	0.57	ดี
3.3	ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอ	4	5	4	4.33	0.57	ดี
เฉลี่ย					4.44	0.50	ดี
ระดับค่าเฉลี่ยรวม					4.46	0.36	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.11 ผลการประเมินคุณภาพด้านการผลิตสื่อของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า จากผู้ทรงคุณวุฒิ

ลำดับ	หัวข้อประเมิน	ระดับความคิดเห็น			$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
		คนที่1	คนที่2	คนที่3			
<b>1. ส่วนนำของบทเรียน</b>							
1.1	ให้ข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็น(วัตถุประสงค์ เมฆหลัก )	5	5	4	4.67	0.57	ดีมาก
1.2	เร้าความสนใจ	5	4	4	4.33	0.57	ดี
เฉลี่ย					4.44	0.86	ดี
<b>2. เนื้อหาของบทเรียน</b>							
2.1	โครงสร้างเนื้อหาชัดเจน	5	5	4	4.67	0.57	ดีมาก
2.2	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์	5	4	5	4.67	0.57	ดีมาก
2.3	ความยากง่ายเหมาะสมกับผู้เรียน	4	4	4	4.00	0.00	ดี
เฉลี่ย					4.44	0.19	ดี
<b>3. การใช้ภาษา</b>							
3.1	ใช้ภาษาถูกต้องเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	4	4.67	0.57	ดีมาก
3.2	สื่อความหมายได้ชัดเจน	5	5	3	4.33	1.15	ดี
เฉลี่ย					4.50	0.86	ดีมาก
<b>4. การออกแบบระบบการเรียนการสอน</b>							
4.1	เนื้อหามีความต่อเนื่อง	5	5	4	4.67	0.57	ดีมาก
4.2	กลยุทธ์ในการถ่ายทอดเนื้อหาที่น่าสนใจ	5	5	4	4.67	0.57	ดีมาก
4.3	ความยาวของการนำเสนอเหมาะสม	5	5	3	4.33	1.15	ดี
เฉลี่ย					4.55	0.76	ดีมาก
<b>5. ส่วนประกอบด้านมัลติมีเดีย</b>							
5.1	การออกแบบหน้าจอเหมาะสม ง่ายต่อการใช้งาน	5	5	3	4.33	1.15	ดี
5.2	ขนาดสี ตัวอักษรชัดเจน สวยงาม	4	5	4	4.33	0.57	ดี
5.3	คุณภาพการใช้เสียง คนตรี ประกอบบทเรียน	4	5	3	4.00	1.00	ดี
เฉลี่ย					4.22	0.83	ดี
<b>6. การออกแบบปฏิสัมพันธ์</b>							
6.1	โปรแกรมใช้ง่าย สะดวก ได้ตอบกับผู้เรียนสม่ำเสมอ	5	4	3	4.00	1.00	ดี
6.2	ให้ผลป้อนกลับ เสริมแรง เหมาะสมตามความจำเป็น	5	4	3	4.00	1.00	ดี
เฉลี่ย					4.00	1.00	ดี
ระดับค่าเฉลี่ยรวม					4.37	0.64	ดี

ตารางที่ ค.12 ผลการทำแบบทดสอบระหว่างกระบวนการเรียน( $E_1$ ) ทั้ง 4 บทเรียน และแบบทดสอบหลังกระบวนการเรียนเมื่อเรียนครบทุกบทเรียน( $E_2$ ) เพื่อหาข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในครั้งที่ 1 จำนวน 3 คน

คนที่	ท้ายบทที่1	ท้ายบทที่2	ท้ายบทที่3	ท้ายบทที่4	รวมท้ายบท	หลังเรียน
	(เต็ม 10)	(เต็ม 10)	(เต็ม 10)	(เต็ม 10)	(เต็ม 40)	(เต็ม 40)
1	8	7	8	9	32	30
2	7	6	4	8	25	23
3	5	6	5	5	21	22
รวม	20	19	17	22	78	75
เฉลี่ย	6.67	6.33	5.67	7.33	26.00	25.00
ร้อยละ	66.70	63.30	56.70	73.30	$E_1=65.00$	$E_2=62.50$

ตารางที่ ค.13 ผลการทำแบบทดสอบระหว่างกระบวนการเรียน ( $E_1$ ) ทั้ง 4 บทเรียน และแบบทดสอบหลังกระบวนการเรียนเมื่อเรียนครบทุกบทเรียน( $E_2$ ) เพื่อหาข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในครั้งที่ 2 จำนวน 6 คน

คนที่	ท้ายบทที่1	ท้ายบทที่2	ท้ายบทที่3	ท้ายบทที่4	รวมท้ายบท	หลังเรียน
	(เต็ม 10)	(เต็ม 10)	(เต็ม 10)	(เต็ม 10)	(เต็ม 40)	(เต็ม 40)
1	8	9	8	9	34	32
2	9	7	8	8	32	33
3	7	8	6	7	28	29
4	8	7	8	6	29	28
5	7	6	6	8	27	28
6	6	7	5	7	25	26
รวม	45	44	41	45	175	176
เฉลี่ย	7.50	7.33	6.83	7.50	29.17	29.33
ร้อยละ	75.00	73.30	68.30	75.00	$E_1=72.92$	$E_2=73.32$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.14 ผลการทำแบบทดสอบระหว่างกระบวนการเรียน( $E_1$ ) ทั้ง 4 บทเรียน และแบบทดสอบหลังกระบวนการเรียนเมื่อเรียนครบทุกบทเรียน( $E_2$ ) เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คนที่	ท้ายบทที่1	ท้ายบทที่2	ท้ายบทที่3	ท้ายบทที่4	รวมท้ายบท	หลังเรียน
	(เต็ม 10)	(เต็ม 10)	(เต็ม 10)	(เต็ม 10)	(เต็ม 40)	(เต็ม 40)
1	9	8	7	9	33	32
2	7	8	9	8	32	33
3	8	9	9	8	34	35
4	9	7	8	8	32	31
5	8	9	8	9	34	32
6	8	8	9	9	34	32
7	9	9	7	8	33	34
8	9	9	10	8	36	33
9	8	7	8	9	32	34
10	8	8	9	7	32	30
11	7	9	8	9	33	32
12	9	8	9	8	34	32
13	8	9	8	7	32	33
14	9	7	8	9	33	31
15	9	8	9	9	35	33
16	8	8	9	8	33	32
17	9	7	8	9	33	33
18	7	9	8	7	31	30
19	7	8	8	9	32	32
20	9	8	8	9	34	32
รวม	165	163	166	167	662	646
เฉลี่ย	8.25	8.15	8.3	8.35	33.1	32.3
ร้อยละ	82.5	81.5	83.00	83.5	$E_1 = 82.75$	$E_2 = 80.75$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ค.15** ผลการทำแบบทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (กลุ่มทดลอง) จำนวน 20 คน

