สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ

LEARNING MEDIA BY AUGMENTED REALITY ON HYDRO POWER PLANT

ชวกฤษฎ์ อรุณสาวัสดิ์
CHAWKOT ARUNSAWAT

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2560

สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ

LEARNING MEDIA BY AUGMENTED REALITY ON HYDRO POWER PLANT

ชาญยุทธ์ อรุณสวัสดิ์
CHANYOOT ARUNSAWAT

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2560
KMITL-2017-ED-M-231-067

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LEARNING MEDIA BY AUGMENTED REALITY ON HYDRO POWER PLANT

CHANYOOT ARUNSAWAT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION
IN ELECTRICAL COMMUNICATIONS ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2017

KMITL-2017-ED-M-231-067

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2017
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์	สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่องโรงไฟฟ้าพลังน้ำ Learning Media by Augmented Reality on Hydro Power Plant
นักศึกษา	นายชาญยุทธ์ อรุณสวัสดิ์
รหัสประจำตัว	57603085
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รศ.ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.ดร.ศุภวัฒน์	ลาวัณย์วิสุทธิ์	
ผศ.ดร.ไพบูลย์	พวงวงศ์ตระกูล	
รศ.ดร.วิสุทธิ์	สุนทรกนกพงศ์	
รศ.ดร.พีระวุฒิ	สุวรรณจันทร์	
ผศ.ดร.วินัย	ใจกล้า	

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ 27 มิถุนายน 2560 เวลา 15.00 น. เป็นต้นไป
สถานที่สอบ ณ ห้องเรียนสมาคมศิษย์เก่า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยีรับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิติพงค์ มะโน)
คณบดี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

วันที่ 31 **เดือน** ก.ค. **พ.ศ.** 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	**สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ**
นักศึกษา	**ชาญยุทธ์ อรุณสวัสดิ์**
รหัสนักศึกษา	57603085
ปริญญา	**ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต**
สาขาวิชา	**วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร**
พ.ศ.	2560
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	**ผศ.ดร.ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล**
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	**รศ.ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์**

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1.เพื่อสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ ที่มีคุณภาพ 2.เพื่อหาประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยี ภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ แบบประเมินคุณภาพบทเรียน และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี จำนวน 30 คน ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาพลังงานที่ยั่งยืน ซึ่งใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย โดยการจับสลากรายห้อง

ผลการวิจัยพบว่า คุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ ด้านเนื้อหา อยู่ในระดับดี ($\bar{x}$ =4.04, S.D.=0.42) และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ อยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x}$ =4.69, S.D.=0.29) ส่วนประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 81.73/83.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Learning Media by Augmented Reality on Hydro Power Plant
Student	Mr. Chanyoot Arunsawat
Student ID.	57603085
Degree	Master of Science in Industrial Education
Program	Electrical Communications Engineering
Year	2017
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Paiboon Pongwongtragull
Thesis Co-Advisor	Assoc. Prof. Dr. Wisuit Sunthonkanokpong

ABSTRACT

The purposes of this research were 1. to develop a quality learning medium with augmented reality technology on Hydro Power Plant, and 2. to find the effectiveness of the learning medium with augmented reality technology on Hydro Power Plant. Tools used in this study were the learning medium with augmented reality. technology on Hydro Power Plant, the assessment form for the medium, and the achievement test. Research sample consisted of 30 students that randomly selected from the students who enrolled in sustainable energy subject at Phetchaburi Rajabhat University.

The results showed the quality of content for learning medium with augmented reality on Hydro Power Plant were at good level ($\bar{x}$ =4.04, S.D.=0.42) and the quality of instruction media were at the excellent level ($\bar{x}$ =4.69, S.D.=0.29). The Effectiveness of learning media with augmented reality on Hydro Power Plant was at 81.73/83.33 which was higher than the standard set at 80/80.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก ผศ.ดร.ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่าให้คำปรึกษา รวมทั้งข้อปฏิบัติต่าง ๆ สำหรับการดำเนินการวิจัย ตลอดจนการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนเสร็จสมบูรณ์ ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาให้คำปรึกษาตรวจสอบ และให้คำแนะนำในการแก้ไขข้อพร่องของเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อให้เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนั้นมีคุณภาพ ขอขอบพระคุณอาจารย์ปองพล รักการงาน และสาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ที่สนับสนุนกลุ่มตัวอย่าง ขอขอบพระคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ที่เอื้อเฟื้อด้านสถานที่ในการเก็บข้อมูล ขอขอบคุณอาจารย์วริษา ปานเจริญ ที่ให้ความกรุณาด้านการเดินทางทำวิจัย ขอขอบคุณนางสาวดวงกมล อังอำนวยศิริ ที่ให้คำแนะนำตั้งแต่เริ่มงาน ขอขอบคุณเพื่อน ๆ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสารทุกคนที่คอยช่วยเหลือ และให้กำลังใจ ขอขอบใจนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ปีการศึกษา 2559 ที่ให้ความร่วมมือ เพื่อให้ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่คอยสนับสนุนและให้กำลังใจ ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ และถ่ายทอดประสบการณ์ที่มีค่ายิ่งให้แก่ข้าพเจ้า หากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยขออภัยมา ณ ที่นี้

ชาญยุทธ์ อรุณสวัสดิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VI

สารบัญภาพ VII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

1.3 สมมุติฐานของการการวิจัย 2

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย 2

1.5 ขอบเขตการวิจัย 3

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย 3

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 การศึกษารายวิชาพลังงานที่ยั่งยืน 4

2.2 การออกแบบและการจัดการเรียนการสอน 6

2.3 เทคโนโลยีความจริงเสมือน 8

2.4 โรงไฟฟ้าพลังน้ำ 14

2.5 การหาประสิทธิภาพของบทเรียน 32

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 34

บทที่ 3 วิธีดำเนินการงานวิจัย 37

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 37

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 37

3.3 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย 37

3.4 การดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล 46

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล 49

4.1 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ 49

4.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ 51

บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 52

5.1 สรุปผล 52

5.2 อภิปรายผล 54

5.3 ข้อเสนอแนะ 56

บรรณานุกรม 57

ภาคผนวก 59

ภาคผนวก ก รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิและหนังสือราชการ 60

ภาคผนวก ข แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ 70

ภาคผนวก ค ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ 76

ภาคผนวก ง แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบ กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 79

ภาคผนวก จ ผลการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 97

ภาคผนวก ฉ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 101

ภาคผนวก ช ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 109

ภาคผนวก ซ ตัวอย่างสื่อการเรียนรู้ 114

ประวัติผู้เขียน 119

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 กำลังการผลิตที่อยู่ภายใต้การดูแลของแต่ละหน่วยงาน 23

4.1 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน 49

4.2 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 3 ท่าน 50

4.3 แสดงผลการวิเคราะห์ด้านประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ 51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 เขื่อนคอนกรีตแบบถ่วงน้ำหนัก (gravity dam) หรือเรียกว่าแบบฐานแผ่	16
2.2 เขื่อนคอนกรีตแบบโค้ง (Arch)	17
2.3 เขื่อนคอนกรีตแบบกลวง หรือ ครีบ	17
2.4 เขื่อนดินถม หรือเขื่อนดิน (earth dam, earth-fill dam)	18
2.5 เขื่อนหินถม หรือหินทิ้ง (Rock fill Dam)	18
2.6 เขื่อนภูมิพล จังหวัดตาก	19
2.7 เขื่อนสิริกิติ์ จังหวัดอุตรดิตถ์	19
2.8 เขื่อนท่าทุ่งนา จังหวัดกาญจนบุรี	20
2.9 โรงไฟฟ้าแบบไม่มีอ่างเก็บน้ำ หรือแบบมีน้ำไหลผ่านตลอดปี (Run of river hydro plant)	21
2.10 โรงไฟฟ้าเขื่อนศรีนครินทร์ จังหวัดกาญจนบุรี	21
2.11 โรงไฟฟ้าแบบสูบน้ำกลับ (Pumped Storage Plant)	22
2.12 เขื่อนภูมิพล จังหวัดตาก เป็นโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดใหญ่ กำลังผลิตไฟฟ้า 779.2 เมกะวัตต์	22
2.13 โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดจิ๋ว (Micro hydroelectric power plant)	23
2.14 อาคารโรงไฟฟ้า (Power House)	24
2.15 อุปกรณ์ควบคุม (Control switchboard)	24
2.16 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า โครงการไฟฟ้าพลังน้ำแม่สะงา จังหวัดแม่ฮ่องสอน	25
2.17 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator)	25
2.18 การวางหม้อแปลงไฟฟ้าไว้บนอาคารโรงไฟฟ้า	26
2.19 การวางหม้อแปลงไฟฟ้าไว้ในบริเวณของลานไกไฟฟ้า	26
2.20 การวางหม้อแปลงไฟฟ้าไว้ในอาคารโรงไฟฟ้า	26
2.21 ขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงพลังงานศักย์เป็นพลังงานไฟฟ้าของพลังงานน้ำ	27
2.22 กังหันแบบแบงกี (Banki Type)	27
2.23 กังหันแบบเทอร์โก (Turgo Type)	28
2.24 กังหันแบบแบบเพลตัน (Pelton Type)	28
2.25 กังหันฟรานซิส (Francis turbine)	29
2.26 กังหันเดเรียซ (Deriaz turbine)	29
2.27 กังหันคาปลาน (Kaplan Turbine)	30
2.28 สถานีไฟฟ้าย่อยแปลงแรงดันสูง (Step-up substation)	30
2.29 สายส่งไฟฟ้า (Transmission line)	31
3.1 ขั้นตอนการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ 42

3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 45

ช.1 ปกหน้าและคู่มือของหนังสือเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ 115

ช.2 หน้าลิ้งค์แบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียน เทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ 116

ช.3 หน้าลิ้งค์แบบทดสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ 116

ช.4 การทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 121

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โลกมีการเปลี่ยนแปลงในทุกด้านอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ความก้าวหน้าทั้งด้านเทคโนโลยีและสารสนเทศ ในด้านการศึกษาก็เช่นเดียวกัน การนำเทคโนโลยีและสารสนเทศมาช่วยอำนวยความสะดวก เพื่อช่วยแก้ปัญหาและเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียน เช่น ปัญหาจำนวนผู้เรียนที่มากขึ้น ความต้องการในการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นด้วยระยะเวลาที่สั้นลง รวมถึงการเรียนรู้ด้วยตนเอง (สุรินทร์ บุญสนอง.2559.การจัดการนวัตกรรมและสารสนเทศ. [Online]. Available : https://www.gotoknow.org/posts/428146) เทคโนโลยีใหม่อย่างหนึ่งที่น่าสนใจ คือ AR (Augmented Reality) ซึ่งจะช่วยทำให้เห็นสื่อในรูปแบบมัลติมีเดียที่เป็นภาพกราฟิก ภาพสามมิติ หรืออื่นๆได้ เทคโนโลยี AR ยังสามารถทำให้ผู้เรียนหลุดจากข้อจำกัดบางประการ เช่น ข้อจำกัดในด้านของสถานที่ ข้อจำกัดในด้านเวลา ข้อจำกัดของการเรียนรู้นอกห้องเรียน เป็นต้น เนื่องจากเทคโนโลยี AR ใช้อุปกรณ์ที่ผู้เรียนส่วนใหญ่มีใช้งานกันอยู่แล้วอย่างสมาร์ทโฟน หรือแท็บเล็ต ร่วมกับระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตัวเองได้ทุกที่ทุกเวลา จึงช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น

การเรียนการสอนรายวิชาพลังงานที่ยั่งยืน เป็นรายวิชาหมวดศึกษาทั่วไป ของนักศึกษาระดับชั้นปริญญาตรี ในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ซึ่งนักศึกษาทุกชั้นปี ทุกสาขาวิชา และทุกคณะสามารถลงทะเบียนเรียนได้ โดยการจัดการเรียนการสอนจะเน้นการบรรยาย แต่ด้วยความรู้พื้นฐานของนักศึกษาที่หลากหลาย การอธิบายให้นักศึกษาเข้าใจถึงเนื้อหาที่ถูกต้อง และเห็นภาพชัดเจนนับว่ามีความจำเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะเนื้อหาเรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ จากการสัมภาษณ์ของผู้สอนพบว่า การเรียนการสอนใน เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ ของรายวิชาพลังงานที่ยั่งยืน มีหัวข้อที่ต้องเรียน คือหลักการทำงาน ประเภท ส่วนประกอบ การทำงานของส่วนประกอบต่างๆ และที่ตั้งของโรงไฟฟ้าพลังน้ำที่สำคัญ ๆ ของประเทศไทย ซึ่งนักศึกษาส่วนใหญ่ไม่มีพื้นฐานด้านการผลิตไฟฟ้ามาก่อน นักศึกษาสามารถทำความเข้าใจในสิ่งที่อาจารย์ผู้สอนอธิบายได้แต่ในชั้นเรียน แต่นอกห้องเรียนนักศึกษาจะไม่สามารถทำความเข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้เหมือนกับอยู่ในห้องเรียน จึงต้องมีการกลับมาให้อาจารย์ผู้สอนอธิบายทบทวนให้ แต่เนื่องจากนักศึกษามีจำนวนมากทำให้การอธิบายให้เกิดการเห็นภาพเป็นเรื่องที่ต้องใช้เวลามาก บางครั้งเวลาว่างของอาจารย์ผู้สอนและนักศึกษาไม่ตรงกัน ทำให้ส่งผลเสียต่อนักศึกษาโดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ ขึ้นซึ่งได้นำเทคนิคการสร้างภาพความจริงเสมือนมาประยุกต์ใช้พัฒนาสื่อการเรียนการสอน ทำให้นักศึกษาเกิดความเข้าใจในเนื้อหา และสามารถดูซ้ำได้หลาย ๆ ครั้งจนเกิดความเข้าใจ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ ที่มีคุณภาพ
2. เพื่อหาประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1. สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ($\overline{X} \geq 3.50$) ขึ้นไป
2. สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด E_1/E_2 ไม่น้อยกว่า 80/80

1.4 กรอบความคิดที่ใช้ในการวิจัย

สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้การออกแบบสื่อการเรียนรู้ของ Gagne (อ้างในปรัชญนันท์ นิลสุข. 2554 : 85-93) มาเป็นกรอบแนวคิด ในการสร้างสื่อการเรียนรู้ ประกอบด้วย

1. เร้าความสนใจ
2. บอกวัตถุประสงค์
3. ทบทวนความรู้เดิม
4. การเสนอเนื้อหาใหม่
5. ชี้แนวทางการเรียนรู้
6. กระตุ้นให้มีการตอบสนอง
7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ
8. ทดสอบความรู้
9. การจำและนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการวิจัยครั้งนี้ได้นำกรอบแนวคิด ในเรื่องของการเร้าความสนใจ บอกวัตถุประสงค์การเสนอเนื้อหาใหม่ กระตุ้นให้มีการตอบสนอง และทดสอบความรู้

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตของการวิจัยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ดังนี้

1.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี จำนวน 120 คน ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาพลังงานที่ยั่งยืน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี จำนวน 30 คน ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาพลังงานที่ยั่งยืน ซึ่งใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายโดยการจับสลากรายห้อง

1.5.2 ตัวแปรที่ศึกษา

1.5.2.1 ตัวแปรต้น คือ การเรียนการสอนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ

1.5.2.2 ตัวแปรตาม คือ คุณภาพและประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ

1.5.3 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ ประกอบด้วยเนื้อหา ดังนี้

1.5.3.1 องค์ประกอบโรงไฟฟ้าพลังน้ำ

1.5.3.2 ประเภทของโรงไฟฟ้าพลังน้ำ และเขื่อน

1.5.3.3 โรงไฟฟ้าพลังน้ำของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

1.5.4 ด้านสื่อที่ใช้ในการวิจัย

สมาร์ทโฟน หรือแท็บเล็ตที่นำมาใช้กับสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ จะต้องใช้ระบบปฏิบัติการ iOS 8.0 หรือสูงกว่า หรือ Android 4.0 หรือสูงกว่า ที่สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ แล้วติดตั้งแอพพลิเคชัน ชื่อ Aurasma

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1. สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง หมายถึง สื่อการเรียนการสอนที่มีการนำแอพพลิเคชั่นบนโทรศัพท์มือถือระบบ Android หรือ ระบบ IOS มาใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอนที่สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง มีการนำเสนอข้อมูลที่เป็นข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง ในรูปแบบของการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง และสามารถทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบได้อีกด้วย

2. โรงไฟฟ้าพลังน้ำ หมายถึง หัวข้อของเนื้อหาที่อยู่ในวิชาพลังงานที่ยั่งยืน ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวกับโรงไฟฟ้าที่ใช้น้ำเป็นตัวต้นกำลังหมุนกังหันน้ำ เพื่อแปลงพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า ประกอบด้วยเนื้อหาวิชา 3 หน่วยการเรียน ประกอบด้วยเนื้อหา ดังนี้ (1) องค์ประกอบโรงไฟฟ้าพลังน้ำ (2) ประเภทของโรงไฟฟ้าพลังน้ำ และเขื่อน และ (3) โรงไฟฟ้าพลังน้ำของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

3. ผู้ทรงคุณวุฒิ หมายถึง ผู้ที่มีความรู้ ความเชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับโรงไฟฟ้า และผู้ที่มีความรู้ ความเชี่ยวชาญด้านการผลิตสื่อการเรียนรู้

4. แบบประเมินคุณภาพ หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ โดยแบ่งแบบประเมินออกเป็น 2 ด้าน คือด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

5. แบบทดสอบท้ายแต่ละหน่วยการเรียน หมายถึง แบบทดสอบปรนัยแบบ 4 ตัวเลือก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักศึกษาที่ได้เรียนรู้ด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ จบแต่ละหน่วยการเรียน

6. คุณภาพ หมายถึง คุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ ในด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อโดยผู้ทรงคุณวุฒิเป็นผู้ประเมินสื่อการเรียนรู้

7. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ

8. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบ เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบแบบปรนัยแบบ 4 ตัวเลือก

9. ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ หมายถึง อัตราส่วนของคะแนนเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละของคะแนนที่ทำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนกับร้อยละของคะแนนเฉลี่ย ในการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งในที่นี้ตั้งเกณฑ์ไว้ E_1/E_2 ไม่น้อยกว่า 80/80

E_1 คือ ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคำตอบที่ตอบถูก จากการทำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนของทุกหน่วยคิดเป็นร้อยละ 100

E_2 คือ ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคำตอบที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1 การศึกษารายวิชาพลังงานที่ยั่งยืน

2.2 การออกแบบและการจัดการเรียนการสอน

2.3 เทคโนโลยีความจริงเสมือน

2.4 โรงไฟฟ้าพลังน้ำ

2.5 การหาประสิทธิภาพของบทเรียน

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การศึกษารายวิชาพลังงานที่ยั่งยืน