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน
1	10	32	11	16	32
2	9	34	12	15	33
3	18	34	13	12	34
4	13	32	14	9	32
5	15	33	15	14	34
6	12	32	16	13	34
7	14	34	17	19	35
8	15	33	18	17	32
9	13	34	19	14	32
10	15	32	20	16	33
ค่าเฉลี่ยรวม				13.95	33.05

**ตารางที่ ค.16** ผลการทำแบบทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีปกติตามคู่มือครู (กลุ่มควบคุม) จำนวน 20 คน

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน
1	12	23	11	14	21
2	10	24	12	16	26
3	15	27	13	12	25
4	17	30	14	9	18
5	12	23	15	11	24
6	16	25	16	14	21
7	13	19	17	15	18
8	15	29	18	13	22
9	12	27	19	11	20
10	15	22	20	8	17
ค่าเฉลี่ยรวม				13.00	23.05

ตารางที่ ค.17 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติ t-test independent โดยโปรแกรม SPSS ( $\alpha = 0.05$ ) โดยการนำผลคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของทั้ง 2 กลุ่มเปรียบเทียบ

**Group Statistics**

	Group	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Mark	1.00	20	33.0500	.99868	.22331
	2.00	20	23.0500	3.67746	.82230

**Independent Samples Test**

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Mark	Equal variances assumed	19.289	.000	11.736	38	.000	10.00000	.85209	8.27504	11.725
	Equal variances not assumed			11.736	21.787	.000	10.00000	.85209	8.23188	11.768

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ภาคผนวก ง.

แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

1. แบบประเมินด้านเนื้อหา
2. แบบประเมินด้านการผลิตสื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ  
(ด้านเนื้อหา)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า

**คำชี้แจง**

1. โปรดกาเครื่องหมาย (✓) ลงในช่องว่างที่เป็นจริง ซึ่งสอดคล้องกับความคิดเห็นของท่าน โดยให้ระดับคะแนนดังนี้

5	หมายถึง	ดีมาก
4	หมายถึง	ดี
3	หมายถึง	ปานกลาง
2	หมายถึง	พอใช้
1	หมายถึง	ควรปรับปรุง

2. ให้ท่านแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	หัวข้อประเมิน	ระดับความคิดเห็น					
		5	4	3	2	1	รวม
<b>1. ด้านเนื้อหา</b>							
1.1	ความสอดคล้องของเนื้อหากับวัตถุประสงค์						
1.2	ความถูกต้องของเนื้อหา การเกิดฟ้าผ่า						
1.3	ความถูกต้องของเนื้อหา ผลกระทบจากการเกิดฟ้าผ่า						
1.4	ความถูกต้องของเนื้อหา การป้องกันฟ้าผ่า						
1.5	ความถูกต้องของเนื้อหา การติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่า						
1.6	ความสอดคล้องของการเสนอเนื้อหาแต่ละตอน						
<b>2. ด้านภาพ</b>							
2.1	ความสอดคล้องของการใช้ภาพประกอบเนื้อหา						
2.2	ความถูกต้องของภาษาที่ใช้						
2.3	ความถูกต้องของรูปภาพตามเนื้อหา						
<b>3. ด้านเวลาในการนำเสนอ</b>							
3.1	ความเหมาะสมด้านเวลากับเนื้อหา						
3.2	ความเหมาะสมของเวลากับคำบรรยาย						
3.3	ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอ						
	รวม						
	เฉลี่ย						

ความคิดเห็นอื่นๆ โปรดระบุ

.....

.....

.....

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

(.....)

..... / ..... / .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ  
(ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า

คำชี้แจง

1. โปรดกาเครื่องหมาย (✓) ลงในช่องว่างที่เป็นจริง ซึ่งสอดคล้องกับความคิดเห็นของท่าน โดยให้ระดับคะแนนดังนี้

5	หมายถึง	ดีมาก
4	หมายถึง	ดี
3	หมายถึง	ปานกลาง
2	หมายถึง	พอใช้
1	หมายถึง	ควรปรับปรุง

2. ให้ท่านแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	หัวข้อประเมิน	ระดับความคิดเห็น					
		5	4	3	2	1	รวม
<b>1. ส่วนนำของบทเรียน</b>							
1.1	ให้ข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็น(วัตถุประสงค์ เมนูหลัก )						
1.2	เร้าความสนใจ						
<b>2. เนื้อหาของบทเรียน</b>							
2.1	โครงสร้างเนื้อหาชัดเจน						
2.2	สอดคล้องกับวัตถุประสงค์						
2.3	ความยากง่ายเหมาะสมกับผู้เรียน						
<b>3. การใช้ภาษา</b>							
3.1	ใช้ภาษาถูกต้องเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน						
3.2	สื่อความหมายได้ชัดเจน						
<b>4. การออกแบบระบบการเรียนการสอน</b>							
4.1	เนื้อหามีความต่อเนื่อง						
4.2	กลยุทธ์ในการถ่ายทอดเนื้อหาที่น่าสนใจ						
4.3	ความยาวของการนำเสนอเหมาะสม						
<b>5. ส่วนประกอบด้านมัลติมีเดีย</b>							
5.1	การออกแบบหน้าจอเหมาะสม ง่ายต่อการใช้งาน						
5.2	ขนาดสี ตัวอักษรชัดเจน สวยงาม						
5.3	คุณภาพการใช้เสียง คนตรี ประกอบบทเรียน						
<b>6. การออกแบบปฏิสัมพันธ์</b>							
6.1	โปรแกรมใช้ง่าย สะดวก โต้ตอบกับผู้เรียนสม่ำเสมอ						
6.2	ให้ผลป้อนกลับ เสริมแรง เหมาะสมตามความจำเป็น						
	เฉลี่ย						
	รวม						

ความคิดเห็นอื่นๆ โปรดระบุ

.....  
 .....  
 .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษา **ลงชื่อ** ..... **ผู้ประเมิน**  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้าง (.....) เป็นต้น

..... / ..... / .....



ภาคผนวก จ.

1. แบบทดสอบก่อนเรียน(Pre-Test)
2. แบบทดสอบหลังเรียน(Post-Test)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบก่อนเรียน(Pre-Test)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า  
(จำนวน 40 ข้อ ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 35 นาที)

1. ประจุไฟฟ้าที่สะสมอยู่ในก้อนเมฆมีการแยกประจุระหว่างประจุบวกและประจุลบในลักษณะอย่างไร
  - ก. ประจุบวกอยู่ด้านบนและประจุลบอยู่ด้านล่าง
  - ข. ประจุบวกอยู่ด้านล่างและประจุลบอยู่ด้านบน
  - ค. ทั้งประจุบวกและประจุลบรวมกันอยู่ตรงกลางของก้อนเมฆ
  - ง. ทั้งประจุบวกและประจุลบรวมกันอยู่บริเวณผิวด้านนอกของก้อนเมฆ
2. นักอุตุนิยมวิทยาเรียกเมฆที่ทำให้เกิดฟ้าผ่าว่าอะไร
  - ก. Muculonimbus
  - ข. Cumulonimbus
  - ค. Mulonimbus
  - ง. Culonimbus
3. ข้อใดคือความหมายของคำว่า Step Leader
  - ก. การเคลื่อนที่ของประจุแบบมีตัวนำ
  - ข. การเคลื่อนที่ของประจุที่เกิดจากการดิศซาร์จจากก้อนเมฆวิ่งเข้าหาประจุตรงกันข้าม
  - ค. การเคลื่อนที่ของประจุบวกวิ่งเข้าหาประจุลบ
  - ง. การเคลื่อนที่ของประจุลบวิ่งเข้าหาประจุบวก
4. ความเครียดของสนามไฟฟ้าวิกฤตในก้อนเมฆที่ทำให้เกิดการดิศซาร์จมีขนาดเท่าใด
  - ก. 5 kV/cm
  - ข. 8 kV/cm
  - ค. 10 kV/cm
  - ง. 15 kV/cm
5. ข้อใดเป็นทฤษฎีที่ทำให้เกิดการแยกตัวของประจุในก้อนเมฆ
  - ก. การแยกตัวของประจุโดยเกิดจากความกดอากาศ
  - ข. การแยกตัวของประจุโดยเกิดจากความร้อน
  - ค. การแยกตัวของประจุโดยเกิดจากแสงแดด
  - ง. การแยกตัวของประจุโดยเกิดจากกระแสลมพัด
6. ข้อใดคือความหมายของ Streamer
  - ก. ประจุชนิดเดียวกันวิ่งเข้าหา Leader
  - ข. ประจุตรงกันข้ามหักล้างกับ Leader
  - ค. ประจุตรงกันข้ามที่วิ่งเข้าหา Leader
  - ง. ประจุชนิดเดียวกันรวมกับ Leader

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของสถาบันพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ยกเว้นกรณีมีเหตุผลเบี่ยงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. การที่ลำฟ้าพาดำประจุจากก้อนเมฆลงสู่พื้นดินมากเกินไปจึงเกิดการย้อนกลับสู่ก้อนเมฆอีกครั้งปรากฏการณ์นี้เรียกว่าอะไร

- ก. Return Step
- ข. Return Stork
- ค. Return Leader
- ง. Return Streamer

8. กระบวนการเกิดฟ้าผ่าเริ่มจากการเกิด Leader ในก้อนเมฆกระทั่งวิ่งลงพื้นดินใช้เวลาประมาณเท่าใด

- ก. 30 mSec
- ข. 40 mSec
- ค. 40 usec
- ง. 50 mSec

9. มาตรฐานการทดสอบอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชอกหรือแรงดันเกินช่วงขณะกำหนดโดยหน่วยงานใด

- ก. ACE
- ข. MUK
- ค. IEK
- ง. IEEE

10. ความเร็วการเคลื่อนที่ประจุที่อิสระจากเมฆสู่พื้นโลกใช้ความเร็วในการเดินทางเท่าใด

- ก. 30,000 km/s
- ข. 40,000 km/s
- ค. 50,000 km/s
- ง. 60,000 km/s

11. ข้อใดไม่ใช่การจัดแบ่งพื้นที่ที่ได้รับอันตรายจากการเกิดฟ้าผ่า

- ก. CAT A
- ข. CAT B
- ค. CAT C
- ง. CAT F

12. ลักษณะของลูกคลื่นมาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบกระแสไฟฟ้าเกินช่วงขณะของอุปกรณ์ไฟกระชอก คือข้อใด

- ก. 1.2/50  $\mu$ S
- ข. 8/20  $\mu$ S
- ค. 1.5/50  $\mu$ S
- ง. 10/25  $\mu$ S

13. ระยะสุดท้ายที่ Leader ถูกปล่อยด้วย Streamer ที่อยู่บนพื้นโลกทำให้เกิดฟ้าผ่าลงตำแหน่งนั้นๆเรียกว่าอะไร

ก. ระยะฟ้าผ่า

ข. ระยะก้าว

ค. ระยะนำประจุ

ง. ระยะคายประจุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งนี้ ลิขสิทธิ์ให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14. ข้อไม่ใช่รูปแบบมาตรฐานสำหรับทดสอบอุปกรณ์ป้องกัน ไฟกระชอกเนื่องจากฟ้าผ่า
- รูปคลื่นแรงดันเกินชั่วขณะ
  - รูปคลื่นกระแสเกินชั่วขณะ
  - รูปคลื่นของสัญญาณแกว่ง
  - รูปคลื่นสัญญาณรบกวน
15. ขณะเกิดฟ้าผ่าบริเวณใดถือเป็นพื้นที่ปลอดภัยมากที่สุด
- บนเรือ
  - บนรถมอเตอร์ไซค์
  - สนามฟุตบอล
  - ในรถยนต์
16. อุณหภูมิของฟ้าผ่าขณะเกิดฟ้าผ่ามีค่าเท่าใด
- 10,000 °K
  - 20,000 °K
  - 30,000 °K
  - 40,000 °K
17. ข้อใดไม่ใช่สาเหตุที่ทำให้เกิดฟ้าร้อง
- อุณหภูมิของลำฟ้าผ่า
  - แสงที่เกิดจากลำฟ้าผ่า
  - การขยายตัวของอากาศบริเวณ รอบ ๆ ลำฟ้าผ่า
  - ความดันอากาศย่นความเร็วเหนือเสียง
18. ข้อใดคืออุปกรณ์ที่เสี่ยงต่อความเสียหายมากที่สุดขณะเกิดฟ้าผ่า
- หลอดไฟ
  - มอเตอร์
  - เครื่องทำน้ำอุ่น
  - โทรศัพท์พื้นฐาน
19. ในการแบ่งพื้นที่ที่ได้รับความรุนแรงจากฟ้าผ่า(Category) ของสถาบัน IEEE ผู้ MDB หรือ Circuit Breaker จัดว่าอยู่ในโซนใด
- |          |          |
|----------|----------|
| ก. CAT A | ข. CAT B |
| ค. CAT C | ง. CAT D |
20. ในกรณีที่เกิดฟ้าผ่าลงที่ Overhead Ground wire (สายดินเหนือสายไฟ) ของระบบส่งจ่าย แต่ที่ฐานเสาโครงเหล็กมีค่าความต้านทานสูงจะมีผลอย่างไร
- กระแสฟ้าผ่าทำลายลูกถ้วย
  - เกิดการวาบไฟที่ผิวของลูกถ้วย
  - เกิดปรากฏการณ์โคโรนาที่ลูกถ้วย
  - กระแสฟ้าผ่าเหนี่ยวนำที่สายเฟสทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมิได้มีความผูกพันใดๆจะต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