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาสังเขปรายวิชาพลังงานที่ยั่งยืน หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน (หลักสูตร พ.ศ.2555) กลุ่มวิชาศึกษาทั่วไป

2.1.1 สังเขปรายวิชาพลังงานที่ยั่งยืน

รหัสวิชา 5541602

ชื่อวิชา พลังงานที่ยั่งยืน Sustainable Energy

ระดับ ปริญญาตรี

เวลาเรียน 3 คาบ/สัปดาห์

จำนวนหน่วยกิต 3 หน่วยกิต (3-0-6)

คำอธิบายรายวิชา พื้นฐานความรู้และเทคโนโลยีด้านพลังงานทดแทน สถานการณ์พลังงานของประเทศไทยและของโลก การศึกษาเทคโนโลยีพลังงานที่ยั่งยืนในโครงการพระราชดำริ การบูรณาการเทคโนโลยีพลังงานทดแทนกับความต้องการพลังงานของชุมชน เพื่อเป็นรากฐานการพัฒนาความมั่นคงด้านพลังงานอย่างยั่งยืน

2.1.2 จุดประสงค์รายวิชา

เพื่อให้ผู้ศึกษาวิชานี้ได้เรียนรู้พื้นฐานความรู้ด้านพลังงานหมุนเวียน เทคโนโลยีทางด้านพลังงานหมุนเวียนโดยศึกษาองค์ความรู้ด้านพลังงานหมุนเวียนจากแนวทางการพัฒนาและส่งเสริมการนาพลังงานหมุนเวียนมาใช้ประโยชน์ตามโครงการพระราชดำริ เพื่อสร้างความยั่งยืนและความมั่นคงทางพลังงานให้แก่ชุมชนและประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 แผนการสอนรายวิชาพลังงานที่ยั่งยืน

2.1.3.1 การวิเคราะห์รายวิชาผู้วิจัยได้แบ่งหน่วยการเรียนรายวิชาพลังงานที่ยั่งยืนออกเป็น 10 หน่วย ดังนี้

หน่วยที่ 1 พลังงานแสงอาทิตย์
หน่วยที่ 2 การประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในรูปแบบความร้อน
หน่วยที่ 3 การประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในรูปแบบพลังงานไฟฟ้า
หน่วยที่ 4 พลังงานลม
หน่วยที่ 5 พลังงานชีวมวล
หน่วยที่ 6 ชีวมวลก๊าซ
หน่วยที่ 7 พลังงานขยะ
หน่วยที่ 8 พลังงานความร้อนใต้พิภพ
หน่วยที่ 9 พลังงานไฮโดรเจน
หน่วยที่ 10 โรงไฟฟ้าพลังน้ำ

ในการสร้าง สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ ผู้วิจัยได้เลือกหน่วยที่ 10 เพื่อทำการวิจัยในครั้งนี้ เนื่องจากเป็นหน่วยการเรียนสุดท้าย หากนักศึกษาไม่เข้าใจเนื้อหาหลังจากเรียนแล้วอาจไม่สามารถปรึกษาอาจารย์ผู้สอนในชั้นเรียนได้

2.2 การออกแบบและการจัดการเรียนการสอน

แนวทางในการออกแบบและการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพนั้น ผู้วิจัยได้นำกรอบแนวความคิดของ Gagne (อ้างใน ปรัชญนันท์ นิลสุข. 2554 : 85-93) มาประยุกต์ใช้ในการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ โดยประกอบไปด้วย 9 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 เร้าความสนใจ (Gain Attention) ก่อนที่จะเริ่มเรียนนั้นมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้เรียนควรที่จะได้รับแรงกระตุ้น และแรงจูงใจให้อยากที่จะเรียน ดังนั้นบทเรียนจึงควรเริ่มด้วยลักษณะของการใช้ภาพ สี และเสียง หรือการประกอบกันหลายๆอย่างโดยสิ่งที่สร้างขึ้นมานั้นเกี่ยวข้องกับเนื้อหาไปในตัว ตามลักษณะของบทเรียน การเตรียมตัวและการกระตุ้นผู้เรียนในขั้นแรกก็คือ การสร้าง Title ของบทเรียนนั้นเอง ข้อสำคัญประการหนึ่งในขั้นนี้คือ Title นั้น ควรออกแบบเพื่อให้สายตาผู้เรียนอยู่ที่จอภาพ

ขั้นที่ 2 บอกวัตถุประสงค์ (Specify Objectives) การบอกวัตถุประสงค์ของการเรียนในบทเรียนนั้น นอกจากผู้เรียนจะได้รู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหาแล้ว ยังเป็นการบอกผู้เรียนถึงโครงสร้างเนื้อหาอีกด้วย และการที่ผู้เรียนทราบถึงโครงร่างของเนื้อหาอย่างกว้างนี้เอง จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถผสมผสานแนวคิดในรายละเอียดหรือส่วนย่อยของเนื้อหา ให้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหาส่วนใหญ่ได้ ซึ่งจะมีผลทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพขึ้นและนอกจากจะมีผลดังกล่าวแล้ว การวิจัยยังพบว่าผู้เรียนที่ทราบวัตถุประสงค์ของการเรียนก่อนเรียน จะสามารถจำและเข้าใจเนื้อหาได้ดีกว่าอีกด้วย การบอกวัตถุประสงค์ทำได้หลายแบบตั้งแต่แบบที่เป็นวัตถุประสงค์กว้างๆ จนกระทั่งการบอกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ 3 ทบทวนความรู้เดิม (Activate Prior knowledge) ก่อนที่จะให้ความรู้ใหม่แก่ผู้เรียน ซึ่งในส่วนของเนื้อหาและแนวความคิดนั้นๆ ผู้เรียนอาจจะไม่มีพื้นฐานมาก่อน มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ออกแบบโปรแกรมควรจะต้องหาวิธีการประเมินความรู้เดิม ในส่วนที่จำเป็นที่จะรับความรู้ใหม่ ทั้งนี้นอกจากเพื่อเตรียมผู้เรียนให้พร้อมที่จะรับความรู้ใหม่แล้ว สำหรับผู้ที่มีพื้นฐานมาแล้วยังเป็นการทบทวน หรือให้ผู้เรียนได้ย้อนไปคิดในสิ่งที่ตนได้รู้มาก่อน เพื่อช่วยในการเรียนรู้สิ่งใหม่อีกด้วย

ในขั้นทบทวนความรู้เดิมนี้ ไม่จำเป็นว่าจะต้องเป็นการทดสอบเสมอไป หากเป็นบทเรียนที่สร้างขึ้นเป็นชุดเรียนที่เรียนต่อๆ กันไปตามลำดับ การทบทวนความรู้เดิมอาจเป็นในรูปแบบของการกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดย้อนถึงสิ่งที่ได้เรียนมาก่อนหน้านี้ การกระตุ้นดังกล่าวอาจแสดงด้วยคำพูด (คำอ่าน) หรือภาพ หรือเป็นการผสมผสานกันแล้วแต่ความเหมาะสม มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของเนื้อหาด้วย

ขั้นที่ 4 การเสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information) การเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาประกอบคำพูดที่สั้น ง่าย และได้ใจความเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ การใช้ภาพประกอบจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น และความคงทนในการจำจะดีกว่าการใช้คำพูด (คำอ่าน) เพียงอย่างเดียว ภาพช่วยอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมให้ง่ายต่อการรับรู้ จริงอยู่ว่าบาง Concept นั้น มีความยากในการที่จะคิดสร้างภาพประกอบวิธีหนึ่ง คือ วีการสร้างภาพจากความหมาย

ขั้นที่ 5 ชี้แนวทางการเรียนรู้ (Guide Learning) ผู้เรียนจะจำได้ดีหากมีการจัดการระบบการเสนอเนื้อหาที่ดี สัมพันธ์กับประสบการณ์เดิม หรือความรู้เดิมของผู้เรียน ทฤษฎีได้กล่าวว่า การเรียนรู้ที่กระจ่างชัด (Meaningful Learning) นั้น ทางเดียวที่จะเกิดขึ้นได้คือ การที่ผู้เรียนวิเคราะห์และตีความเนื้อหาใหม่ บนพื้นฐานของความรู้และประสบการณ์เดิมรวมกันเป็นความรู้ใหม่ พยายามหาเทคนิคในการที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาความรู้ใหม่ นอกจากนั้นยังต้องพยายามหาวิถีทางที่จะทำให้การศึกษาความรู้ใหม่ของผู้เรียนนั้น มีความกระจ่างชัดเท่าที่จะทำได้ เทคนิคการใช้ภาพเปรียบเทียบดังกล่าวข้างต้น เทคนิคการใช้ตัวอย่าง (Example) และตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่าง (No Example) อาจช่วยให้ผู้เรียนแยกแยะ และเข้าใจแนวความคิดต่าง ๆ ชัดเจนขึ้น

ขั้นที่ 6 กระตุ้นให้มีการตอบสนอง (Elicit Responses) ทฤษฎีการเรียนรู้หลายทฤษฎีที่กล่าวว่าจะมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใดนั้น เกี่ยวข้องโดยตรงกับระดับขั้นตอนของการประมวลข้อมูล หากผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมคิดร่วมกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา การถามการตอบในด้านการจำนั้น ย่อมจะดีกว่าผู้เรียนโดยการอ่าน หรือการคัดลอกข้อความจากผู้อื่นเพียงอย่างเดียว

ขั้นที่ 7 ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback) การให้ Feedback เป็นภาพการช่วยเร้าความสนใจยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าภาพนั้นเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน อย่างไรก็ดีการให้ Feedback เป็นภาพหรือ Visual Feedback นี้ อาจมีผลเสียอยู่บ้างตรงที่ผู้เรียนอาจต้องการดูว่าหากทำผิดมากๆ แล้วจะเกิดอะไรขึ้น

ขั้นที่ 8 ทดสอบความรู้ (Access Performance) เป็นการทดสอบความรู้ใหม่ ซึ่งอาจเป็นการทดสอบระหว่างบทเรียน หรือการทดสอบช่วงท้ายของบทเรียน เป็นสิ่งจำเป็น การทดสอบดังกล่าวอาจเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตอบสนองเอง การทดสอบเพื่อเก็บคะแนน หรือการทดสอบเพื่อวัดค่าว่าผู้เรียนผ่านเกณฑ์ต่ำสุด เพื่อที่จะศึกษาบทเรียนต่อไปหรือยัง อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ การทดสอบดังกล่าว นอกจากจะเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประเมินการเรียนแล้ว ยังมีผลในการจำระยะยาวของผู้เรียนอีกด้วย ข้อสอบจึงควรเรียงลำดับตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน

ขั้นที่ 9 การจำและนำไปใช้ (Promote Retention and Transfer) ขั้นสุดท้ายนี้จะเป็นกิจกรรมสรุปเฉพาะประเด็นสำคัญ รวมทั้งข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวน หรือซักถามปัญหาก่อนจบบทเรียน ในขั้นนี้เองที่ผู้สอนจะได้แนะนำความรู้ใหม่ไปใช้ หรืออาจจะแนะนำการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม

2.3 เทคโนโลยีความจริงเสมือน

เทคโนโลยีความจริงเสมือน (Virtual Reality Technology) เป็นวิวัฒนาการของเทคโนโลยีที่เริ่มจากการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับการทหาร และจำลองการบินของประเทศสหรัฐอเมริกา ระหว่างปี ค.ศ. 1960-1969 ปัจจุบันเทคโนโลยีความจริงเสมือนได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง และได้นำมาประยุกต์ใช้กับงานด้านต่างๆ เช่นทางด้านวิศวกรรม ด้านวิทยาศาสตร์ การแพทย์ ความบันเทิง เป็นต้น และมีการแบ่งประเภทของระบบความจริงเสมือนตามพื้นฐานวิธีที่ติดต่อกับผู้ใช้ ดังนี้ (พนิดา ตันศิริ 2552 : 169)

1. Desktop VR หรือ Window on World Systems (WoW) เป็นระบบความจริงเสมือนที่ใช้จอภาพของคอมพิวเตอร์ในการแสดงผล

2. Video Mapping เป็นการนำวิดีโอมาเป็นอุปกรณ์หรือเครื่องมือนำเข้าข้อมูลของผู้ใช้ และใช้กราฟิกคอมพิวเตอร์นำเสนอการแสดงผลในโมเดลแบบสองมิติหรือสามมิติ โดยผู้ใช้จะเห็นตัวเองและเปลี่ยนแปลงตัวเองจากจอภาพ

3. Immersive Systems เป็นระบบความจริงเสมือนสำหรับผู้ใช้ส่วนบุคคล โดยผู้ใช้นำอุปกรณ์ประเภทจอภาพสวมศีรษะ (Head-Mounted Display หรือ HMD) ได้แก่ หมวกเหล็กหรือหน้ากากมาใช้จำลองภาพและการได้ยิน

4. Telepresence เป็นระบบเสมือนจริงที่มีการนำอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณระยะไกลที่อาจติดตั้งกับหุ่นยนต์เชื่อมต่อการใช้งานกับผู้ใช้

5. Augmented / Mixed Reality Systems เป็นการผสมผสานระหว่าง Telepresence ระบบความจริงเสริมและเทคโนโลยีภาพเพื่อสร้างสิ่งที่เสมือนจริงให้กับผู้ใช้

2.3.1 ความหมายของเทคโนโลยีความจริงเสมือน

นิตยา กาญจนะวรรณ (2535) กล่าวว่า ความจริงเสมือน คือการที่คอมพิวเตอร์แสดงภาพกราฟิกอย่างซับซ้อนขึ้นมาเป็นภาพ 3 มิติ และแสดงผลออกมาได้อย่างหลากหลาย ตั้งแต่บนจอคอมพิวเตอร์จนไปถึงจอแบบโรงภาพยนตร์ และแสดงภาพในเลนส์ภายในหมวกที่ผู้เล่นกำลังสวมใส่

น้ำทิพย์ วิภาวิน (2542) กล่าวว่า ความจริงเสมือน เป็นการใช้คอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งที่สร้างขึ้นเพื่อใช้งานเฉพาะอย่าง ความเสมือนจริงมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการป้อนข้อมูล คือ คีย์บอร์ด มีหน่วยประมวลผล หรือ ซีพียู มีหน่วยความจำและอุปกรณ์แสดงผล มีลักษณะเหมือนแว่นตา มีซอฟต์แวร์ที่ใช้กับเครื่องโดยเฉพาะ

พุทธิพงศ์ จิตรปฏิมา (2442) กล่าวว่า ความจริงเสมือน เป็นการใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานที่เทียมซึ่งดูเสมือนจริง สถานที่เหล่านี้เรียกว่า โลกเสมือน (Virtual World) ซึ่งเราสามารถสำรวจโลกได้อย่างเสรีไปในที่ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องการ และยังสามารถเคลื่อนย้ายวัตถุต่างๆ ได้เหมือนจริง ทั้งนี้เกิดจากการสร้างขึ้นด้วยคอมพิวเตอร์กราฟิก 3 มิติทั้งสิ้น เพื่อสนองตอบประสาทสัมผัสของมนุษย์ทันทีในเวลานั้น คือ มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นทันทีตามการกระทำของผู้ใช้ และเมื่อเรากระทำบางอย่าง เช่น เข้าใกล้วัตถุ วัตถุนั้นจะมีขนาดใหญ่ขึ้น

กิดานันท์ มะลิทอง (2543) กล่าวว่า ความจริงเสมือน เป็นกลุ่มเทคโนโลยีเชิงตอบโต้ที่ผลักดันให้ผู้ใช้เกิดความรู้สึกเสมือนเข้าร่วมอยู่ภายในสิ่งแวดล้อมที่ไม่ได้มีอยู่จริง หากแต่มีการสร้างขึ้นด้วยคอมพิวเตอร์ พัฒนาการของความเป็นจริงเสมือนได้รับอิทธิพลมาจากแนวคิดง่ายๆ หากแต่มีอำนาจมากเกี่ยวกับการที่จะนำเสนอสารสนเทศอย่างไรให้ดีที่สุดนั้นคือ ถ้าผู้ออกแบบสามารถใช้ประสาทสัมผัสของมนุษย์ที่มีความค่อยเป็นค่อยไปในปฏิสัมพันธ์กับโลกทางกายภาพซึ่งเป็นสิ่งที่อยู่ล้อมรอบตัวเราแล้ว มนุษย์ก็จะสามารถรับและเข้าใจสารสนเทศได้ง่ายขึ้นถ้าสารสนเทศนั้นกระตุ้นการรับรู้สัมผัสของผู้รับ

ยืน ภู่วรวรรณ (2545) กล่าวว่า ความจริงเสมือน เป็นสภาวะเสมือนจริงใช้อธิบายถึงโลกแห่งเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ที่สร้างภาพจำลองแบบหลายมิติให้กับผู้ใช้เสมือนเข้าไปอยู่ในสภาวะนั้นจริงๆ หรืออยู่ในนั้นได้ และเมื่อเข้าไปอยู่ในนั้นจะทาให้รู้สึกว่าได้ตกเข้าไปอยู่ในโลกแห่งความฝัน ภายในสภาพแวดล้อมแบบเสมือนจริงนี้

วิทยา วัณณสุโภประสิทธิ์ (2545:73) กล่าวว่า ความจริงเสมือน เป็นศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึกที่ได้รับจากการสัมผัสของมนุษย์ เช่น ภาพ เสียง และองค์ประกอบอื่น ๆ เพื่อทำให้มนุษย์รู้สึกเหมือนกับได้อยู่ในสภาพแวดล้อมจริง และสามารถสัมผัสกับสภาพแวดล้อมนั้นได้

พนิดา ตันศิริ (2553: 169-170) กล่าวว่า ความจริงเสมือน เป็นการนำระบบความจริงเสมือนมาผนวกกับเทคโนโลยีภาพเพื่อสร้างสิ่งที่เสมือนจริงให้กับผู้ใช้ และเป็นนวัตกรรมที่มีมาตั้งแต่ปี ค.ศ.2004 จัดเป็นแขนงหนึ่งของงานวิจัยด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ ว่าด้วยการเพิ่มภาพเสมือนของโมเดลสามมิติ ที่สร้างจากคอมพิวเตอร์ลงไปในภาพที่ถ่ายมาจากกล้องวิดีโอเว็บแคม หรือกล้องในโทรศัพท์มือถือ แบบเฟรมต่อเฟรม ด้วยเทคนิคทางด้านคอมพิวเตอร์กราฟิก ปัจจุบันเทคโนโลยีเสมือนจริงถูกนำมาประยุกต์ใช้กับธุรกิจต่างๆ ทั้งด้านอุตสาหกรรม การแพทย์ การตลาดการบันเทิง การสื่อสาร โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสมือนมาผนวกเข้ากับเทคโนโลยีภาพผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่างๆ และแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์หรือบนหน้าจอโทรศัพท์มือถือ ทำให้ผู้ใช้สามารถนำเทคโนโลยีเสมือนจริงมาใช้กับการทางานแบบออนไลน์ ที่สามารถโต้ตอบได้ทันทีระหว่างผู้ใช้กับสินค้า หรืออุปกรณ์ต่อเชื่อมแบบเสมือนจริงของโมเดลแบบสามมิติ ที่มีมุมมองถึง 360 องศา โดยผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องไปสถานที่จริง