21. สายเคเบิลแบบฝังดินจะได้รับผลจากฟ้าผ่าในลักษณะใด
- ก. ฉนวนของสายถูกทำลาย
  - ข. คลื่นสัญญาณฮาร์โมนิครบกวน
  - ค. แรงดันคลื่นจรวิ่งเข้าทำลาย
  - ง. สายขาดเนื่องจากความร้อนสูง
22. ข้อใดไม่ใช่อุปกรณ์ในระบบป้องกันฟ้าผ่า
- ก. Air Terminal
  - ข. Cable splice Ground
  - ค. Exothermic welding
  - ง. Lightning counter
23. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับกับดักฟ้าผ่า
- ก. ลดค่าเหนี่ยวนำในสายเฟส
  - ข. ขามปกติมีคุณสมบัติเป็นฉนวน
  - ค. สามารถใช้งานได้ครั้งเดียว
  - ง. ภายในประกอบด้วยวงจรรับฟเฟอร์
24. วัสดุที่ใช้ทำ Mold สำหรับเชื่อมต่อแบบ Exothermic Welding ทำมาจากอะไร
- ก. เหล็ก
  - ข. เซรามิค
  - ค. กราไฟท์
  - ง. กระเบื้อง
25. ข้อใดไม่ใช่ส่วนประกอบของระบบป้องกันฟ้าผ่าแบบฟาราเดย์
- ก. Lightning Arrester
  - ข. Air Terminal
  - ค. Down Conductor
  - ง. Earth Electrode
26. หัวล่อฟ้าแบบฟาราเดย์ จะมีลักษณะปลายแหลมตรงตามหลักการข้อใด
- ก. เพื่อลดความเข้มสนามไฟฟ้าที่จุดยอด
  - ข. เพื่อเพิ่มความเข้มสนามไฟฟ้าที่จุดยอด
  - ค. เพื่อลดประจุส่วนหัวล่อฟ้า
  - ง. เพื่อเพิ่มความนำให้กับหัวล่อฟ้า
27. ข้อใดไม่ใช่คุณสมบัติของกับดักฟ้าผ่า(Lightning Arrester)
- ก. ค่าความต้านทานลดลงเมื่อกระแสมากขึ้น
  - ข. ป้องกันแรงดันเกินระหว่างสายเฟส
  - ค. จับกระแสเกินทิ้งลงสายดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น การเปลี่ยนแปลงข้อความด้านทานในตัวไม่เป็นเชิงเส้น ถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

28. ESE ย่อมาจากอะไร

- ก. Easy System Earth
- ข. Earth System Emission
- ค. Earth Streamer Emission
- ง. Early Streamer Emission

29. เมื่อแท่งเหล็กดินมีขนาด 16 มม. ยาว 2.4 เมตร หากต้องการเพิ่มแท่งเหล็กดินเพื่อลดค่าความต้านทานดิน ควร มีระยะห่างจากแท่งเดิมเท่าใด

- ก. 1.8 เมตร
- ข. 2 เมตร
- ค. 2.4 เมตร
- ง. 5 เมตร

30. คุณสมบัติที่ดีของสายนำลงดินคือข้อใด

- ก. ค่าอิมพีแดนซ์ต่ำค่าเหนี่ยวนำต่ำ
- ข. มีค่าความต้านทานต่ำค่าเหนี่ยวนำสูง
- ค. มีค่าความต้านทานสูงค่าเหนี่ยวนำต่ำ
- ง. ค่าอิมพีแดนซ์ต่ำค่าเหนี่ยวนำสูง

31. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับหัวล่อฟ้าแบบ ESE

- ก. รัศมีป้องกันต่ำกว่าหัวล่อฟ้าแบบ ฟาราเดย์
- ข. มีราคาสูงกว่าหัวล่อฟ้าแบบฟาราเดย์
- ค. ระยะรัศมีป้องกันยาว 60 – 80 เมตร
- ง. รัศมีป้องกันทำมุม 45 องศา

32. ศ.ว.ท. ได้แบ่งลักษณะของตัวนำล่อฟ้าที่ใช้ในระบบป้องกันออกเป็นกี่แบบ

- ก. 3 แบบ
- ข. 4 แบบ
- ค. 5 แบบ
- ง. 6 แบบ

33. ในการออกแบบอาคารที่มีโครงสร้างต่างระดับหลายระดับควรใช้วิธีการออกแบบไหนในการพิจารณา

- ก. วิธีทรงกลมกลิ้ง
- ข. วิธีมุมป้องกัน
- ค. วิธีตาข่าย
- ง. วิธีกระจายประจุ

34. ระบบป้องกันสำหรับสายส่งไฟฟ้าควรเลือกใช้ตัวนำฟ้าชนิดใด

- ก. แท่งตัวนำ
- ข. ตัวนำแบบตาข่าย
- ค. สายชิงตัวนำให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
- ง. ตาข่ายชิงอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่งานปฎิบัติรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น

35. ในการพิจารณาค่าความต้านทานดินของพื้นผิวโลก ควรพิจารณาส่วนใด
- ชิลิกาในดิน
  - อลูมิน่า
  - สารละลาย
  - ถูกทุกข้อ
36. ข้อใดคือหน่วยที่ใช้วัดค่าความต้านทานจำเพาะของดิน
- $\Omega \cdot m$
  - $\Omega \cdot mm^2$
  - $\Omega \cdot mm^3$
  - $\Omega \cdot cm^2$
37. มาตรฐานค่าความต้านทานดินที่กำหนดโดยการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ควรมีค่าไม่เกินกี่โอห์ม
- 0.5  $\Omega$
  - 1  $\Omega$
  - 3  $\Omega$
  - 5  $\Omega$
38. ตามมาตรฐานกำหนดให้วัสดุที่เป็นตัวนำล่อฟ้าที่ทำมาจากทองแดงต้องมีขนาดไม่น้อยกว่าเท่าใด
- 50  $mm^2$
  - 70  $mm^2$
  - 90  $mm^2$
  - 120  $mm^2$
39. Exothermic Welding หมายถึงอะไร
- การเชื่อมต่อโดยใช้สูตรชนิดพิเศษ
  - การเชื่อมต่อโดยน้ำยาเคมี
  - การเชื่อมต่อแบบปฏิกิริยาเคมีความร้อน
  - การเชื่อมต่อโดยการขันยึดและหุ้มด้วยโลหะเหลว
40. ข้อใดคืออุปกรณ์ที่ใช้วัดค่าความต้านทานดิน
- Earth Tester
  - Ground Meter
  - Electrode Tester
  - Ohm Meter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบหลังเรียน(Post-Test)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า  
(จำนวน 40 ข้อ ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 35 นาที)