อภิชาต อนุกูลเวช และภูวดล บังบางพล (2556: 2-3) กล่าวว่า เทคโนโลยีเสมือนย่อมาจากคำว่า Augmented Reality (AR) อ่านว่า “อ็อกเมนท์เท็ดเรียลลิตี้” เป็นการนาเอาภาพกราฟิกของคอมพิวเตอร์ของคอมพิวเตอร์ทั้งในรูปแบบที่เป็น 3D 2D หรือ Video มาซ้อนทับเข้ากับฉากหลังซึ่งเป็นภาพในเวลาจริง นอกจากนี้ยังกล่าวถึงความเป็นมาของ AR ว่ามีการใช้งานอย่างแพร่หลายในประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศญี่ปุ่นเป็นอย่างมาก โดยเริ่มต้นแนวคิดนี้ตั้งแต่ปี 1990 และเป็นรูปธรรมในปี 1997 เป็นแนวคิดการผสมผสานสิ่งที่คอมพิวเตอร์แสดงผลด้วยตัวละครเสมือนกับพื้นหลังซึ่งเป็นโลกแห่งความจริงบนพื้นฐานของหลักการแกน 3 มิติ (X-Y-Z)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการให้ความหมายและคาจำกัดความจากผู้เชี่ยวชาญหลายท่านดังกล่าว สามารถสรุปได้ว่า ความจริงเสมือน เป็นเทคโนโลยีที่มีการใช้คอมพิวเตอร์สร้างสิ่งต่างๆ ซึ่งเป็นภาพที่ดูเสมือนจริง โดยจะแสดงผลผ่านทางจอคอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต มอนิเตอร์ โปรเจคเตอร์ หรืออุปกรณ์แสดงผลที่ใช้งาน

2.3.2 ประเภทของเทคโนโลยีความจริงเสมือน

เทคโนโลยีความจริงเสมือนสามารถแบ่งประเภทตามส่วนวิเคราะห์ภาพ (Image Analysis) เป็น 2 ประเภท ได้แก่

2.3.2.1 การวิเคราะห์ภาพโดยอาศัยมาร์คเกอร์เป็นหลักในการทางาน (Marker Based Augmented Reality)

2.3.2.2 การวิเคราะห์ภาพโดยใช้ลักษณะต่างๆ ที่อยู่ในภาพมาวิเคราะห์ (Marker-less Based Augmented Reality)

2.3.3 องค์ประกอบหลักของเทคโนโลยีความจริงเสมือน

พนิดา ตันศิริ (2552 : 169-175) กล่าวไว้ว่า องค์ประกอบหลักของเทคโนโลยีความจริงเสริมแบบอาศัยมาร์คเกอร์ในการ ทำงาน ประกอบด้วย

1. มาร์คเกอร์ (Marker) หรือเรียกว่ามาร์คอัป (Markup) หรือเออาร์โค้ด (AR-Code)
2. ตัวจับสัญญาณภาพ เช่น กล้องวิดีโอ กล้องเว็บแคม กล้องโทรศัพท์มือถือหรือ ตัวจับสัญญาณ (Sensor) อื่นๆ
3. ส่วนแสดงผล เช่น จอภาพครอบศีรษะ จอภาพคอมพิวเตอร์ จอภาพโทรศัพท์มือถือ
4. ซอฟต์แวร์ในส่วนการประมวลผลเพื่อสร้างภาพ หรือวัตถุแบบสามมิติ

พื้นฐานหลักของ AR จาเป็นต้องรวบรวมหลักการของการตรวจจับการเคลื่อนไหว (Motion Detection) การตรวจจับการเต้นหรือการเคาะ (Beat Detection) การจดจำเสียง (Voice Recognize) และการประมวลผลภาพ (Image Processing) โดยนอกจากการตรวจจับการเคลื่อนไหว ผ่าน Motion Detect แล้วการตอบสนองบางอย่างของระบบผ่านสื่อนั้น ต้องมีการตรวจจับเสียงของผู้ใช้ และประมวลผลด้วยหลักการ Beat Detection เพื่อให้เกิดจังหวะในการสร้างทางเลือกแก่ระบบ เช่น เสียงในการสั่งให้ตัว Interactive Media ทำงาน ทั้งนี้การสั่งการด้วยเสียงจัดว่าเป็น AR และในส่วนของการประมวลผลภาพนั้นเป็นส่วนเสริมจากงานวิจัย ซึ่งเป็นส่วนย่อยของ AR เพราะเน้นไปที่การทำงานของปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligent : AI) ในการสื่ออารมณ์กับผู้ใช้บริการผ่านสีและรูปภาพ

อภิชาต อนุกูลเวช และภูวดล บังบางพล (2556: 4-8) กล่าวไว้ว่า องค์ประกอบของเทคโนโลยีเสมือนจริงตามหลักการทางานเป็น 4 ส่วน คือ

1. AR-Marker คือ ส่วนที่กำหนดมุมมองและตำแหน่งในการวางวัตถุเสมือนให้กับคอมพิวเตอร์ โดยมีหลักการออกแบบว่าต้องเป็นกรอบสี่เหลี่ยมจัตุรัสและรูปภาพในไม่ซับซ้อนหรือเล็กเกินไป รูปภายในจะต้องมองในมุมทั้งสี่มุม จะต้องมีความแตกต่างกันหมดทุกมุมมองกระดาษที่ใช้ในการพิมพ์ควรใช้กระดาษไม่มันหรือสะท้อนแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กล้อง Webcam หรือกล้องแสดงภาพจริง ทาการจับภาพของ AR-Marker เพื่อส่งให้คอมพิวเตอร์ประมวลผล

3. เครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งบรรจุโปรแกรมที่ทำการวิเคราะห์หา AR-Marker จากนั้นเลือกนำวัตถุเสมือนที่ได้ระบุไว้ตรงกับ AR-Marker

4. หน้าจอแสดงผลทำหน้าที่แสดงผลในเวลาจริง และวัตถุเสมือนที่ได้ทาการวางไว้ที่กล้องคอมพิวเตอร์ขึ้นมาแสดง

Ronald (1997: 356) กล่าวไว้ว่า องค์ประกอบสำคัญของเทคโนโลยีเสมือนจริงไว้ว่าจะต้องประกอบด้วยส่งสำคัญ 3 สิ่งด้วยกัน คือ มีความเสมือนจริง (Combines Real and Virtual) มีปฏิสัมพันธ์ในเวลาจริง (Interactive in Real Time) และมีลักษณะเป็น 3 มิติ (Registered in 3D)

2.3.4 กระบวนการของเทคโนโลยีความจริงเสมือน

อภิชาต อนุกูลเวช และภูวดล บังบางพล (2556: 2-3) กล่าวไว้ว่า กระบวนการภายในของเทคโนโลยีความจริงเสริมประกอบด้วย 3 กระบวนการ ได้แก่

1. การวิเคราะห์ภาพ (Image Analysis) เป็นขั้นตอนการค้นหามาร์คเกอร์ (Marker) จากภาพที่ได้จากกล้องแล้วสืบค้นจากฐานข้อมูล (Marker Database) ที่มีการเก็บข้อมูลขนาดและรูปแบบของมาร์คเกอร์เพื่อนามาวิเคราะห์รูปแบบของมาร์คเกอร์

2. การคำนวณค่าตำแหน่งเชิงสามมิติ (Pose Estimation) ของมาร์คเกอร์เทียบกับกล้อง

3. กระบวนการสร้างภาพสองมิติจากโมเดลสามมิติ (3D Rendering) เป็นการเพิ่มข้อมูลเข้าไปในภาพ โดยใช้ค่าตำแหน่งเชิงสามมิติที่คำนวณได้ จนได้ภาพกราฟิกไปซ้อนทับรูปจริง

2.3.5 การใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงทางด้านการศึกษา

Pantida (2012: 137) กล่าวไว้ว่า ขั้นตอนการสร้างเทคโนโลยีเสมือนจริงในหนังสือสำหรับการศึกษาร่างกายมนุษย์ โดยแบ่งเป็น 6 ขั้นตอน ได้แก่

1. การสร้างโมเดลโครงสร้างร่างกายมนุษย์ 3 มิติ (Create 3D-Anatomical Models) โครงสร้างร่างกายมนุษย์ดังกล่าวสร้างจากโปรแกรม Autodesk 3ds Max9 โดยการสร้างโมเดลดังกล่าวจะผ่านการรับรองจากแพทย์ นักวิชาการ และศิลปิน ว่าโมเดล 3 มิติดังกล่าวมีความถูกต้องเหมาะสม สวยงาม

2. นำไฟล์โมเดลดังกล่าวออกมาให้อยู่ในรูปแบบของไฟล์ Collada ซึ่งลักษณะโมเดลจะส่งเสริมการศึกษาแบบร่วมมือที่ผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับโมเดลดังกล่าวได้

3. สร้างเทคโนโลยีเสมือนจริงด้วยโปรแกรมเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม FLAR Manager Livbraries Version 1.1.0 ซึ่งทางานร่วมกับไฟล์ Collada

4. สร้างมาร์กเกอร์ โดยมาร์กเกอร์จะมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยม สีขาว-ดำ

5. พิมพ์มาร์กเกอร์ในรูปแบบเอกสาร ซึ่งผู้สร้างสามารถพิมพ์มาร์กเกอร์โปรแกรมวาดภาพทั่วไป หรือ Adobe Illustrator หรือ Adobe Photoshop โดยผู้สร้างควรบันทึกไฟล์มาร์กเกอร์ในรูปแบบ pattern (.pat)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. โหลดไฟล์ Collada ทั้งหมดลงในโปรแกรมเทคโนโลยีเสมือนจริงแล้วใช้งานMarkus, Wang & Lee (2012: 2-5) ได้เสนอแนะวิธีการออกแบบเทคโนโลยีเสมือนจริงสาหรับการเรียนการสอนตามหลักการการศึกษาบันเทิง โดยผู้วิจัยได้สรุปลักษณะที่สาคัญในการออกแบบเทคโนโลยีเสมือนจริงทางด้านการศึกษาไว้ดังนี้

1) ควรเลือกใช้อุปกรณ์ส่งเสริมการทางานที่คล่องตัว (Mobile) ใช้งานได้ง่ายและตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

2) ขั้นตอนการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงไม่ซับซ้อน ใช้สัญลักษณ์การใช้งานที่เป็นสากลสามารถสื่อความหมายกับผู้เรียนได้ง่าย

3) ควรออกแบบเทคโนโลยีเสมือนจริงให้สอดคล้องกับภูมิหลังของผู้เรียน หรือแน่ใจว่าผู้เรียนเคยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง หรือมีการทดสอบผู้เรียนก่อนสร้างเทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อให้สามารถออกแบบเทคโนโลยีเสมือนจริงได้เหมาะกับความสามารถของผู้เรียน

4) ควรแน่ใจว่าผู้เรียนทุกคนสามารถใช้งานเทคโนโลยีเสมือนจริงได้

5) สัญลักษณ์หรือข้อมูลต่างๆ ควรมีสีสันสดใส และกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจ เนื่องจากสีจะช่วยให้ผู้เรียนต้องการเรียนหรือใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงได้นานกว่าสีขาว-ดำ

Steve, Gallayanee & Erik (2011: 126-127) กล่าวไว้ว่า บทบาทของเทคโนโลยีเสมือนจริงด้านการศึกษาไว้ว่า เทคโนโลยีเสมือนจริงช่วยส่งเสริมการศึกษาเป็นอย่างมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งทาให้เกิดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ (Learning Environments) ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียน ช่วยนำเสนอประสบการณ์ที่ผู้เรียนไม่สามารถมองเห็นได้ เช่น สภาพภูมิศาสตร์ สภาพภายในร่างกายของมนุษย์ สถานการณ์จำลองต่างๆ ส่งเสริมความร่วมมือในการปฏิบัติกิจกรรม ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน และระหว่างผู้เรียนด้วยกันเอง ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ มีการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงส่งเสริมการเรียนการสอนในหลายแขนง เช่น การฝึกอบรมทางการแพทย์ การจาลองการสำรวจวิศวกรรมเครื่องกล การออกแบบสถาปัตยกรรม จากการศึกษา ข้อมูลข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า เทคโนโลยีเสมือนจริงเป็นการนาข้อมูลดิจิทัล ซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบของข้อความ รูปภาพ ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว เสียง คลิปวิดีโอและโมเดล 3 มิติ มาผนวกซ้อนทับสัญลักษณ์หรือมาร์กเกอร์ โดยใช้สภาพแวดล้อมจริงในเวลาจริงเป็นฉากหลังแสดงข้อมูลนั้น นอกจากนี้ยังสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ ได้ผ่านโปรแกรมเทคโนโลยีเสมือนจริงผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

2.3.6 โลกเสมือนผสานโลกจริงกับการจัดการเรียนรู้

วิวัฒน์ มีสุวรรณ์ (2554 : 121-127) กล่าวว่า การนำเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงมาจัดการเรียนรู้เป็นมิติใหม่ทางด้านการศึกษา ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจใฝ่รู้ มีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ได้เพิ่มมากขึ้น เกิดปฏิสัมพันธ์เชื่อมโยงเข้าสู่ห้องเรียน นำเอาประสบการณ์เข้าสู่สถานการณ์จริงที่ผสมผสานกับสถานการณ์เสมือนจริง สามารถเรียนรู้เรื่องที่สอดคล้องกับความสามารถและความต้องการของตนเอง สามารถสร้างความรู้และประสบการณ์ได้โดยตรง

มนุษย์มีเรียนรู้ผ่านประสาทสัมผัสทั้ง 5 ซึ่งการนำโลกเสมือนผสานโลกจริงจึงเป็นการตอบสนองต่อประสาทสัมผัสการรับรู้ทางตาและทางหูด้วยการแสดงผลผ่านจอภาพและอุปกรณ์สร้างเสียง และรวมไปถึงความหลากหลายของส่วนประกอบ หรืออุปกรณ์ของโลกแห่งความจริง สภาพแวดล้อมในความเป็นจริงเสมือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนมากจะเป็นเรื่องที่เกี่ยวกับการมองเห็นแสดงทั้งบนจอคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์แสดงผล 3 มิติ ซึ่งเป็นการจำลองภาพบางอย่างและสามารถนำเสนอข้อมูลสารสนเทศที่หลากหลายตอบสนองต่อระบบประสาทสัมผัสด้วย

โลกเสมือนผสานโลกจริงสามารถนามาประยุกต์ใช้ร่วมกับเทคโนโลยีอื่นๆ เกี่ยวข้องในการศึกษาให้ข้อมูลสาระด้านการศึกษากับผู้เรียนได้ ผู้เรียนสามารถสัมผัสประสบการณ์ใหม่ๆ ในมิติที่เสมือนจริงผู้เรียนเกิดกระบวนการร่วมกันเรียนรู้ ครูผู้สอนเสริมสร้าง ความรู้ของผู้เรียนผ่านการสาธิตสนทนารูปแบบการเรียนรู้แบบปรับเปลี่ยนเป็นโลกเสมือนผสานโลกจริงมากขึ้นส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจลึกซึ้งในสิ่งที่ต้องการเรียนรู้

สถานศึกษา นักการศึกษา ผู้สอนเป็นจุดเริ่มต้นสำคัญในการนาเทคโนโลยีโลกเสมือนจริงมาใช้เพื่อให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ที่มีความหมายลึกมากขึ้น เชื่อมโยงเนื้อหาที่ได้เรียนรู้กับสถานที่หรือวัตถุที่เฉพาะเจาะจงเหมาะกับเนื้อหาที่เรียนรู้ด้วยภาพ-3 มิติ โดยการผนวกเข้ากับการเรียนรู้แบบสำรวจ ด้วยเทคโนโลยีมือถือและอุปกรณ์ทันสมัยใหม่ ที่ทาให้การเรียนสามารถจะขยายออกหรือย้ายการเรียนรู้นอกห้องเรียนมากขึ้น ส่งเสริมการเรียนรู้จากรูปแบบเดิมและในบางกรณีเทคโนโลยีโลกเสมือนผสานโลกจริงสามารถผนวกเข้ากับรูปแบบการเรียนรู้อื่น ๆ เข้าไปเช่นการนามาใช้กับเกมการศึกษานำมาใช้กับกิจกรรมส่งเสริมการทำงานเป็นทีม และนำมาใช้กับการเรียนรู้แบบท้าทาย

2.3.7 ออรัสมา

ออรัสมา (Aurasma) เป็นหนึ่งในหลายแอพพลิเคชั่นสาหรับพัฒนาเทคโนโลยีวัตถุเสมือนจริง จุดเด่นของแอพออรัสมาอยู่ที่การสร้างภาพสามมิติ ทำให้ภาพที่ซ้อนขึ้นในโลกจริงค่อนข้างเสมือนจริง จึงสามารถใช้จำลองวัตถุทั้งมีชีวิตและไม่มีชีวิต ใช้ประโยชน์ได้เป็นอย่างดีกับงานหลายแขนงการแสดงภาพสามมิติและการใช้งานที่ไม่ซับซ้อนนั้นทาให้ออรัสมาเป็นแอพพลิเคชั่นเทคโนโลยีวัตถุเสมือนจริงที่มีความนิยมค่อนข้างสูงทั้งในระบบ iOS และ ระบบแอนดรอยด์

2.3.7.1 คุณสมบัติของออรัสมา

ออรัสมาเป็นเทคโนโลยีที่ผสานโลกความจริงเสมือนที่สร้างขึ้นทาให้มนุษย์เข้าถึงข้อมูลที่ถูกเข้ารหัสด้วยออรัสมา ให้ปรากฏเห็นภาพผ่านหน้าจออุปกรณ์ประเภท Smart Devices เช่น โทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ต โดยจะตั้งกล้องทางด้านหลังของตัวเครื่อง โดยไม่ต้องใช้มาร์เกอร์ (Marker) ซึ่งไม่ต้องเขียนโปรแกรมควบคุม ทำให้ออรัสมานั้นใช้งานได้ง่ายและสะดวก อีกทั้งยังสามารถประยุกต์เป็นสื่อได้หลากหลาย (ไพฑูรย์ ศรีฟ้า 2555 : Internet)