1. ประจุไฟฟ้าที่สะสมอยู่ในก้อนเมฆมีการแยกประจุระหว่างประจุบวกและประจุลบในลักษณะอย่างไร
  - ก. ประจุบวกอยู่ด้านล่างและประจุลบอยู่ด้านบน
  - ข. ประจุบวกอยู่ด้านบนและประจุลบอยู่ด้านล่าง
  - ค. ทั้งประจุบวกและประจุลบรวมกันอยู่ตรงกลางของก้อนเมฆ
  - ง. ทั้งประจุบวกและประจุลบรวมกันอยู่บริเวณผิวด้านนอกของก้อนเมฆ
2. ความเครียดของสนามไฟฟ้าวิกฤตในก้อนเมฆที่ทำให้เกิดการคายประจุมีขนาดเท่าใด
  - ก. 5 KV/Cm
  - ข. 8 KV/Cm
  - ค. 10 KV/Cm
  - ง. 15 KV/Cm
3. นักอุตุนิยมวิทยาเรียกเมฆที่ทำให้เกิดฟ้าผ่าว่าอะไร
  - ก. Cumulonimbus
  - ข. Mulonimbus
  - ค. Muculonimbus
  - ง. Culonimbus
4. ข้อใดคือความหมายของคำว่า Step Leader
  - ก. การเคลื่อนที่ของประจุแบบมีตัวนำ
  - ข. การเคลื่อนที่ของประจุบวกวิ่งเข้าหาประจุลบ
  - ค. การเคลื่อนที่ของประจุลบวิ่งเข้าหาประจุบวก
  - ง. การเคลื่อนที่ของประจุที่เกิดจากการคายประจุจากก้อนเมฆวิ่งเข้าหาประจุตรงกันข้าม
5. ข้อใดเป็นทฤษฎีที่ทำให้เกิดการแยกตัวของประจุในก้อนเมฆ
  - ก. การแยกตัวของประจุที่เกิดจากกระแสลมพัด
  - ข. การแยกตัวของประจุโดยเกิดจากความกดอากาศ
  - ค. การแยกตัวของประจุโดยเกิดจากความร้อน
  - ง. ผิดทุกข้อ
6. ข้อใดคือความหมายของ Streamer
  - ก. ประจุตรงกันข้ามที่วิ่งเข้าหา Leader
  - ข. ประจุชนิดเดียวกันวิ่งเข้าหา Leader
  - ค. ประจุตรงกันข้ามหักล้างกับ Leader
  - ง. ประจุชนิดเดียวกันรวมกับ Leader

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. กระบวนการเกิดฟ้าผ่าเริ่มจากการเกิด Leader ในก้อนเมฆกระทั่งวิ่งลงพื้นดินใช้เวลาประมาณเท่าใด
- 30 mSec
  - 40 mSec
  - 40 usec
  - 50 mSec
8. การที่ลำฟ้าผ่านำประจุจากก้อนเมฆลงสู่พื้นดินมากเกินไปจึงเกิดการย้อนกลับสู่ก้อนเมฆอีกครั้งปรากฏการณ์นี้เรียกว่าอะไร
- Return Step
  - Return Leader
  - Return Stork
  - Return Streamer
9. มาตรฐานการทดสอบอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชอกหรือแรงดันเกินชั่วขณะกำหนดโดยหน่วยงานใด
- IEEE
  - ACE
  - MUK
  - IEK
10. ลักษณะของลูกคลื่นมาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบกระแสไฟฟ้าเกินชั่วขณะของอุปกรณ์ไฟกระชอก คือข้อใด
- 1.2/50  $\mu$ S
  - 1.5/50  $\mu$ S
  - 8/20  $\mu$ S
  - 10/25  $\mu$ S
11. ความเร็วการเคลื่อนที่ประจุที่ดิซชาร์จจากเมฆสู่พื้นโลกใช้ความเร็วในการเดินทางเท่าใด
- 30,000 km/s
  - 40,000 km/s
  - 50,000 km/s
  - 60,000 km/s
12. ข้อใดไม่ใช่การจัดแบ่งพื้นที่ที่ได้รับอันตรายจากการเกิดฟ้าผ่า
- CAT B
  - CAT C
  - CAT A
  - CAT F
13. ระยะสุดท้ายที่ Leader ถูกต่อด้วย Streamer ที่อยู่บนพื้นโลกทำให้เกิดฟ้าผ่าลงตำแหน่งนั้นๆเรียกว่าอะไร
- ระยะก้าว
  - ระยะฟ้าผ่า
  - ระยะนำประจุ
  - ระยะคายประจุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งนี้ ก. ระยะเวลาประจุ ให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14. อุณหภูมิของฟ้าผ่าขณะเกิดฟ้าผ่ามีค่าเท่าใด
- 10,000 ° K
  - 20,000 ° K
  - 30,000 ° K
  - 40,000 ° K
15. ข้อใดไม่ใช่รูปแบบมาตรฐานสำหรับทดสอบอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชอกเนื่องจากฟ้าผ่า
- รูปคลื่นแรงดันเกินชั่วขณะ
  - รูปคลื่นกระแสเกินชั่วขณะ
  - รูปคลื่นสัญญาณรบกวน
  - รูปคลื่นของสัญญาณแฉ่ง
16. ขณะเกิดฟ้าผ่าบริเวณใดถือเป็นพื้นที่ปลอดภัยมากที่สุด
- ในรถยนต์
  - บนเรือ
  - บนรถมอเตอร์ไซค์
  - สนามฟุตบอล
17. ข้อใดไม่ใช่สาเหตุที่ทำให้เกิดฟ้าร้อง
- อุณหภูมิของลำฟ้าผ่า
  - การขยายตัวของอากาศบริเวณ รอบ ๆ ลำฟ้าผ่า
  - ความดันอากาศผ่านความเร็วเหนือเสียง
  - แสงที่เกิดจากลำฟ้าผ่า
18. ในการแบ่งพื้นที่ที่ได้รับความรุนแรงจากฟ้าผ่า(Category) ของสถาบัน IEEE ผู้ MDB หรือ Circuit Breaker จัดว่าอยู่ในโซนใด
- CAT A
  - CAT B
  - CAT C
  - CAT D
19. ข้อใดคืออุปกรณ์ที่เสี่ยงต่อความเสียหายมากที่สุดขณะเกิดฟ้าผ่า
- โทรศัพท์พื้นฐาน
  - หลอดไฟ
  - มอเตอร์
  - เครื่องทำน้ำอุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20. ในกรณีที่เกิดฟ้าผ่าลงที่ Overhead Ground wire (สายดินเหนือสายไฟ) ของระบบส่งจ่าย แต่ที่ฐานเสาโครงเหล็กมีค่าความต้านทานสูงจะมีผลอย่างไร

- ก. กระแสฟ้าผ่าทำลายลูกถ้วย
- ข. เกิดปรากฏการณ์โคโรนาที่ลูกถ้วย
- ค. กระแสฟ้าผ่าเหนี่ยวนำที่สายเฟสทันที
- ง. เกิดการวาวไฟที่ผิวของลูกถ้วย

21. ข้อใดไม่ใช่อุปกรณ์ในระบบป้องกันฟ้าผ่า

- ก. Air Terminal
- ข. Exothermic welding
- ค. Cable splice Ground
- ง. Lightning counter

22. สายเคเบิลแบบฝังดินจะได้รับผลจากฟ้าผ่าในลักษณะใด

- ก. ฉนวนของสายถูกทำลาย
- ข. แรงดันคลื่นจรวิ่งเข้าทำลาย
- ค. คลื่นสัญญาณฮาร์โมนิครบกวน
- ง. สายขาดเนื่องจากความร้อนสูง

23. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับกับดักฟ้าผ่า

- ก. ลดค่าเหนี่ยวนำในสายเฟส
- ข. สามารถใช้งานได้ครั้งเดียว
- ค. ขามปกติมีคุณสมบัติเป็นฉนวน
- ง. ภายในประกอบด้วยวงจรมัลติไฟเฟอร์

24. ข้อใดไม่ใช่ส่วนประกอบของระบบป้องกันฟ้าผ่าแบบฟาราเดย์

- ก. Air Terminal
- ข. Down Conductor
- ค. Lightning Arrester
- ง. Earth Electrode

25. วัสดุที่ใช้ทำ Mold สำหรับเชื่อมต่อบน Exothermic Welding ทำมาจากอะไร

- ก. เหล็ก
- ข. กราไฟท์
- ค. เซรามิค
- ง. กระเบื้อง

26. หัวล่อฟ้าแบบฟาราเดย์ จะมีลักษณะปลายแหลมตรงตามหลักการข้อใด

- ก. เพื่อเพิ่มความเข้มสนามไฟฟ้าที่จุดยอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่มอบให้โดยไม่คิดค่าตอบแทน การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ก. เพื่อลดประจุส่วนหัวล่อฟ้า เนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ง. เพื่อความสวยงาม

27. ข้อใดไม่ใช่คุณสมบัติของกัปกับฟ้าผ่า(Lightning Arrester)
- ค่าความต้านทานลดลงเมื่อกระแสมากขึ้น
  - ป้องกันแรงดันเกินระหว่างสายเฟส
  - จับกระแสเกินทิ้งลงสายดิน
  - การเปลี่ยนแปลงความต้านทานในตัวไม่เป็นเชิงเส้น
28. คุณสมบัติที่ดีของสายนำลงดินคือข้อใด
- มีค่าความต้านทานต่ำค่าเหนี่ยวนำสูง
  - มีค่าความต้านทานสูงค่าเหนี่ยวนำต่ำ
  - ค่าอิมพีแดนซ์ต่ำค่าเหนี่ยวนำสูง
  - ค่าอิมพีแดนซ์ต่ำค่าเหนี่ยวนำต่ำ
29. ESE ย่อมาจากอะไร
- Easy System Earth
  - Earth System Emission
  - Earth Streamer Emission
  - Early Streamer Emission
30. เมื่อแท่งเหล็กดินมีขนาด 16 มม. ยาว 2.4 เมตร หากต้องการเพิ่มแท่งหลักดินเพื่อลดค่าความต้านทานดิน ควร มีระยะห่างจากแท่งเดิมเท่าใด
- 1.8 เมตร
  - 2 เมตร
  - 2.4 เมตร
  - 5 เมตร
31. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับหัวล่อฟ้าแบบ ESE
- รัศมีป้องกันต่ำกว่าหัวล่อฟ้าแบบ ฟาราเดย์
  - มีราคาสูงกว่าหัวล่อฟ้าแบบฟาราเดย์
  - รัศมีป้องกันทำมุม 45 องศา
  - ระยะรัศมีป้องกันยาว 60 – 80 เมตร
32. ส.ว.ท. ได้แบ่งลักษณะของตัวนำล่อฟ้าที่ใช้ในระบบป้องกันออกเป็นกี่แบบ
- |          |          |
|----------|----------|
| ก. 3 แบบ | ข. 4 แบบ |
| ค. 5 แบบ | ง. 6 แบบ |
33. ระบบป้องกันสำหรับสายส่งไฟฟ้าควรเลือกใช้ตัวนำฟ้าชนิดใด
- แท่งตัวนำ
  - สายชิงตัวนำ
  - ตัวนำแบบตาข่าย
  - ตาข่ายชิงอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

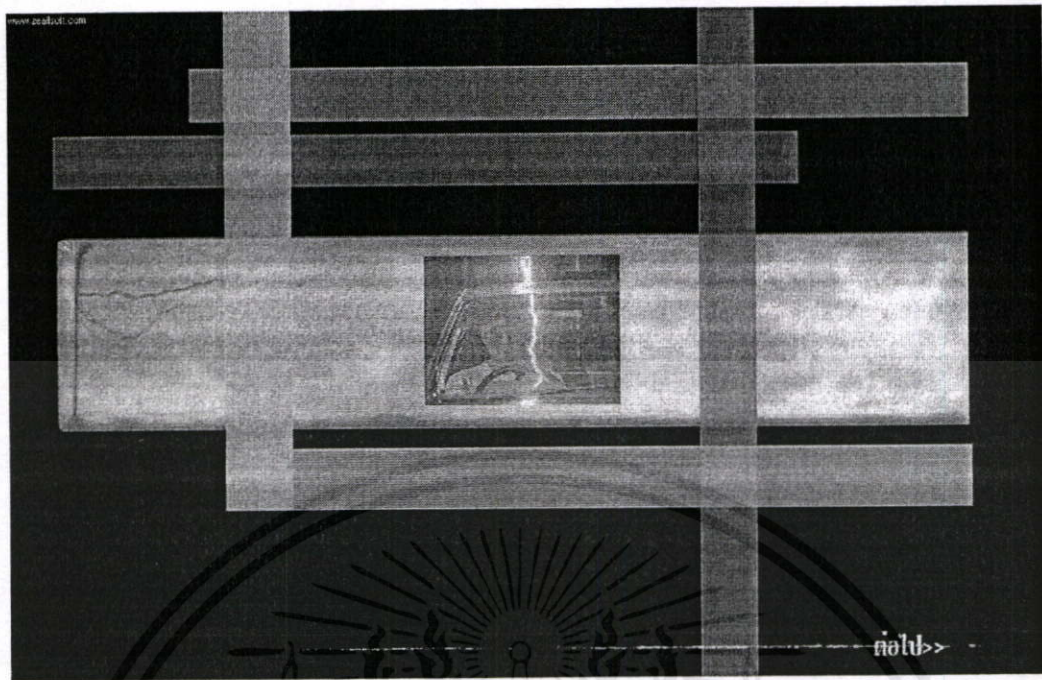
34. ในการออกแบบอาคารที่มีโครงสร้างต่างระดับหลายระดับควรใช้วิธีการออกแบบไหนในการพิจารณา
- วิธีมุมป้องกัน
  - วิธีทรงกลมกลิ้ง
  - วิธีตาข่าย
  - วิธีกระจายประจุ
35. ในการพิจารณาคุณภาพค่าความต้านทานดินของพื้นผิวโลก ควรพิจารณาส่วนใด
- อุณหภูมิตั้ง
  - ฤดูกาล
  - สารละลาย
  - ถูกทุกข้อ
36. ข้อใดคือหน่วยที่ใช้วัดค่าความต้านทานจำเพาะของดิน
- $\Omega \cdot \text{mm}^2$
  - $\Omega \cdot \text{m}$
  - $\Omega \cdot \text{mm}^3$
  - $\Omega \cdot \text{cm}^2$
37. ตามมาตรฐานกำหนดให้วัสดุที่เป็นตัวนำล่อฟ้าที่ทำมาจากทองแดงต้องมีขนาดไม่น้อยกว่าเท่าใด
- 50 mm<sup>2</sup>
  - 70 mm<sup>2</sup>
  - 90 mm<sup>2</sup>
  - 120 mm<sup>2</sup>
38. ข้อใดคืออุปกรณ์ที่ใช้วัดค่าความต้านทานดิน
- Ground Meter
  - Earth Tester
  - Electrode Tester
  - Ohm Meter
39. Exothermic Welding หมายถึงอะไร
- การเชื่อมต่อโดยใช้สูตรชนิดพิเศษ
  - การเชื่อมต่อแบบปฏิกิริยาเคมีความร้อน
  - การเชื่อมต่อโดยน้ำยาเคมี
  - การเชื่อมต่อโดยการขันยึดและหุ้มด้วยโลหะเหลว
40. มาตรฐานค่าความต้านทานดินที่กำหนดโดยการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ควรมีค่าไม่เกินกี่โอห์ม
- 0.5  $\Omega$
  - 1  $\Omega$
  - 3  $\Omega$
  - 5  $\Omega$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