2.3.7.2 การประยุกต์ใช้ออรัสมาในการเรียนการสอน

ปัจจุบันความก้าวหน้าทางด้านสื่อการเรียนการสอนเป็นไปอย่างรวดเร็ว กระบวนการจัดการเรียนการสอนของครูเองก็จำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนไปตามกัน สื่อการสอนที่หลากหลายสามารถดึงดูดความสนใจในด้านการเรียนของนักเรียนได้เป็นอย่างดี การสร้างสื่อการเรียนการสอนด้วยโปรแกรมออรัสมาเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงจุดประสงค์ของเนื้อหาบทเรียนได้อย่างดี ยังช่วยลดปัญหากับการที่ผู้เรียนไม่สามารถตามเพื่อนร่วมห้องทันได้ เพราะผู้เรียนสามารถนาอุปกรณ์สื่อสารของตนเองเรียนรู้เนื้อหาที่ไม่สามารถเข้าใจได้ในห้องเรียนด้วยรูปแบบทั้งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว (ไพฑูรย์ ศรีฟ้า 2555 : Internet)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 โรงไฟฟ้าพลังน้ำ (Hydro Power Plant)

2.4.1 พลังน้ำ (Hydro Power)

น้ำเป็นทรัพยากรที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตทั้งหลาย มนุษย์จำเป็นต้องใช้น้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภค นอกจากนี้น้ำยังเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญ เป็นเส้นทางคมนาคม เป็นแหล่งสันทนาการ รวมทั้งยังสามารถพัฒนาให้เป็นแหล่งพลังงานอีกด้วย (ที่มา วัฒนา ถาวร 55, 2547)

พลังหรือกำลังที่เกิดจากการไหลของน้ำ ซึ่งเป็นพลังที่มีอานุภาพมาก พลังงานจลน์ และพลังงานศักย์ของน้ำซึ่งเกิดจากการไหลของน้ำ และการปล่อยน้ำจากที่สูง หรือการขึ้น-ลงของคลื่น แปลงเป็นพลังงานกลขับเคลื่อนกังหันน้ำ และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เรียกว่า ไฟฟ้าพลังน้ำ การแปลงรูปพลังงานขึ้นอยู่กับปัจจัยสำคัญ คือ ความสูงของหัวน้ำ และความเร็วของน้ำ ขั้นตอนต่างๆ มีการสูญเสีย (loss) เช่น ความฝืดของผิววัสดุที่น้ำไหลผ่าน การรั่วไหลของน้ำ เป็นต้น สมการรวมแสดงความสัมพันธ์การแปลงพลังงานน้ำเป็นพลังงานไฟฟ้า ได้แก่

$$P = \gamma QH\eta/1000 \qquad (2.1)$$

เมื่อ P = กำลังไฟฟ้า (กิโลวัตต์)

Q = อัตราการไหลของน้ำผ่านเครื่องกังหันน้ำ (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)

H = ความสูงของหัวน้ำ (เมตร)

γ = หน่วยของแรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อน้ำ มีค่าเท่ากับ 9,806 นิวตัน/ลูกบาศก์เมตร

η = ประสิทธิภาพรวมของกังหันน้ำและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ปกติจะอยู่ระหว่าง 0.5-0.9

การพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อนำมาใช้ประโยชน์

ส่วนใหญ่จะก่อสร้างเขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำเป็นหลัก โดยการสร้างจะกำหนดวัตถุประสงค์ไว้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. เพื่อวัตถุประสงค์เฉพาะเพียงอย่างเดียว (Single Purpose) เช่น การชลประทาน การอุปโภค บริโภค การผลิตกระแสไฟฟ้า เป็นต้น

2. เพื่อการอเนกประสงค์ (Multipurpose) คือ การสร้างเพื่อให้ได้ประโยชน์หลาย ๆอย่างพร้อมกัน โดยการก่อสร้างเขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำเพื่อประโยชน์ ดังนี้ การชลประทาน (Irrigation) การระบายน้ำ (Drainage) การอุปโภค บริโภค (Domestic or Industrial Water Supply) การบรรเทาอุทกภัย (Flood Control) การผลิตกระแสไฟฟ้าพลังน้ำ (Hydro Power Generation) การคมนาคม การประมง การท่องเที่ยว การรักษาคุณภาพน้ำ (Water Quality Control) การไล่น้ำเค็ม (Salinity Control) ประโยชน์ที่ได้รับหลาย ๆ อย่างนี้ การสร้างเขื่อนส่วนมากจึงจำเป็นต้องตั้งวัตถุประสงค์ไว้เพื่อให้เป็นเขื่อนแบบอเนกประสงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 ประวัติโรงไฟฟ้าในประเทศไทย

ประเทศไทยมีไฟฟ้าใช้เป็นครั้งแรกเมื่อปี 2427 ในรัชสมัยของพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 5 ผู้ให้กำเนิดกิจการไฟฟ้าในประเทศไทย คือ จอมพลเจ้าพระยา สุรศักดิ์มนตรี (เจิม แสงชูโต) เมื่อครั้งมีบรรดาศักดิ์เป็นเจ้าหมื่นไวยวรนาถ โดยท่านได้ติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เดินสายไฟฟ้า และติดดวงโคมไฟฟ้า ที่กรมทหารหน้า ซึ่งเป็นที่ตั้งกระทรวงกลาโหมในปัจจุบัน ในวันที่เปิดทดลองใช้แสงสว่างด้วยไฟฟ้าเป็นครั้งแรกนั้น ปรากฏว่าบรรดาขุนนาง ข้าราชการ และ ประชาชน มาดูแสงไฟฟ้าอย่างแน่นขนัดด้วยความตื่นตาตื่นใจ เมื่อความทรงทราบฝ่าละอองธุลีพระบาท พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวรัชกาลที่ 5 ทรงโปรดเกล้าฯ ให้ติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่างขึ้นในวังหลวงทันที จากนั้นมาไฟฟ้าก็เริ่มแพร่หลาย ไปตามวังเจ้านาย

กิจการไฟฟ้าในประเทศไทย เริ่มก็ตัวเป็นรูปเป็นร่างขึ้นเมื่อบริษัทจากประเทศเดนมาร์กได้ขอสัมปทานผลิตกระแสไฟฟ้า เพื่อใช้เดินรถรางจจากบางคอแหลมถึงพระบรมมหาราชวังเป็นครั้งแรก และได้ขยายการผลิตไฟฟ้าเพื่อแสงสว่าง โดยติดตั้งระบบผลิตที่มั่นคงถาวรขึ้นที่วัดเลียบ (ที่ตั้งการไฟฟ้านครหลวงในปัจจุบัน) ต่อมาในปี 2457 โปรดเกล้าให้ตั้งโรงไฟฟ้าขึ้นอีก 1 โรง เรียกว่าการไฟฟ้าหลวง สามเสน ซึ่งต่อมามีฐานะเป็น กองหนึ่งของกรมโยธาเทศบาล กระทรวงมหาดไทย (การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค . [Online]. Available : https://www.pea.co.th)

ในปัจจุบันประเทศไทยได้แบ่งหน่วยงานด้านการไฟฟ้าออกเป็น 3 หน่วยงาน คือ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) โดยหน่วยงานหลักที่มีหน้าที่จัดให้ได้มา และจำหน่ายพลังงานไฟฟ้า คือ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย [Online]. Available : https://www.egat.co.th)

2.4.3 ไฟฟ้าพลังน้ำ (Hydro Electricity)

พลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากพลังน้ำ โดยใช้พลังงานจลน์ของน้ำซึ่งเกิดจากการปล่อยน้ำจากที่สูงหรือการไหลของน้ำ หรือการขึ้น-ลงของคลื่นไปหมุนกังหันน้ำ และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยพลังงานที่ได้จากไฟฟ้าพลังน้ำนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำ ความแตกต่างของระดับน้ำและประสิทธิภาพของกังหันน้ำ และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าและพลังงานจากพลังน้ำปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตจากพลังน้ำ คำนวณได้จาก

$$W = PT \qquad (2.2)$$

เมื่อ W = ปริมาณพลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)

P = กำลังไฟฟ้า (กิโลวัตต์)

T = ระยะเวลาในการผลิต (ชั่วโมง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4 เขื่อน (Dam)

การวางแผนสร้างเขื่อนจะต้องพยายามใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำบริเวณที่สร้างเขื่อนให้ได้ประโยชน์มากที่สุด โดยศึกษาและสำรวจหาความสามารถสูงสุดของแหล่งน้ำ ดังนี้

1. ลักษณะภูมิประเทศ (Topography)
2. อุทกวิทยา และอุตุนิยมวิทยา (Hydrology and Meteorology)
3. ธรณีวิทยา และฐานราก (Geology and Foundation)
4. วัสดุก่อสร้าง (Construction Materials)
5. ระบบไฟฟ้าที่มีอยู่ (Existing Power System)
6. ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Environment Impact)

เมื่อได้รวบรวมข้อมูลและทำการศึกษารายละเอียดดังกล่าวแล้ว ก็สามารถจะประมวลเป็นโครงการแล้วทำการศึกษาต่อทางด้านวิศวกรรมเศรษฐศาสตร์ และการเงินของโครงการเพื่อการตัดสินใจดำเนินการเป็นขั้นต่อไป

2.4.5 การแบ่งประเภทเขื่อน

เขื่อนสามารถแบ่งประเภทตามวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างออกเป็น

1. เขื่อนคอนกรีต เขื่อนเก็บกักน้ำก่อสร้างด้วยวัสดุคอนกรีต จำเป็นต้องมีชั้นหินฐานรากที่แข็งแรงมาก รับน้ำหนักได้ดี มีอยู่ 3 แบบ คือ

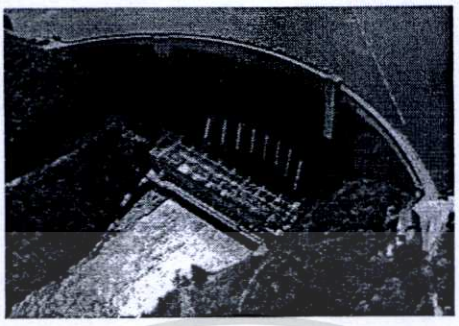
1.1 เขื่อนคอนกรีตแบบถ่วงน้ำหนัก (Gravity Dam) หรือเรียกว่าแบบฐานแผ่ เป็นเขื่อนที่ออกแบบให้มีความมั่นคงแข็งแรง โดยอาศัยการถ่ายน้ำหนักของตัวเขื่อนลงชั้นฐานราก รูปตัดของตัวเขื่อนมักเป็นรูปสามเหลี่ยมเป็นแนวตรงตลอดความยาวเนื่องจากตัวเขื่อนมีขนาดใหญ่มาก

ภาพที่ 2.1 เขื่อนคอนกรีตแบบถ่วงน้ำหนัก (Gravity Dam) หรือเรียกว่าแบบฐานแผ่
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2557) หนังสือสารานุกรมพลังงานทดแทน หน้า 250

1.2 เขื่อนคอนกรีตแบบโค้ง (Arch) มีคุณสมบัติต้านแรงดันของน้ำและแรงภายนอกอื่นๆ โดยความโค้งของตัวเขื่อนเหมาะกับบริเวณหุบเขา ที่มีลักษณะเป็นรูปตัว U และมีหินฐานรากที่แข็งแรง เมื่อเปรียบเทียบกับเขื่อนแบบถ่วงน้ำหนักเขื่อนแบบนี้มีรูปร่างแบบบางกว่ามาก ทำให้ราคาค่าก่อสร้างถูกกว่า แต่ข้อเสียของ

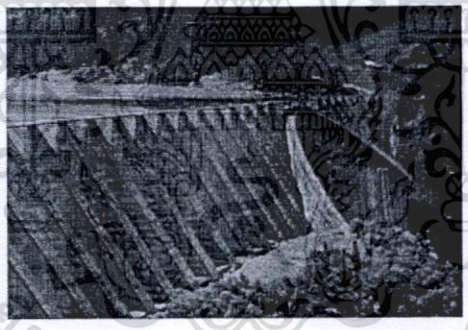
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เขื่อนแบบนี้ คือ การออกแบบและการดำเนินการก่อสร้างค่อนข้างยุ่งมาก ต้องมีขั้นตอนปรับปรุงฐานรากให้มีความแข็งแรงมากขึ้นด้วย



ภาพที่ 2.2 เขื่อนคอนกรีตแบบโค้ง (Arch)
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2557) หนังสือสารานุกรมพลังงานทดแทน หน้า 251

1.3 แบบกลวงหรือครีบ (Hollow or Buttress) ด้านหน้าเขื่อนเป็นแผ่นคอนกรีต มีโครงสร้างคอนกรีตค้ำยันเป็นช่วง ๆ ทางด้านหลัง เขื่อนแบบนี้ไม่มีในประเทศไทย และปัจจุบันไม่ค่อยได้รับความนิยม



ภาพที่ 2.3 เขื่อนคอนกรีตแบบกลวง หรือ ครีบ
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2557) หนังสือสารานุกรมพลังงานทดแทน หน้า 250

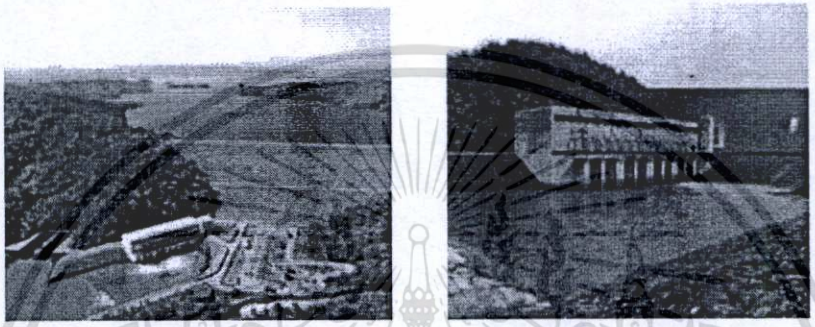
2. เขื่อนถม คือเขื่อนที่สร้างขึ้นจากวัสดุตามธรรมชาติที่มีอยู่ในบริเวณใกล้เคียง รวมทั้งวัสดุที่ได้จากการขุดหรือสร้างจากวัสดุที่เหลือทิ้งจากกระบวนการทางอุตสาหกรรม สามารถแยกออกได้ตามลักษณะองค์ประกอบ และวิธีการก่อสร้างดังนี้

2.1 เขื่อนดินถม หรือเขื่อนดิน (Earth Dam, Earth-Fill Eam) คือ เขื่อนที่ก่อสร้างด้วยการถมดินบดอัดแน่น มีวัสดุหลักเป็นดินประเภททึบน้ำ วัสดุที่ใช้ถมตัวเขื่อนมีดินเป็นส่วนใหญ่ มี 2 ประเภท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

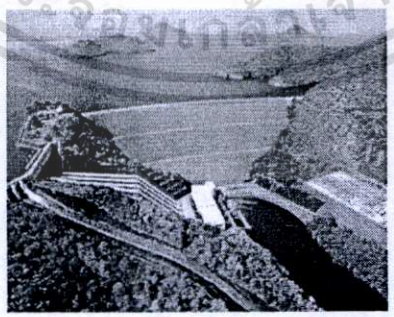
2.1.1 คือเขื่อนดินประเภทเนื้อเดียว (Homogeneous Earth Dam) เป็นเขื่อนซึ่งก่อสร้างด้วยดินเหนียวที่เป็นดินประเภททึบน้ำปิดทับด้านเหนือน้ำด้วยหินทิ้งหรือหินเรียง เพื่อป้องกันการกัดเซาะจากคลื่นด้านท้ายน้ำ มักจะปลูกหญ้าป้องกันการพังทลายของดิน

2.1.2 เขื่อนดินประเภทแบ่งโซน (Zone Dearth Dam) ตัวเขื่อนจะแบ่งโครงสร้างเขื่อนเป็นโซนโดยแกนกลางของเขื่อนจะเป็นชั้นดินเหนียวทึบน้ำ มีชั้นกรองเป็นวัสดุประเภทกรวดหรือทราย ชั้นถัดจากแกนเขื่อนจะเป็นดินประเภทกึ่งทึบน้ำ และปิดทับด้านเหนือน้ำด้วยหินทิ้งหรือหินเรียง เพื่อป้องกันการกัดเซาะจากคลื่นเช่นเดียวกับเขื่อนดินประเภทเนื้อเดียว



ภาพที่ 2.4 เขื่อนดินถม หรือเขื่อนดิน (Earth Dam, Earth-Fill Dam)
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2557) หนังสือสารานุกรมพลังงานทดแทน หน้า 251

2.2 เขื่อนหินถม หรือหินทิ้ง (Rock Fill Dam) คือ เขื่อนที่ใช้หินเป็นวัสดุถม จำเป็นต้องมีดินฐานรากที่แข็งแรงมาก มักใช้หินที่หาได้จากบริเวณใกล้เคียงกับสถานที่ก่อสร้างเป็นส่วนใหญ่ มีผนังกันน้ำซึมอยู่ตรงกลางแกนเขื่อนหรือด้านหน้าหัวเขื่อน โดยวัสดุที่ใช้ทำผนังกันน้ำซึมอาจจะเป็นดินเหนียว คอนกรีตหรือวัสดุกันซึมอื่นๆ เช่น ยางแอสฟัลท์ เป็นต้น



ภาพที่ 2.5 เขื่อนหินถม หรือหินทิ้ง (Rock Fill Dam)
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2557) หนังสือสารานุกรมพลังงานทดแทน หน้า 259

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ ยังมีเขื่อนชนิดอื่น ๆ อีก เช่น เขื่อนไม้ ซึ่งใช้ไม้มาทับถมกัน เขื่อนโครงเหล็ก ใช้เหล็กเป็นวัสดุก่อสร้าง และเขื่อนผสม เป็นการนำแบบของเขื่อนชนิดต่าง ๆ มาผสมผสานกัน

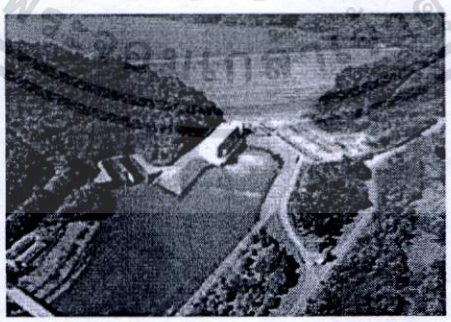
2.4.6 ประเภทโรงไฟฟ้าพลังน้ำ (Hydro power plant type)

ประเภทโรงไฟฟ้าสามารถแบ่งตามปริมาณน้ำได้ ดังนี้

1. แบบมีอ่างเก็บน้ำ (Storage Regulation Development) เป็นโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก หรือขนาดใหญ่ และพัฒนาให้เป็นแบบอเนกประสงค์ โรงไฟฟ้าพลังน้ำชนิดนี้ใช้เป็นหลักในการผลิตไฟฟ้า น้ำจะถูกเก็บไว้ในอ่างเก็บน้ำเหนือเขื่อนให้มี ปริมาณเพียงพอที่จะผลิตไฟฟ้าได้อย่างสม่ำเสมอ แบ่งออกเป็น

1.1 โรงไฟฟ้าพลังน้ำแบบมีอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ (Reservoir Hydro Plant) โรงไฟฟ้าพลังน้ำที่มีเขื่อนกั้นน้ำขนาดใหญ่และสูง กั้นขวางลำน้ำไว้ ทำให้เกิดเป็นทะเลสาบใหญ่ ซึ่งสามารถเก็บกักน้ำในฤดูฝน และนำไปใช้ในฤดูแล้งได้ นับว่ามีประโยชน์มาก เพราะสามารถควบคุมการใช้น้ำในการผลิตกระแสไฟฟ้าเสริมในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงได้อย่างมีประสิทธิภาพตลอดปี ประเทศไทยจัดไว้ในประเภทโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดใหญ่ เช่น เขื่อนภูมิพล จังหวัดตาก เขื่อนสิริกิติ์ จังหวัดอุตรดิตถ์

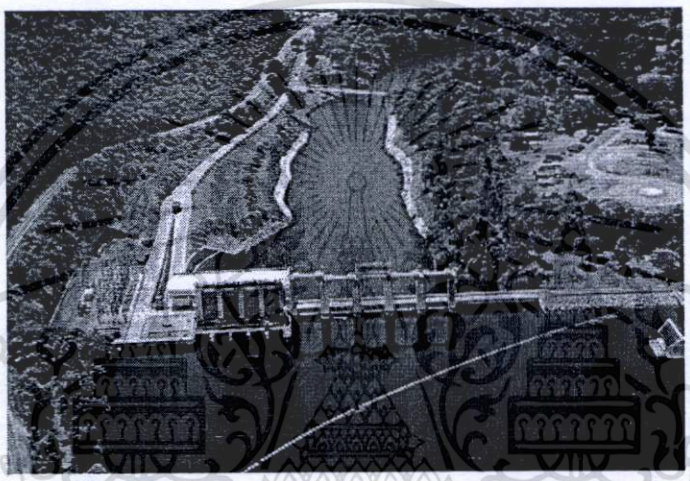
ภาพที่ 2.6 เขื่อนภูมิพล จังหวัดตาก
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2557) หนังสือสารานุกรมพลังงานทดแทน หน้า 258



ภาพที่ 2.7 เขื่อนสิริกิติ์ จังหวัดอุตรดิตถ์
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2557) หนังสือสารานุกรมพลังงานทดแทน หน้า 258

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

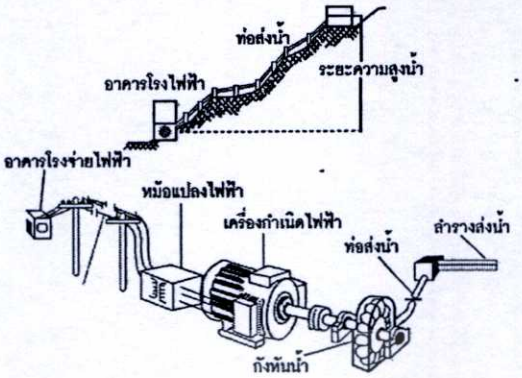
1.2 โรงไฟฟ้าพลังน้ำแบบมีอ่างเก็บน้ำขนาดเล็ก (Regulating Pond Hydro Plant) โรงไฟฟ้าพลังน้ำที่สามารถบังคับการไหลของน้ำได้ในช่วงสั้นๆ เช่น ประจำวันหรือประจำสัปดาห์ สามารถควบคุมการผลิตไฟฟ้าให้สอดคล้องกับความต้องการได้ดีกว่าโรงไฟฟ้าพลังน้ำแบบมีน้ำไหลผ่านตลอดปี แต่อยู่ในช่วงเวลาที่จำกัดตามขนาดของอ่างเก็บน้ำ เช่น โรงไฟฟ้าเขื่อนท่าทุ่งนา จังหวัดกาญจนบุรี โรงไฟฟ้าเป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก จำนวน 5 ชั้น กว้าง 20 เมตร ยาว 50 เมตร สูง 45.78 เมตร ติดตั้งเครื่องผลิตไฟฟ้าชนิดกระแสสลับ ระบายความร้อนด้วยอากาศ จำนวน 2 เครื่อง แต่ละเครื่องให้กำลัง ผลิต 19 เมกะวัตต์ รวมกำลังผลิตทั้งสิ้น 38 เมกะวัตต์ ให้พลังงานเฉลี่ยปีละ 170 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง และโรงไฟฟ้าขนาดเล็ก บ้านสันติ จังหวัดยะลา



ภาพที่ 2.8 เขื่อนท่าทุ่งนา จังหวัดกาญจนบุรี
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2557) หนังสือสารานุกรมพลังงานทดแทน หน้า 258

2. แบบไม่มีอ่างเก็บน้ำ หรือแบบมีน้ำไหลผ่านตลอดปี (Run of river hydro plant) เป็นโรงไฟฟ้าพลังน้ำที่ไม่มีอ่างเก็บน้ำ ผลิตไฟฟ้าโดยน้ำที่ไหลตามธรรมชาติของลำน้ำในบางช่วง หากน้ำมีปริมาณมากเกินกว่าที่โรงไฟฟ้าจะรับไว้ได้ก็ต้องปล่อยทิ้งไป มีทั้งสร้างแบบสร้างเขื่อนเล็กๆ หรือฝายขวางลำน้ำ บังคับน้ำให้ไหลไปตามท่อ หรือทำรางส่งน้ำ ใช้ความดันของน้ำจากที่สูงหมุนกังหันซึ่งต่อแกนกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า หรือหากมีกำลังผลิตมากก็จะสร้างระบบผลิตไฟฟ้าติดตั้งอยู่กับเขื่อนผันน้ำชลประทานซึ่งมีน้ำไหลผ่านตลอดปี การออกแบบกำลังการผลิตติดตั้งมักจะคำนวณจากอัตราการไหลของน้ำประจำปีช่วงต่ำสุดเพื่อที่จะสามารถเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าได้อย่างสม่ำเสมอตลอดทั้งปี เช่น โรงไฟฟ้าที่การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยกำลังศึกษาเพื่อก่อสร้างที่เขื่อนผันน้ำเจ้าพระยา จังหวัดชัยนาท และเขื่อนผันน้ำวชิราลงกรณ จังหวัดกาญจนบุรี มีความจุ 8,860 ล้านลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเฉลี่ยปีละ 5,369 ล้านลูกบาศก์เมตร ติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 3 เครื่อง บริเวณปล่อยน้ำ ขนาดกำลังผลิต 100,000 กิโลวัตต์ รวมกำลังผลิต 300,000 กิโลวัตต์ ให้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยปีละ 760 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง โครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำแม่กืมหลวง จังหวัดเชียงใหม่ของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.9 โรงไฟฟ้าแบบไม่มีอ่างเก็บน้ำ หรือแบบมีน้ำไหลผ่านตลอดปี (Run of river hydro plant)

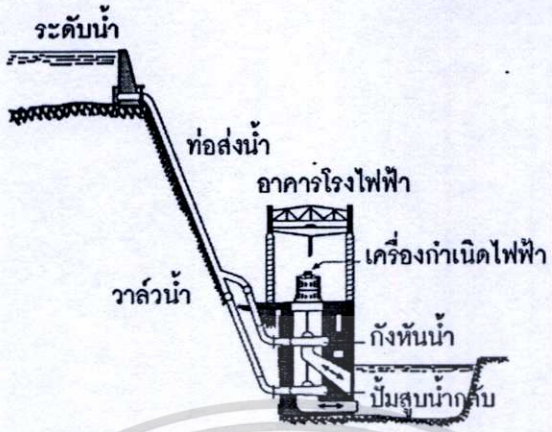
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2557) หนังสือสารานุกรมพลังงานทดแทน **หน้า** 260

3. โรงไฟฟ้าพลังน้ำแบบสูบน้ำกลับ (Pumped Storage Plant) โรงไฟฟ้าพลังน้ำแบบสูบน้ำกลับเป็นโรงไฟฟ้าที่มีอ่างเก็บน้ำสองส่วนคือ อ่างเก็บน้ำบนและล่าง โรงไฟฟ้าจะเป็นตัวเชื่อม เป็นโรงไฟฟ้าที่สามารถสูบน้ำที่ปล่อยจากอ่างเก็บน้ำลงมา แล้วนำกลับขึ้นไปเก็บไว้ในอ่างเก็บน้ำเพื่อใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าได้อีก ประโยชน์ของโรงไฟฟ้าชนิดนี้เกิดจากการแปลงพลังงานที่เหลือใช้ในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าต่ำ เช่น เวลาเที่ยงคืนนำไปสะสมไว้ในรูปของการเก็บน้ำในอ่างเก็บน้ำเพื่อที่จะสามารถใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าได้อีกครั้งหนึ่งในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูง เช่น เวลาหัวค่ำ ตัวอย่างของโรงไฟฟ้า ได้แก่ โรงไฟฟ้าเขื่อนศรีนครินทร์ หน่วยที่ 4 ซึ่งสามารถสูบน้ำกลับขึ้นไปเก็บไว้ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนศรีนครินทร์ได้ พื้นที่อ่างเก็บน้ำ 419 ตารางกิโลเมตร มีความจุมากเป็นอันดับหนึ่ง คือ 17,745 ล้านลูกบาศก์เมตร โรงไฟฟ้าเป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก ติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจำนวน 5 เครื่อง รวมกำลังผลิตทั้งสิ้น 720,000 กิโลวัตต์

ภาพที่ 2.10 โรงไฟฟ้าพลังน้ำเขื่อนศรีนครินทร์ จังหวัดกาญจนบุรี

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2557) หนังสือสารานุกรมพลังงานทดแทน **หน้า** 256

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.11 โรงไฟฟ้าพลังน้ำแบบสูบน้ำกลับ (Pumped Storage Plant)
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2557) หนังสือสารานุกรมพลังงานทดแทน หน้า 256

2.4.7 ขนาดโรงไฟฟ้า (Power Plant Size)

โรงไฟฟ้าพลังน้ำ สามารถแบ่งตามขนาดของกำลังการผลิตไฟฟ้าได้ ดังนี้

1. โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดใหญ่ (Large Hydro Power Plant) โรงไฟฟ้าที่มีขนาดกำลังผลิตไฟฟ้ามากกว่า 30 เมกะวัตต์ ตัวอย่างเช่น โครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดใหญ่เขื่อนภูมิพล จังหวัดตาก มีกำลังผลิต 779.2 เมกะวัตต์ เขื่อนรัชชประภา จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีกำลังผลิต 240 เมกะวัตต์ รวมกำลัง กำลังการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดใหญ่ ที่อยู่ภายใต้การดูแลของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ในพ.ศ.2553 มีกำลังผลิตรวม 2,886.27 เมกะวัตต์

ภาพที่ 2.12 เขื่อนภูมิพล จังหวัดตาก เป็นโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดใหญ่ กำลังผลิตไฟฟ้า 779.2 เมกะวัตต์
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2557) หนังสือสารานุกรมพลังงานทดแทน หน้า 255

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก (Small hydro power plant, mini hydro power plant) โรงไฟฟ้าที่มีขนาดกำลังผลิตอยู่ระหว่าง 200 กิโลวัตต์ ถึง 30 เมกะวัตต์ เช่น โรงไฟฟ้าพลังน้ำคีรีธาร จังหวัดจันทบุรี เป็นโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กที่กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน มีกำลังผลิตไฟฟ้า 12.20 เมกะวัตต์

3. โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดจิ๋ว (Micro hydro power plant) โรงไฟฟ้ามีขนาดกำลังผลิตน้อยกว่า 200 กิโลวัตต์ ตัวอย่างเช่น โครงการผลิตไฟฟ้าพลังน้ำระดับหมู่บ้าน ที่บ้านแม่กำปอง อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ ที่มีกำลังการผลิตไฟฟ้า 80 กิโลวัตต์ ดูแลโดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.)

ภาพที่ 2.13 โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดจิ๋ว (Micro Hydro Power Plant)
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2557) หนังสือสารานุกรมพลังงานทดแทน หน้า 261

ตารางที่ 2.1 กำลังการผลิตที่อยู่ภายใต้การดูแลของแต่ละหน่วยงาน

หน่วยงานรับผิดชอบ	กำลังการผลิต (เมกะวัตต์)
การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย	60.46
กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน	43.32
การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	8.65

2.4.8 องค์ประกอบโรงไฟฟ้าพลังน้ำ (Hydro Power Plant Configurations)

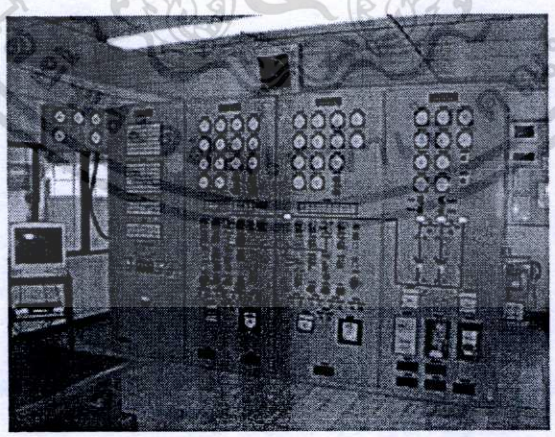
โรงไฟฟ้าพลังน้ำ มีองค์ประกอบที่สำคัญ ดังนี้

1. อาคารโรงไฟฟ้า (Power House) เป็นอาคารสำหรับควบคุมดูแลอุปกรณ์ และระบบการทำงานของการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังน้ำ ภายในอาคารโรงไฟฟ้าประกอบด้วย เครื่องกังหันน้ำ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ห้องปฏิบัติการเกี่ยวกับระบบไฟฟ้า ตู้แผงและอุปกรณ์ควบคุม ในบางแห่งอาจมีหม้อแปลงไฟฟ้าแบบติดตั้งภายในอาคารรวมอยู่ด้วย อาคารโรงไฟฟ้าต้องมีขนาดเหมาะสมและแข็งแรงพอที่จะป้องกันเครื่องกังหันน้ำ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและอุปกรณ์อื่นๆ ได้ ต้องมีความสูงเพียงพอที่จะยกชิ้นส่วนขนาดใหญ่ได้ รวมถึงมีพื้นที่เพียงพอในการประกอบอุปกรณ์และรองรับอุปกรณ์ขนาดใหญ่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.14 อาคารโรงไฟฟ้า (Power House)
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2557) หนังสือสารานุกรมพลังงานทดแทน หน้า 256

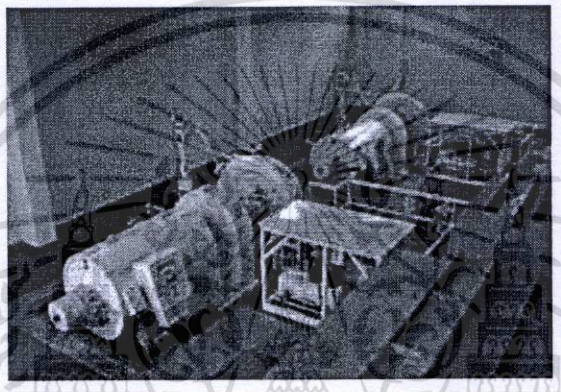
1.1 อุปกรณ์ควบคุม (Control Switchboard) ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า แผงวงจรหรือแผงสวิตช์ อาจเป็นแผงเดี่ยวขนาดใหญ่หรือหลายแผงประกอบเข้าด้วยกัน ใช้ติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ทางด้านหน้า หรือด้านหลัง หรือทั้งสองด้านอุปกรณ์ที่ติดตั้งไว้ภายในประกอบด้วย ชุดควบคุม ชุดเครื่องมือวัดชุดป้องกัน และหลอดแสดงสัญญาณ เป็นต้น โดยห้องควบคุมระบบไฟฟ้าจะอยู่ภายในโรงไฟฟ้า หรืออาจจะเป็นศูนย์ควบคุมที่อยู่ห่างออกไปโดยใช้ระบบควบคุมจากระยะไกล



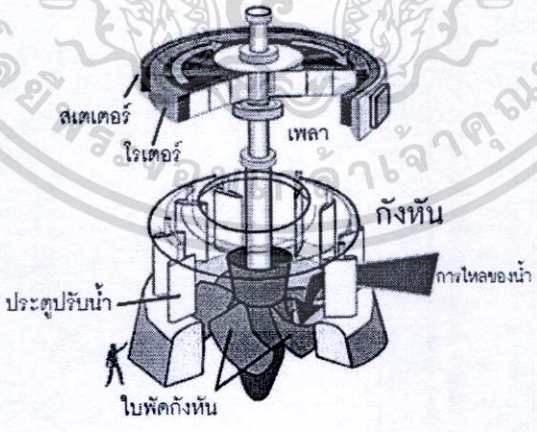
ภาพที่ 2.15 อุปกรณ์ควบคุม (Control Switchboard)
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2557) หนังสือสารานุกรมพลังงานทดแทน หน้า 251

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยอาศัยการเหนี่ยวนำของแม่เหล็กตามหลักการของ ไมเคิล ฟาราเดย์ คือ การเคลื่อนที่ของขดลวดตัวนำผ่านสนามแม่เหล็ก หรือการเคลื่อนที่แม่เหล็กผ่านขดลวดตัวนำทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในขดลวดตัวนำนั้น สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้งานในเชิงอุตสาหกรรมนั้น โดยมากจะเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดกระแสสลับซึ่งมีทั้งแบบ 1 เฟส และแบบ 3 เฟส เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดใหญ่ที่ใช้ตามโรงไฟฟ้าเป็นเครื่องกำเนิดแบบ 3 เฟสทั้งหมด เนื่องจากสามารถผลิตและจ่ายกำลังไฟฟ้าได้เป็นสามเท่าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ 1 เฟส



ภาพที่ 2.16 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า โครงการไฟฟ้าพลังน้ำแม่สะงา จังหวัดแม่ฮ่องสอน
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2557) หนังสือสารานุกรมพลังงานทดแทน หน้า 252

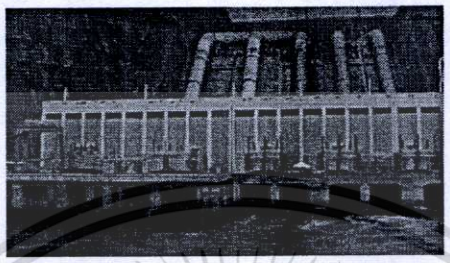


ภาพที่ 2.17 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator)
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2557) หนังสือสารานุกรมพลังงานทดแทน หน้า 252