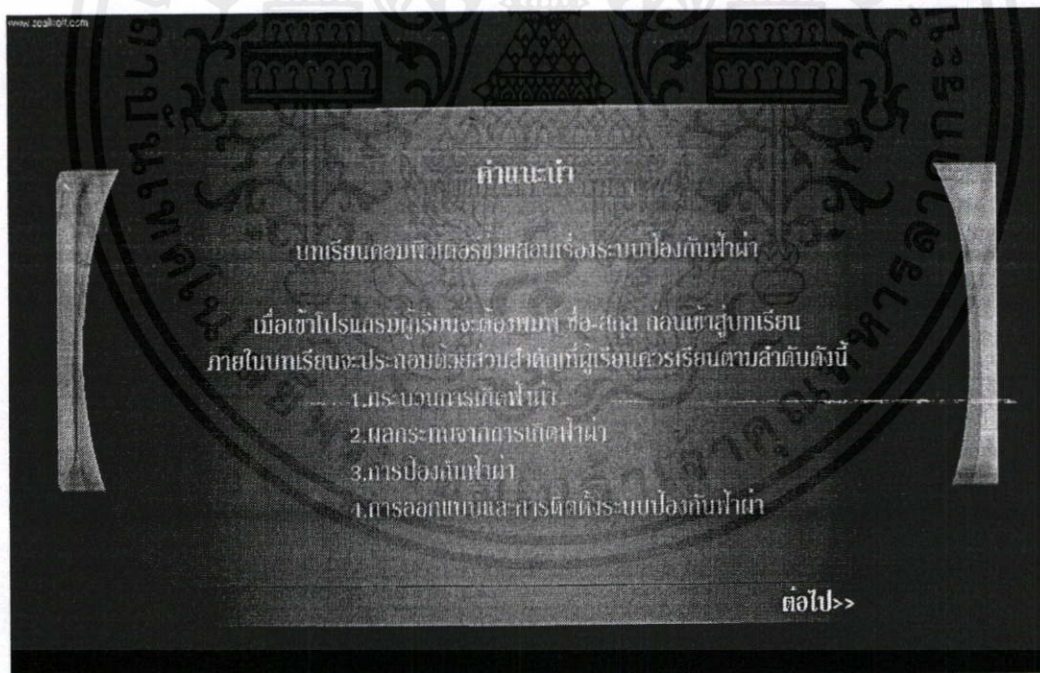
ภาคผนวก ฉ.

ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกัน  
ระบบไฟฟ้า หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า มหาวิทยาลัย  
ราชภัฏเพชรบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ฉ.1 หน้าแรกของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



ภาพที่ ฉ.2 หน้าคำแนะนำแสดงขั้นตอนการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

www.cesb.cit.com

กรุณาล็อกอิน

ชื่อ-สกุล นาย ราเชณ ดณะนา

รหัสนักศึกษา 47065457

Enter

ภาพที่ ๑.3 แสดงหน้าสำหรับกรอกข้อมูลส่วนตัวของผู้เรียน

www.cesb.cit.com

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบป้องกันฟ้าผ่า วิชาการป้องกันระบบไฟฟ้า

เมนู เนื้อหาและจุดประสงค์ หลักศูตริวิทยา การใช้งานโปรแกรม เกี่ยวกับโปรแกรม

1.กระบวนการเกิดฟ้าผ่า

2.ผลกระทบจากการเกิดฟ้าผ่า

3.การป้องกันฟ้าผ่า

4.การออกแบบและการติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่า

คุณ นาย ราเชณ ดณะนา รหัส 47065457

แบบทดสอบ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4

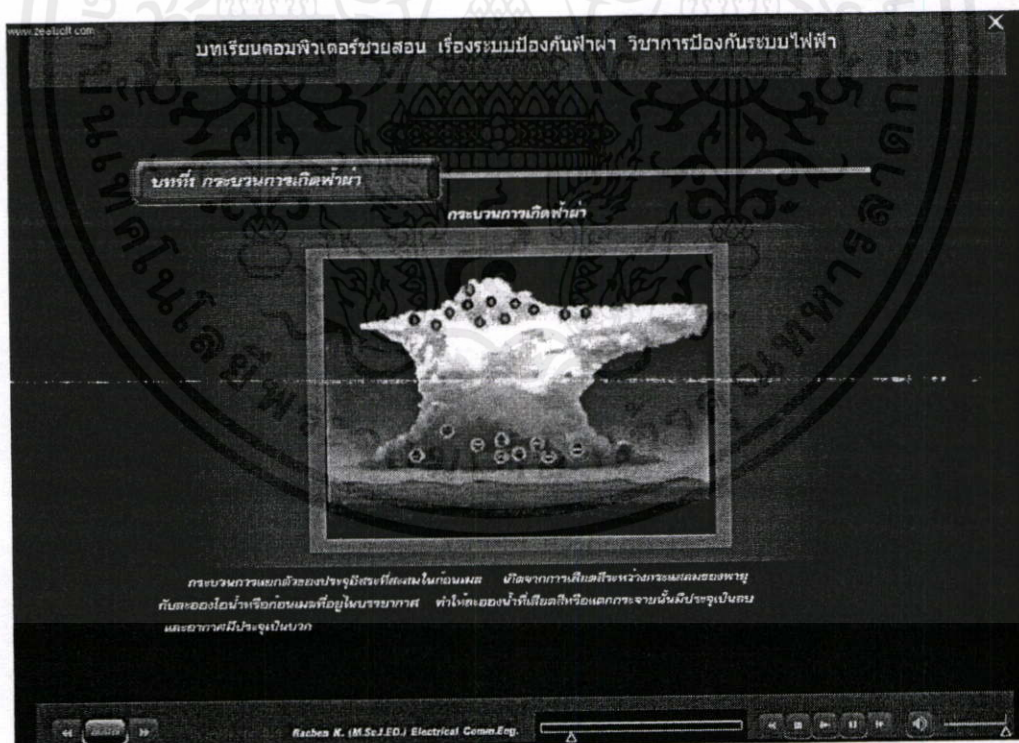
แบบทดสอบท้ายบทเรียน

ภาพที่ ๑.4 แสดงหน้าหลักของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ๑.5 แสดงการทำงานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนขณะเรียนมีภาพเคลื่อนไหว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
**ภาพที่ ๑.6 แสดงการทำงานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนขณะเรียน**  
 ไม่ว่าจะฉีกดูทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