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

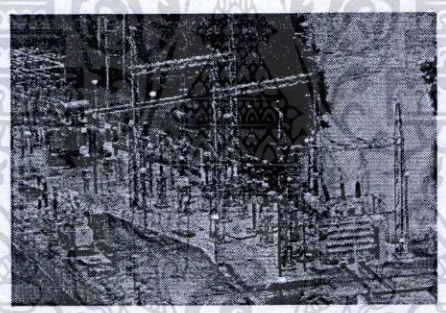
1.3 หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer) เป็นอุปกรณ์สำหรับแปลงแรงดันไฟฟ้าให้เป็นแรงดันสูง เป็นอุปกรณ์ที่เชื่อมระหว่างเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากับลานไกไฟฟ้า โดยตำแหน่งที่ตั้ง จะมีตำแหน่งที่ตั้งอยู่ 3 ทางเลือก คือ

1.3.1 วางไว้บนอาคารโรงไฟฟ้า ใกล้กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า แต่ห่างจากลานไกไฟฟ้าทางเลือกนี้จะเป็นทางเลือกทั่ว ๆ ไป นอกจากจะมีข้อจำกัดอย่างอื่น



ภาพที่ 2.18 การวางหม้อแปลงไฟฟ้าไว้บนอาคารโรงไฟฟ้า

1.3.2 วางไว้ในบริเวณของลานไกไฟฟ้า ซึ่งจะต้องเดินสายไฟแรงต่ำจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามายังหม้อแปลงเป็นระยะทางยาว



ภาพที่ 2.19 การวางหม้อแปลงไฟฟ้าไว้ในบริเวณของลานไกไฟฟ้า

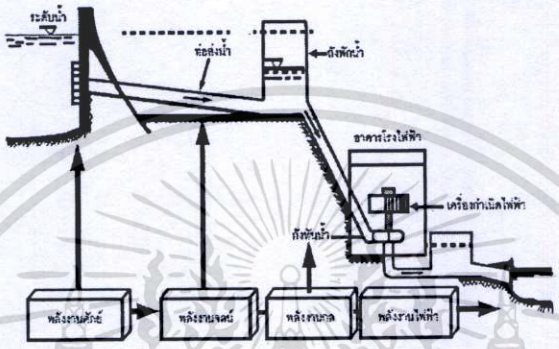
1.3.3 วางไว้ในอาคารโรงไฟฟ้า ทางเลือกนี้จะทำต่อเมื่อตำแหน่งลานไกไฟฟ้าอยู่ในอาคารด้วย และ จะเป็นทางเลือกสุดท้าย เพราะหม้อแปลงจะมีราคาสูงมาก เนื่องจากต้องใช้ระบบระบายความเย็นด้วยน้ำ ซึ่งแบบอื่น ๆ ใช้ระบบระบายความร้อนด้วยอากาศ

ภาพที่ 2.20 การวางหม้อแปลงไฟฟ้าไว้ในอาคารโรงไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 เครื่องกังหันน้ำ (Water Turbine)

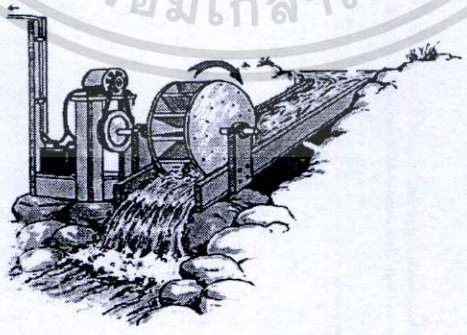
เครื่องกังหันน้ำ เป็นเครื่องจักรกลที่เป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดของโรงไฟฟ้า ทำงานโดยเป็นตัวรับการกระทำจากต้นกำลัง อาศัยแรงปะทะของน้ำที่ไหลมาจากท่อทางน้ำกับใบกังหัน แรงของน้ำมีมากพอที่จะทำให้กังหันน้ำหมุนเป็นการแปลงพลังงานของน้ำที่ไหลตกลงมาปะทะใบกังหันโดยอิสระในรูปพลังงานจลน์ ให้เป็นพลังงานกลหมุนแกนของกังหันซึ่งต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตไฟฟ้าออกมา เครื่องกังหันน้ำแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด



ภาพที่ 2.21 ขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงพลังงานศักย์เป็นพลังงานไฟฟ้าของพลังงานน้ำ
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2557) หนังสือสารานุกรมพลังงานทดแทน หน้า 265

1.4.1 กังหันแบบแรงกระแทก (Impulse Turbine) เป็นกังหันที่หมุนโดยอาศัยแรงฉีดของน้ำจากท่อส่งน้ำที่รับน้ำจากที่สูงหรือหัวน้ำสูง หรือหัวน้ำ (Water head) ไหลลงมาตามท่อที่ลดขนาดลงมายังหัวฉีดกระแทกกังหันให้หมุน และต่อแกนกับเครื่องกำเนิดผลิตไฟฟ้าออกไป สามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

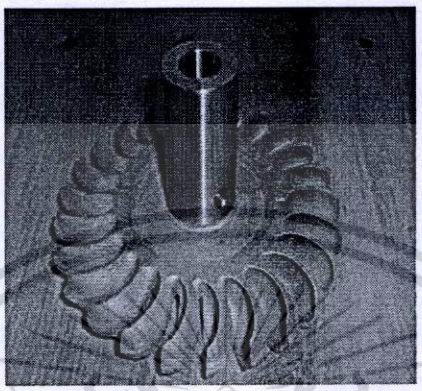
1.4.1.1 แบบแบงกี (Banki Type) กังหันน้ำแบบนี้ใช้กับหัวน้ำต่ำกำลังผลิตน้อย ปัจจุบันไม่เป็นที่นิยม



ภาพที่ 2.22 กังหันแบบแบงกี (Banki Type)
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2557) หนังสือสารานุกรมพลังงานทดแทน หน้า 254

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.1.2 แบบเทอร์โก (Turgo Type) กังหันน้ำแบบนี้ใช้กับหัวน้ำปานกลาง เป็นกังหันที่พัฒนาจากกังหันแบบเพลตัน จะใช้ถ้วยรับน้ำแบบเดี่ยวและค่อนข้างตื้น กังหันน้ำนี้เหมาะสำหรับแหล่งน้ำที่มีหัวน้ำสูงปานกลางเพราะสามารถใช้กับลำน้ำที่ผ่านหัวฉีดซึ่งมีความเร็วไม่มากนัก



ภาพที่ 2.23 กังหันแบบเทอร์โก (Turgo Type)
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2557) หนังสือสารานุกรมพลังงานทดแทน หน้า 254

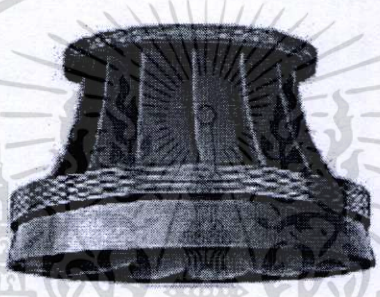
1.4.1.3 แบบเพลตัน (Pelton Type) กังหันน้ำแบบนี้ใช้กับหัวน้ำสูงกำลังผลิตมาก ด้วยเหตุนี้ส่วนมากจึงใช้แกนนอนแต่ยังมีบางส่วนที่ใช้ในแกนตั้ง มีลักษณะคล้ายถ้วย (Bucket) คู่ (Bucket) ทำจากโลหะหลาย ๆ ใบติดอยู่กับตัวแกนแผ่นจาน (Disk) ถ้วยเหล่านี้จะรับน้ำจากหัวฉีด โดยแบ่งน้ำไปทางซ้ายและขวาด้วยสันแนวที่อยู่ตรงกลางของถ้วย เพื่อผลิตพลังงานกลจากเพลา และการเคลื่อนไหวของการหมุนกังหันเพลาจะถูกส่งโดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยทั่วไปกังหันน้ำนี้เหมาะสำหรับการผลิตไฟฟ้าจากแหล่งน้ำที่ระดับหัวน้ำสูงกว่า 250 เมตร หรือน้อยกว่าก็ได้ ในกรณีที่เป็นระบบเล็ก การทำให้กังหันน้ำนี้หมุน อาจใช้ความเร็วของลำน้ำที่ผ่านหัวฉีดไม่ต้องมีความเร็วสูงนัก

ภาพที่ 2.24 กังหันแบบแบบเพลตัน (Pelton Type)
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2557) หนังสือสารานุกรมพลังงานทดแทน หน้า 254

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

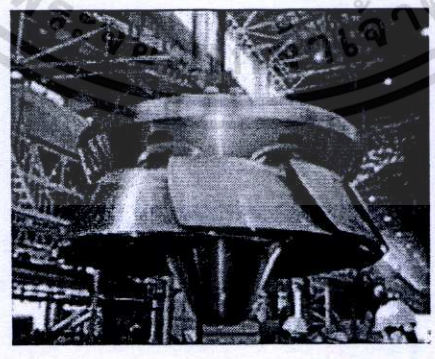
1.4.2 กังหันแบบแรงโต้ (Reaction Turbine) เป็นกังหันที่หมุนโดยใช้แรงดันของน้ำที่เกิดจากความต่างระดับของน้ำด้านหน้าและด้านท้ายของกังหันกระทำต่อใบพัดระดับด้านท้ายน้ำจะอยู่สูงกว่าระดับบนของปลายท่อปล่อยน้ำออกเสมอ กังหันชนิดนี้เหมาะกับอ่างเก็บน้ำที่มีความสูงแบบปานกลางและต่ำ สามารถแบ่งได้เป็น 3 แบบ คือ

1.4.2.1 กังหันฟรานซิส (Francis Turbine) หลักการทำงาน คือ น้ำที่ถูกส่งออกมาจากท่อส่งน้ำจะไหลเข้าสู่ท่อก้นหอยที่ประกอบอยู่รอบๆ ตัวกังหัน ท่อก้นหอยจะมีขนาดของพื้นที่หน้าตัดเล็กลงตามความยาวของท่อเพื่อเพิ่มแรงดันและความเร็วของน้ำ ภายในท่อก้นหอยจะมีน้ำเต็มอยู่ตลอดเวลา น้ำที่ไหลในท่อก้นหอยจะแทรกตัวผ่านลิ้นนำน้ำเข้า เพื่อเข้าสู่ตัวกังหัน ทำให้วงล้อของกังหันน้ำหมุนได้ ซึ่งกังหันฟรานซิสมีทั้งแบบแกนนอนและแกนตั้ง



ภาพที่ 2.25 กังหันฟรานซิส (Francis Turbine)
ที่มา : http://www.hydroquebec.com/learning/hydroelectricite/types-turbines.html

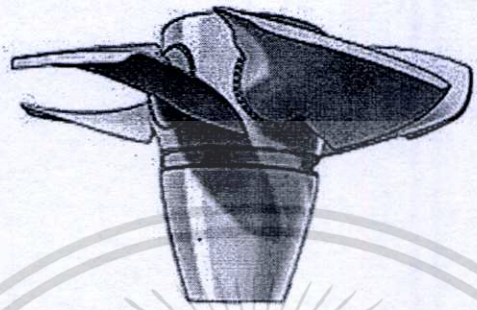
1.4.2.2 กังหันเดเรียซ (Deriaz Turbine) หรือกังหันแบบที่มีการไหลของน้ำในทิศทางทแยงมุมกับแกน กังหันแบบนี้ใช้กับกรณีที่มีหัวน้ำสูง ส่วนของใบพัดจะเคลื่อนที่ได้เมื่อมีน้ำไหลผ่าน และมีลักษณะคล้าย ๆ กับกังหันฟรานซิส



ภาพที่ 2.26 กังหันเดเรียซ (Deriaz turbine)
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2557) หนังสือสารานุกรมพลังงานทดแทน หน้า 257

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.2.3 กังหันคาปลาน (Kaplan Turbine) หรือกังหันแบบใบพัด น้ำจะไหลผ่านใบพัดในทิศทางขนานกับแกนของกังหัน ใช้กับงานที่มีหัวน้ำต่ำ ใบพัด กังหันของกังหันคาปลานเป็นใบพัดที่สามารถปรับได้ตามมุมของซี่ใบพัดโดยอัตโนมัติตามแรงอัดหรือแรงฉีดของน้ำ โดยจะสัมพันธ์กับความแรงที่หัวฉีดน้ำ กังหันชนิดนี้เหมาะกับแหล่งน้ำที่มีความสูงหัวน้ำต่ำตั้งแต่ 1-70 เมตร

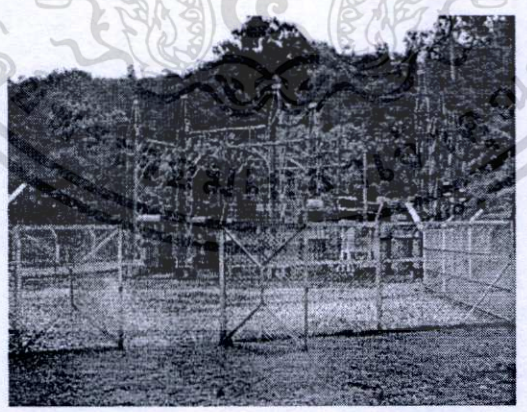


ภาพที่ 2.27 กังหันคาปลาน (Kaplan Turbine)
ที่มา : http://www.hydroquebec.com/learning/hydroelectricite/types-turbines.html

2.4.9 ลานไกไฟฟ้า (Switch yard)

สถานที่ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมและป้องกันความผิดปกติ ซึ่งอาจเกิดขึ้นระหว่างระบบผลิตกำลังไฟฟ้ากับระบบส่งกำลังไฟฟ้า มีส่วนประกอบหลัก ดังนี้

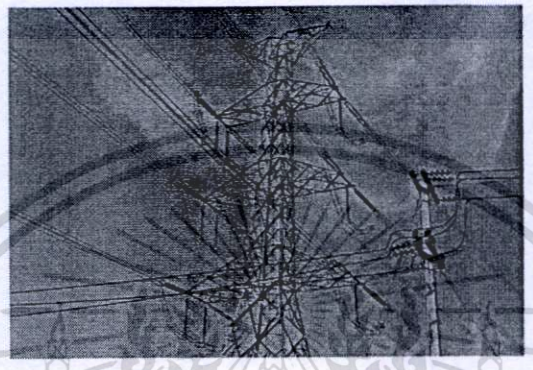
1. สถานีไฟฟ้าย่อยแปลงแรงดันสูง (Step-up substation) สถานที่แปลงแรงดันไฟฟ้าด้วยหม้อแปลงไฟฟ้า จากระบบผลิตให้สูงขึ้นในระดับต่างๆ เพื่อเข้าสู่ระบบส่งกำลังไฟฟ้าต่อไป



ภาพที่ 2.28 สถานีไฟฟ้าย่อยแปลงแรงดันสูง (Step-up substation)
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2557) หนังสือสารานุกรมพลังงานทดแทน หน้า 263

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สายส่งไฟฟ้า (Transmission line) ระบบจ่ายกระแสไฟฟ้า ประกอบด้วยหม้อแปลงและระบบสายส่ง โดยหม้อแปลงทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้เป็นไฟฟ้าที่มีแรงดันสูง ส่งเข้าสู่ระบบสายส่ง โดยจ่ายกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ไปยังผู้ใช้ หรืออาจเชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ความยาวของสายไฟจ่ากอาคารโรงไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับระยะทาง ส่วนความสามารถของการจ่ายไฟขึ้นอยู่กับแหล่งน้ำ



ภาพที่ 2.29 สายส่งไฟฟ้า (Transmission line)
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2557) หนังสือสารานุกรมพลังงานทดแทน หน้า 624

2.4.10 **โรงไฟฟ้าพลังน้ำของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย**

มีทั้งหมด 15 แห่ง ดังต่อไปนี้

1. โรงไฟฟ้าลำตะคองชลภาวัฒนา จังหวัดนครราชสีมา
2. เขื่อนศรีนครินทร์ จังหวัดกาญจนบุรี
3. เขื่อนภูมิพล จังหวัดตาก
4. เขื่อนสิริกิติ์ จังหวัดอุตรดิตถ์
5. เขื่อนอุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น
6. เขื่อนวชิราลงกรณ จังหวัดกาญจนบุรี
7. เขื่อนสิรินธร จังหวัดอุบลราชธานี
8. เขื่อนจุฬาภรณ์ จังหวัดชัยภูมิ
9. เขื่อนน้ำพุง จังหวัดสกลนคร
10. เขื่อนปากมูล จังหวัดอุบลราชธานี
11. เขื่อนรัชชประภา จังหวัดสุราษฎร์ธานี
12. เขื่อนบางลาง จังหวัดยะลา
13. เขื่อนแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี
14. เขื่อนท่าทุ่งนา จังหวัดกาญจนบุรี
15. เขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล จังหวัดเชียงใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การหาประสิทธิภาพ

ชัยยงค์ และคณะ, (2544: 102-107) กล่าวว่า ระดับประสิทธิภาพของชุดการสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เป็นระดับที่ผู้ผลิตชุดการสอนจะพึงพอใจว่าหากชุดการสอนมี ประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว ชุดการสอนนั้นก็มีคุณค่าที่จะนำไปสอนนักศึกษา และคุ้มค่าต่อการลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก เมื่อทำการผลิตชุดการสอนขึ้นมาแล้ว จำเป็นจะต้องทำการประเมินผลสื่อประสมที่ผลิตขึ้นมานี้เสียก่อนที่จะนำไปใช้ในสภาพจริงต่อไปการประเมินผลชุดการสอนก็คือ การหาประสิทธิภาพของชุดการสอนนั่นเอง (Developmental Testing) ซึ่งก็คือ การนำชุดการสอนนั้น ๆ ไปทดลองใช้ (Tryout) โดยการนำไปใช้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้เพื่อนำข้อมูลมาปรับปรุงแก้ไข แล้วจึงนำไปสอนจริง (Trial run) ต่อไป ผู้ผลิตชุดการสอนจำเป็นต้องทดสอบหาประสิทธิภาพเพราะสาเหตุต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นมามีประสิทธิภาพ
2. เพื่อให้แน่ใจได้ว่า ชุดการสอนสามารถทำให้การเรียนการสอนบรรลุวัตถุประสงค์ได้อย่างแท้จริง
3. เพื่อเป็นหลักประกันได้ว่า เมื่อผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก ๆ แล้ว สามารถใช้ได้เป็นอย่างดี คุ้มค่ากับการลงทุน

2.5.1 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดการสอน

ชุดการสอนที่ผลิตขึ้นมาและผ่านการทดลองหาประสิทธิภาพ จะต้องให้ได้ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้จึงจะถือได้ว่าชุดการสอนนั้นมีคุณภาพ ซึ่งเราสามารถกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดการสอนได้เอง

เกณฑ์ปะสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของชุดการสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อยู่ในระดับที่ผู้ผลิตชุดการสอนพึงพอใจ หากชุดการสอนนั้นมีประสิทธิภาพถึงระดับ แล้วชุดการสอนนั้นก็มีคุณค่าที่จะนำไปเสนอผู้เรียนได้ และให้ผลคุ้มค่าแก่การลงทุนในการผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

ประสิทธิภาพของชุดการสอน หมายถึง คุณภาพของชุดสื่อประสมที่สร้างขึ้นมาในชุดการสอนนั้นเอื้ออำนวยเกื้อหนุนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เข้าใจในเนื้อหาบทเรียนนั้นเป็นอย่างดีนั่นเอง

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพสามารถกระทำได้โดยประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ลักษณะ คือ

1. พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) เราจะกำหนดให้ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการเป็น E_1 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ เป็น E_2 การประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) คือการประเมินผลต่อเนื่อง ซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อย ๆ หลาย ๆ อย่างเรียกว่ากระบวนการ (Process) ของผู้เรียนซึ่งเราสามารถสังเกตได้จากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม (รายงานของกลุ่ม) การปฏิบัติงานรายบุคคลอันได้แก่งานที่มอบหมายและกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

2. การประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (Terminal Behavior) คือ การประเมินผลลัพธ์ เป็นการประเมินผลสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนของผู้เรียนของผู้เรียนในเนื้อหาแต่ละหน่วย โดยพิจารณาผลการสอบหลังเรียน ประสิทธิภาพของชุดการสอนจะพิจารณาจากเกณฑ์ที่ผู้ผลิตชุดการสอนจะได้กำหนดขึ้น ว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในระดับใด จึงจะเป็นผลที่ยอมรับได้ว่าอยู่ในระดับเป็นที่น่าพอใจโดยจะกำหนดไว้ 2 ส่วน คือ ในส่วนของกระบวนการและประสิทธิภาพของผลลัพธ์ โดยกำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลเฉลี่ยของคะแนนแบบฝึกหัด หรือกิจกรรมอื่นใดที่กำหนดไว้ในชุดการสอนของผู้เรียนทุกคน (E_1) และเปอร์เซ็นต์ของผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉลี่ยของผลการสอบหลังเรียนของผู้เรียน (E_2) นั่นคือ E_1/E_2 จะเท่ากับ ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

ความหมายในการตั้งเกณฑ์นั้น ถ้าหากเราตั้งเกณฑ์ค่า E_1/E_2 = 90/90 นั่น หมายความว่า เมื่อผู้เรียนเรียนจากชุดการสอนแล้ว คำนวณผลเฉลี่ยคะแนนที่ผู้เรียน คำนวณผลเฉลี่ยของคะแนนที่ผู้เรียนทุกคน สามารถทำแบบฝึกหัดหรืองานได้ผลเฉลี่ย 90 % และทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ผลเฉลี่ย 90 % นั่นเอง

การที่จะกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ให้มีค่าเท่าใด ผู้ผลิตชุดการสอนจะเป็นผู้พิจารณา ตั้งได้ตามความเหมาะสม โดยปกติเนื้อหาวิชาที่เป็นความรู้ ความจำ ก็มักจะตั้งเกณฑ์ไว้ที่ 80/80 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาวิชาที่เป็นความรู้ทางด้านทักษะหรือเจตคติที่จำเป็นจะต้องใช้ระยะค่อนข้างยาวนานที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะหรือเปลี่ยนแปลงเจตคติได้ ดังนั้น จึงอาจตั้งต่ำกว่า เช่น 75/75 เป็นต้นแต่อย่างไรก็ตามผู้ผลิตก็ไม่ควรตั้งเกณฑ์ไว้ต่ำจนเกินไปนักเพราะจะทำให้ประสิทธิภาพของชุดการสอนที่ได้ไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอได้ เนื่องจากไม่ได้มีการปรับปรุงแต่อย่างใด ซึ่งโยปกติทั่วไปแล้วในขั้นตอนการทดลองครั้งแรก ๆ จะได้ค่าประสิทธิภาพต่ำ แต่เมื่อได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้ว ค่าประสิทธิภาพของชุดการสอนก็จะสูงขึ้นเรื่อย ๆ และในขณะเดียวกันหากได้ค่าประสิทธิภาพสูงมาก ๆ ก็ไม่ควรจะตัดสินใจยอมรับค่านั้นในทันทีเพราะค่าประสิทธิภาพที่สูงอาจจะเกิดจากสาเหตุหลายประการ เช่น เนื้อหาที่จัดให้ง่ายกว่าของผู้เรียนหรือข้อสอบยังไม่ดีพอโดยอาจจะเกิดจากการสร้างตัวเลือกไม่ดี เดาง่าย เป็นต้น ดังนั้น ผู้ผลิตชุดการสอนต้องตรวจสอบกระบวนการในการผลิตชุดการสอนใน แต่ละขั้นว่าถูกต้องและเหมาะสมเพียงใดอีกด้วย

2.5.2 ขั้นตอนการทดลองหาประสิทธิภาพ

เมื่อผลิตชุดการสอนต้นแบบเสร็จเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปก็คือการนำชุดการสอนที่ได้ไปทดลองหาประสิทธิภาพ โดยในการหาประสิทธิภาพชุดการสอน มีขั้นตอนดังต่อไปนี้คือ

1. ขั้น 1:1 (แบบเดียว) คือ ทดลองกับผู้เรียนทีละคน โดยทดลองกับผู้เรียนก่อนนำผลที่ได้มาปรับปรุงนำชุดการสอนที่ปรับปรุงไปทดลองกับผู้เรียนปานกลาง นำผลที่ได้มาปรับปรุงแล้วจึงนำไปทดลองกับผู้เรียนที่เก่ง การพิจารณาทำได้โดยการพิจารณาจากการสังเกตพฤติกรรมขณะเรียนของผู้เรียน แบบฝึกหัด ผลการสอบและการสัมภาษณ์นักศึกษาถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในการเรียนในการเลือกผู้เรียนมาทดลองหาสภาพการณ์ไม่เหมาะสมก็ให้เลือกผู้เรียนอ่อนหรือปานกลางมาทดลองค่า E_1/E_2 ในขั้นนี้โดยปกติแล้วจะต่ำกว่าเกณฑ์

2. ขั้น 1:10 (แบบกลุ่ม) คือการทดลองกับผู้เรียน 6-12 คน โดยเลือกผู้ที่เรียนอ่อน ปานกลาง และเก่งคละกันนำผลที่ได้มาปรับปรุง โดยใช้การพิจารณาส่วนของชุดการสอนที่จะต้องปรับปรุงแบบเดียวกันในขั้น 1:1 ในขั้นนี้ค่า E_1/E_2 จะสูงขึ้นกว่าในขั้นแบบเดี่ยว

3. ขั้น 1:100 (ภาคสนาม) คือ ในขั้นนี้จะทำการทดลองกับผู้เรียนทั้งชั้น 30-40 คนชั้นเรียนที่เลือกมาทดลองจะต้องเป็นชั้นเรียนที่มีผู้เรียนที่มีความสามารถคละกันไปทั้งเด็กอ่อนปานกลางและเก่ง ไม่ควรเลือกห้องเรียนที่มีผู้เรียนเก่งล้วน หรือผู้เรียนที่อ่อนล้วน นำผลที่ได้มาพิจารณาปรับปรุงเพื่อนำมาใช้จริงในสภาพชั้นเรียนทั่วไป ในชั้นนี้ค่า E_1/E_2 จะใกล้เคียงหรือเท่ากับเกณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

นายอำนาจ ชิดทอง (2555 : บทคัดย่อ) ได้ทำการค้นคว้าอิสระการประยุกต์เทคนิคความเป็นจริงเสริมเพื่อผลิตสื่อการสอนสาหรับโครงสร้างไม้ โดยการค้นคว้าแบบอิสระ เรื่อง การประยุกต์เทคนิคความเป็นจริงเสริมเพื่อผลิตสื่อการสอนสาหรับโครงสร้างไม้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบสื่อการสอนสำหรับอาจารย์ผู้สอนและผู้เรียนสามารถนำไปทบทวนและกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้เกี่ยวกับโครงสร้างไม้ ในกระบวนวิชาการเขียนแบบเบื้องต้น 1 โดยเลือกโมเดลจากโครงสร้างไม้ของบ้านทรงล้านนา แบบเรือนแฝดยกใต้ถุนสูง

ผู้ศึกษาได้ศึกษาเกี่ยวกับแนวทางการพัฒนาความจริงเสมือน ซึ่งแบ่งเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ เทคนิคการพัฒนาระบบด้วยภาษา Action Script 3.0 เพื่อใช้สาหรับการตรวจหามาร์คเกอร์ ที่ได้กำหนดไว้ และใช้หลักการคำนวณตำแหน่งเชิง 3 มิติ โดยการเปรียบเทียบภาพจากกล้องวิดีโอ (3D Pose Estimation) เพื่อแสดงผล 3 มิติบนมาร์คเกอร์ ส่วนที่สองคือการพัฒนาวัตถุ 3 มิติ (Model) ที่สามารถใช้เป็นสื่อการสอนเรื่องโครงสร้างไม้ ด้วยโปรแกรมด้าน 3 มิติ ก่อนนามาใช้งานกับระบบที่พัฒนาขึ้นมาร่วมกับมาร์คเกอร์ ด้านการใช้งานผู้ใช้สามารถนำกล้องวิดีโอมาส่องกับมาร์คเกอร์ที่เตรียมไว้ จากนั้นระบบจะแสดงวัตถุ 3 มิติ ในจอภาพ

ผลการศึกษาจากการประเมินการใช้งานโดยผู้ใช้ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มผู้สอนและกลุ่มผู้เรียน โดยสรุปคือระบบที่พัฒนาขึ้นมีความน่าสนใจ และสามารถกระตุ้นให้เกิดความเรียนรู้ในระดับมากที่สุดร้อยละ 76.00 และผู้ใช้งานมีความเข้าใจในบทเรียนภายหลังการใช้งานระบบมากขึ้นถึงร้อยละ 68.00

ณัฐกานต์ ภาคพรต (2557 : บทคัดย่อ) วัตถุประสงค์ของงานวิจัย เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง ตามหลักการการศึกษาบันเทิงเพื่อส่งเสริมความฉลาดทางอารมณ์ ดำเนินการทดลองตามลำดับเวลา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 ที่เรียนในวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 60 คน การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการทดสอบ t-test ผลการวิจัยพบว่า ด้านการประเมิน I-DU-EQ Model โดยผู้เชี่ยวชาญมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ด้านการเปรียบเทียบความฉลาดทางอารมณ์ของนักเรียนก่อนกับหลังเรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนแบบปฏิสัมพันธ์ฯและการเรียนการสอนแบบปกติ พบว่า ความฉลาดทางอารมณ์ของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนทั้งสองรูปแบบมีความฉลาดทางอารมณ์หลังเรียนแตกต่างจากก่อนเรียน โดยความฉลาดทางอารมณ์ของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนแบบปฏิสัมพันธ์ฯ สูงกว่าความฉลาดทางอารมณ์ของนักเรียนที่เรียนตามการเรียนการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ด้านการศึกษาพัฒนาการความฉลาดทางอารมณ์ของนักเรียน ที่เรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนแบบปฏิสัมพันธ์ฯ และที่เรียนตามการเรียนการสอนแบบปกติพบว่านักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนแบบปฏิสัมพันธ์ฯมีพัฒนาการความฉลาด ทางอารมณ์ตามลำดับเวลาแตกต่างจากนักเรียนที่เรียนตามการเรียนการสอนแบบปกติ โดยความฉลาดทางอารมณ์ของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนแบบปฏิสัมพันธ์ฯ มีพัฒนาสูงขึ้นสัมพันธ์กับระยะเวลาในการเรียนการสอน ส่วนความฉลาดทางอารมณ์ของนักเรียนที่เรียนตามการเรียนการสอนแบบปกติ มีพัฒนาการเป็นแนวระนาบตามระยะเวลาในการเรียนการสอน การศึกษาและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบ ด้านการเรียนการสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบปฏิสัมพันธ์ฯ กับที่เรียนตามการเรียนการสอนแบบปกติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนแบบปฏิสัมพันธ์ฯ แตกต่างกับที่เรียนตามการเรียนการสอนแบบปกติ โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบ การเรียนการสอนแบบปฏิสัมพันธ์ฯ สูงกว่าที่เรียนตามการเรียนการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และด้านการประเมินรับรองรูปแบบการเรียนการสอนแบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงตามหลักการการศึกษาบันเทิง เพื่อส่งเสริมความฉลาดทางอารมณ์ พบว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด สามารถสรุปได้ว่ารูปแบบการเรียนการสอนแบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงตามหลักการการศึกษาบันเทิงเพื่อส่งเสริมความฉลาดทางอารมณ์มีความเหมาะสมมากที่สุด

อาทิตยา บุญเกิด (2557 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษา เรื่อง การสร้างบทเรียนมัลติมีเดียร่วมกับเทคโนโลยีผสานความจริง วิชาคอมพิวเตอร์ เรื่อง การใช้งานคอมพิวเตอร์ในชีวิตประจำวัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวาสุเทวีจำนวน 30 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างอย่างง่ายด้วยการจับฉลากเลือกห้อง โดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อหาคุณภาพบทเรียนมัลติมิเดียร่วมกับเทคโนโลยีผสานความจริงวิชาคอมพิวเตอร์ เรื่อง การใช้งานคอมพิวเตอร์ในชีวิตประจำวันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 2) เพื่อหาผลฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน 3) ประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน ผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา พบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.25 ส่วนเบี่ยงเบนเท่ากับ 0.31 อยู่ในระดับดี และด้านสื่อมัลติมิเดีย พบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.41 ส่วนเบี่ยงเบนเท่ากับ 0.69 อยู่ในระดับดี ผู้เรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.5 อีกทั้งผู้เรียนยังมีความพึงพอใจต่อบทเรียนมัลติมิเดียร่วมกับเทคโนโลยีผสานความจริงวิชาคอมพิวเตอร์ เรื่อง การใช้งานคอมพิวเตอร์ในชีวิตประจำวัน เนื่องจาก เป็นสื่อการสอนที่น่าสนใจ มีความแปลกใหม่ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความค้นคว้า ออกแบบได้น่าสนใจเหมาะสมกับผู้เรียน และอธิบายได้อย่างชัดเจน

เนารุ่ง วิชารา (2558) ได้ทำการวิจัย เรื่อง ผลการพัฒนาสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง การประชาคมอาเซียนด้วยเทคโนโลยีออรัสมา มาพัฒนาเป็นสื่อ อิเล็กทรอนิกส์เรื่องการประชาคมอาเซียน สามารถพัฒนาได้รวดเร็วและง่ายขึ้น โดยอาศัยหลักการคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย มีส่วนประกอบของข้อความ รูปภาพ เสียง และภาพเคลื่อนไหว กระตุ้นให้นักเรียนมีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น และเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความรู้สึกสนุกและสนใจในการที่จะเรียนรู้เนื้อหาในบทเรียนมากยิ่งขึ้น จึงได้นาเทคโนโลยีใหม่มาประยุกต์ใช้กับสื่อการเรียนการสอน เป็นแนวทางเริ่มต้นของการผลิตสื่อการเรียนการสอนให้มีความทันสมัย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดมะนาว ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่ายโดยวิธีจับฉลาก จำนวน 1 ห้องเรียน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า

1. สภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริง มีคุณภาพเนื้อหาอยู่ระดับดี ($\overline{x}$ = 4.48, S.D. = 0.13) และคุณภาพด้านสื่อการนาเสนออยู่ในระดับดี ($\overline{x}$ = 4.47, S.D.= 0.09)

2. สภาพแวดล้อมทางการเรียน จากเทคโนโลยีเสมือนจริง มีประสิทธิภาพ 82.17/81.23 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ ผู้เรียนที่ผ่านสภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริง ที่สร้างขึ้นมีคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อน เรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนจาก สภาพแวดล้อมทางการเรียนจากเทคโนโลยีเสมือนจริง ที่สร้างขึ้นมีคะแนนการทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. ความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนจากสภาพแวดล้อมทางการเรียนจาก เทคโนโลยีเสมือนจริง อยู่ในระดับมาก

ดวงกมล อังอำนวยศิริ (2559 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย เรื่อง สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง การใช้งานมัลติมิเตอร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง การใช้งานมัลติมิเตอร์ที่มีคุณภาพ 2) หาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง การใช้งานมัลติมิเตอร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม ชั้นปีที่ 1 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 32 คน ซึ่งใช้วิธีสุ่มอย่างง่ายโดยการ จับสลากแบบรายห้อง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ 1) สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง การใช้งานมัลติมิเตอร์ 2) ใบงานการทดลอง 5 ใบงาน 3) แบบประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริงเรื่อง การใช้งานมัลติมิเตอร์ 4) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 5) แบบบันทึกคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคปฏิบัติ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริงเรื่อง การใช้งานมัลติมิเตอร์ประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x}$ = 4.57, S.D.= 0.58) และด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x}$ = 4.61, S.D.= 0.33) 2) สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง การใช้งานมัลติมิเตอร์ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.88/82.38 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ เป็นการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้า พลังน้ำ โดยมีรายละเอียดตามหัวข้อ ดังต่อไปนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

3.4 การดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากรตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี จำนวน 120 คน ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาพลังงานที่ยั่งยืน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี จำนวน 30 คน ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาพลังงานที่ยั่งยืน ซึ่งใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายโดยการจับสลากรายห้อง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

3.2.1 สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ

3.2.2 แบบประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ

3.2.3 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ

3.3 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการสร้างเครื่องมือดังนี้

3.3.1 สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.1 ศึกษาทฤษฎี และหลักการออกแบบของการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ ผู้วิจัยได้ศึกษารายละเอียดตลอดจนวิธีการสร้างบทเรียนความจริงเสมือนจากตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.3.1.2 การวิเคราะห์สังเขปรายวิชาพลังงานที่ยั่งยืน ซึ่งจะทำให้ทราบถึงขอบเขตและรายละเอียดของเนื้อหาที่ผู้เรียนต้องศึกษา

3.3.1.3 กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหาแต่ละบทเรียน

3.3.1.4 วิเคราะห์เนื้อหา โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อยๆ ซึ่งเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก แต่ละหน่วยการเรียนนั้นจะต้องสอดคลองกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

3.3.1.5 ออกแบบสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ โดยบทเรียนจะประกอบด้วยเนื้อหาที่แบ่งเป็นตอนๆ ตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยรูปแบบการนำเสนอจะเป็นเนื้อหาประกอบกับมาร์คเกอร์