www.zooinfoil.com

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบป้องกันฟ้าผ่าวิชาการศึกษาการป้องกันระบบไฟฟ้า


1. การติดตั้งในเมฆฟ้าผ่าคืออะไร

**ก** การสะสมประจุ

**ข** การถ่ายเทประจุ

**ค** การหักล้างของประจุ

**ง** การหักเหของประจุ



ภาพที่ ๑.7 แบบฝึกหัดท้ายบทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

www.zooinfoil.com

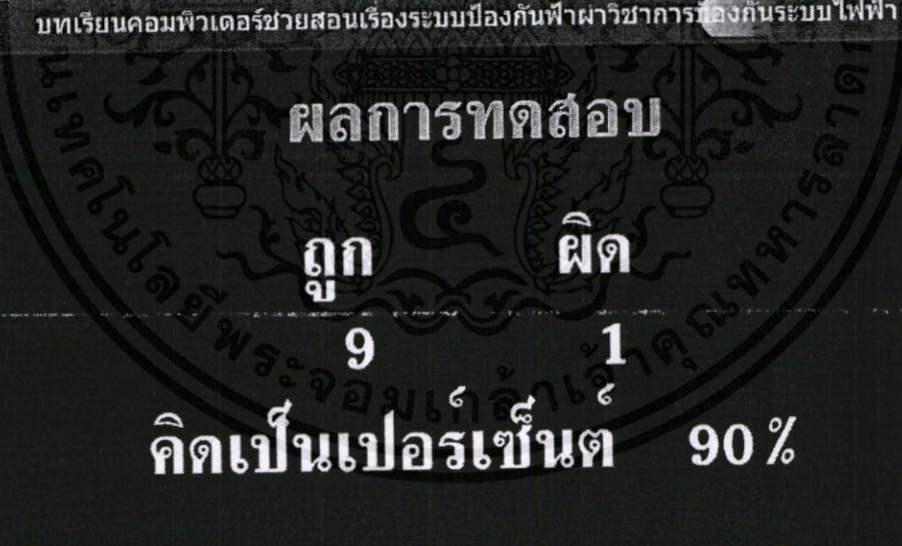
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบป้องกันฟ้าผ่าวิชาการศึกษาการป้องกันระบบไฟฟ้า

**ผลการทดสอบ**

**ถูก 9**      **ผิด 1**

**คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 90%**

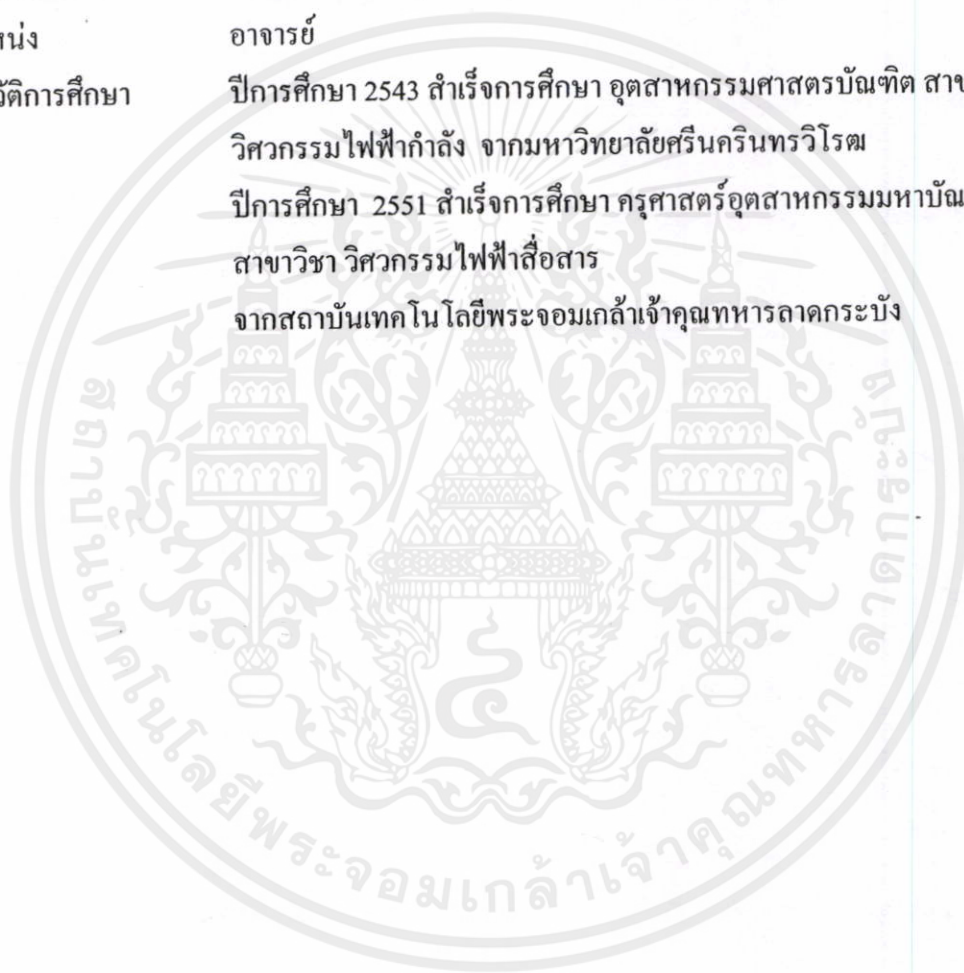
**หน้าหลัก**



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้าม **ภาพที่ ๑.8** แสดงผลคะแนนที่ได้หลังจากทำแบบทดสอบ ครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายราเชน คณะนา
วัน เดือน ปีเกิด	28 พฤษภาคม 2518
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	106 หมู่ 8 ตำบลหนองขนาน อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี 76000
สถานที่ทำงาน	คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
ตำแหน่ง	อาจารย์
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2543 สำเร็จการศึกษา อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้ากำลัง จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปีการศึกษา 2551 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้