3.3.1.6 ทำการสร้างสื่อการเรียนรู้ โดยดำเนินการตามต้นร่างที่วางไว้ ทั้งหมดตั้งแต่การออกแบบหนังสือที่ใช้เป็นบทเรียน การกำหนดสีที่ใช้งานจริงรูปแบบ และขนาด สีของตัวอักษร

3.3.1.7 นำสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ ที่สร้างเสร็จแล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบความถูกต้องและประเมินความเหมาะสมเพื่อหาข้อบกพร่อง และนำมาปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ที่สุด

3.3.1.8 นำสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ ที่สร้างขึ้นให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ด้านละ 3 ท่าน ตรวจสอบประเมินคุณภาพของบทเรียนเพื่อหาข้อบกพร่องและนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

โดยใช้เกณฑ์การตีความของการแสดงความคิดเห็น จากผู้ทรงคุณวุฒิตามแบบของ John W Best (กาญจนา วัฒายุ. 2545 : 166) ซึ่งจะนำคะแนนที่ได้จากการประเมินมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเพื่อทำการประเมินตามเกณฑ์การตีความหมายของการแสดงความคิดเห็น

เกณฑ์4.50-5.00 ระดับคุณภาพดีมาก
เกณฑ์3.50-4.49 ระดับคุณภาพดี
เกณฑ์2.50-3.49 ระดับคุณภาพปานกลาง
เกณฑ์1.50-2.49 ระดับคุณภาพพอใช้
เกณฑ์1.00-1.49 ระดับคุณภาพควรปรับปรุง

ในการประเมินคะแนนเฉลี่ยที่ได้ในแต่ละด้าน จะต้องได้เกณฑ์ ($\bar{x}$) ตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป จึงถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ

3.3.1.9 ปรับปรุงและแก้ไขตามที่ผู้ทรงคุณวุฒิแนะนำ เมื่อแก้ไขเรียบร้อยแล้วนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบอีกครั้ง

3.3.1.10 นำสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ ที่ผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ และได้แก้ไขเรียบร้อยแล้ว มาใช้ทดลองกับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเคยเรียนรายวิชาพลังงานที่ยั่งยืน จำนวน 3 คน โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง ได้แก่นักศึกษาที่มีระดับผลการเรียนเก่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

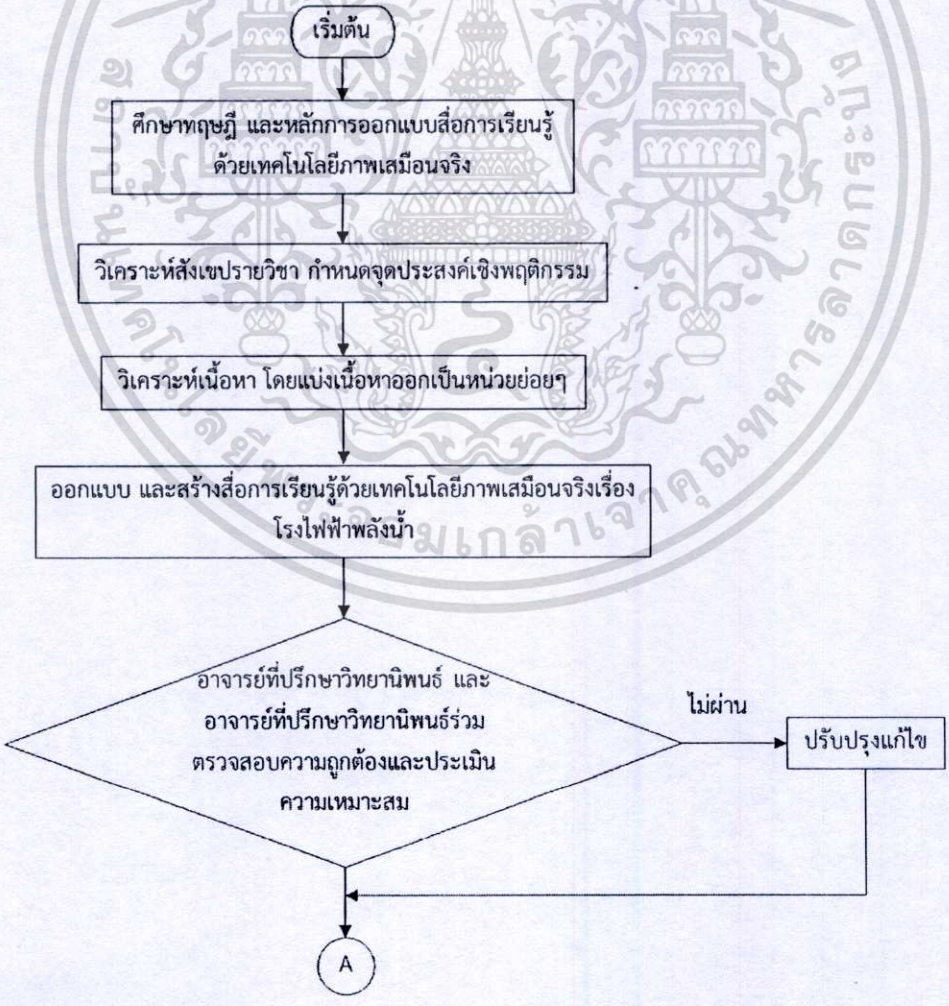
ปานกลาง และอ่อน ระดับละ 1 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของบทเรียน สังเกตพร้อมบันทึกพฤติกรรมการเรียนของนักศึกษาไว้เพื่อนำมาหาข้อบกพร่องและปรับปรุงแก้ไข

3.3.1.11 นำสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ ที่ปรับปรุงในขั้นต้นไปทดลองใช้ นักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่เคยเรียนรายวิชารายวิชาพลังงานที่ยั่งยืน ซึ่งใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 6 คน โดยเลือกนักศึกษาที่มีระดับผลการเรียน เก่ง ปานกลาง และอ่อน ระดับละ 2 คน สังเกตพร้อมบันทึกพฤติกรรมการเรียนของนักศึกษาไว้เพื่อนำมาหาข้อบกพร่องและปรับปรุงแก้ไข

3.3.1.12 นำข้อบกพร่องที่บันทึกไว้มาปรับปรุงแก้ไข แล้วนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบความเหมาะสมอีกครั้ง

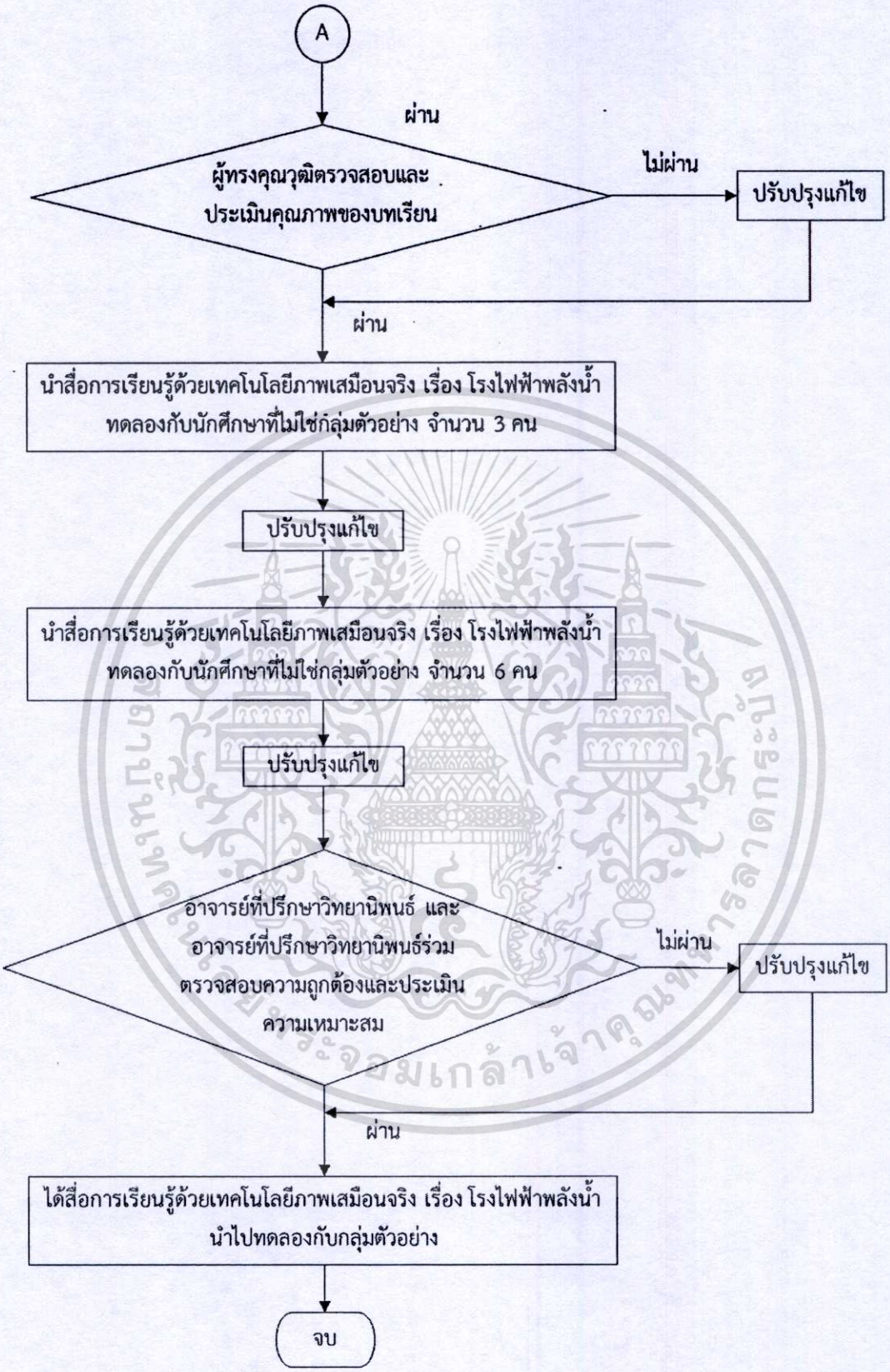
3.3.1.13 นำสื่อการเรียนรู้ที่ผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ และได้แก้ไขเรียบร้อยแล้วไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพของการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ

การสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างบทเรียน ดังมีรายละเอียดตามภาพที่ 3.1 ดังนี้



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.1 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การสร้างแบบประเมินคุณภาพ

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ โดยแบ่งแบบประเมินออกเป็น 2 แบบ คือ แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา และ แบบประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ได้ดำเนินการสร้างแบบประเมินคุณภาพทั้ง 2 แบบ ตามขั้นตอนดังนี้

3.3.2.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อของสื่อการเรียนรู้จากตำรา และเอกสารที่เกี่ยวข้อง

3.3.2.2 กำหนดวัตถุประสงค์ และหัวข้อของแบบประเมินคุณภาพทั้งด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

3.3.2.3 สร้างแบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยแบ่งระดับความคิดเห็นออกเป็น 5 ระดับ และเกณฑ์การจัดระดับค่าเฉลี่ย 5 ระดับ (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2535 : 123) ดังนี้

ระดับความคิดเห็น 5 ระดับ

ระดับ 5 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก

ระดับ 4 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดี

ระดับ 3 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง

ระดับ 2 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับพอใช้

ระดับ 1 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับควรปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินคุณภาพของบทเรียน

ระดับ 4.50-5.00 คุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

ระดับ 3.50-4.49 คุณภาพอยู่ในระดับดี

ระดับ 2.50-3.49 คุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง

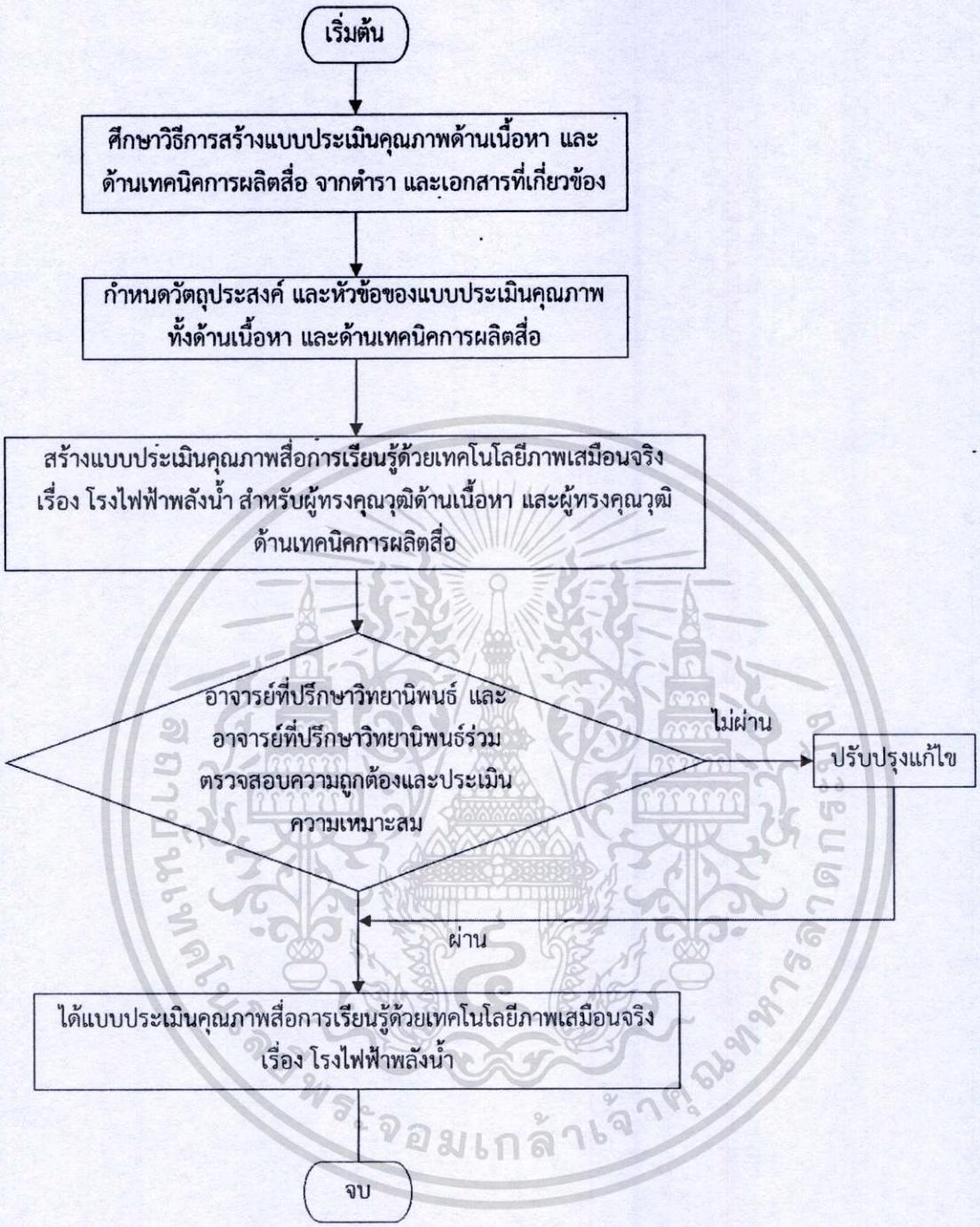
ระดับ 1.50-2.49 คุณภาพอยู่ในระดับพอใช้

ระดับ 1.00-1.49 คุณภาพอยู่ในระดับควรปรับปรุง

3.3.2.4 นำแบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ทำการตรวจสอบ และนำมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง

3.3.2.5 ได้แบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ สำหรับให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพของบทเรียน เพื่อให้บทเรียนมีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3.3.1 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก เกณฑ์ในการให้คะแนนคือ ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบ ให้ 0 คะแนน โดยการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ แสดงดังในภาพที่ 3.3 มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากคู่มือและ เอกสารต่างๆ

2. วิเคราะห์เนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3. สร้างแบบทดสอบแบบปรนัยตามที่ได้วิเคราะห์ไว้ในข้างต้น จากนั้นนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบความถูกต้องตามเนื้อหา และความเหมาะสมของข้อคำถาม

4. สร้างแบบประเมินความสอดคล้องของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยนำแบบประเมินความสอดคล้องที่สร้างขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน พิจารณาการตรวจสอบความสอดคล้องใช้หลักเกณฑ์กำหนดความคิดเห็นดังนี้

คะแนน 1 สำหรับข้อคำถามที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

คะแนน 0 สำหรับข้อคำถามที่ไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

คะแนน -1 สำหรับข้อคำถามที่เห็นว่าไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

โดยสูตรการคำนวณมีดังนี้ (พร้อมพรรณ อุดมสิน. 2538 : 84) ซึ่งจะต้องมีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมตั้งแต่ 0.50 – 1.00

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \qquad (3.1)$$

เมื่อ IOC คือ ดัชนีสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

$\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

N คือ จำนวนของผู้ทรงคุณวุฒิ

5. นำข้อสอบที่ได้ไปทดสอบกับนักศึกษาที่เคยเรียนเรื่องนี้มาแล้ว จำนวน 30 คน นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง ตั้งแต่ 0.20 - 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก 0.20 ขึ้นไป (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ช)

ระดับค่าความยากง่าย

ระดับ 0.81 - 1.00 ง่ายมาก

ระดับ 0.60 - 0.80 ค่อนข้างง่าย

ระดับ 0.40 - 0.59 ยากง่ายพอเหมาะ

ระดับ 0.20 - 0.39 ค่อนข้างยาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับ 0.00 - 0.19 ยากมาก

ระดับค่าอำนาจจำแนก

ระดับ 0.4 ขึ้นไป ค่าอำนาจจำแนก ดีมาก

ระดับ 0.30-0.39 ค่าอำนาจจำแนก พอสมควร

ระดับ 0.20-0.29 ค่าอำนาจจำแนก พอใช้ได้

ระดับ 0.00-0.19 ค่าอำนาจจำแนก ใช้ไม่ได้

ระดับ 0.00 - 0.19 ค่าอำนาจจำแนก ยากมาก

5.1 การหาค่าความยากง่าย (Difficulty) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 210-211)

$$P = \frac{R}{N} \qquad (3.2)$$

เมื่อ P คือ ความยากง่าย

R คือ จำนวนคนที่ทำข้อนั้นถูก

N คือ จำนวนคนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

5.2 การหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538 : 210-211)

$$D = \frac{R_U - R_L}{\frac{N}{2}} \qquad (3.3)$$

เมื่อ D คือ อำนาจจำแนก

R_U คือ จำนวนผู้เรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง

R_L คือ จำนวนผู้เรียนที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน

N คือ จำนวนผู้เรียนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

5.3 สถิติที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร KR.20 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 198)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^2}\right] \qquad (3.4)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ r_{tt} คือ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n คือ จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ

p คือ สัดส่วนของผู้เรียนที่ตอบถูก

q คือ สัดส่วนของผู้เรียนที่ตอบผิด

s_i^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

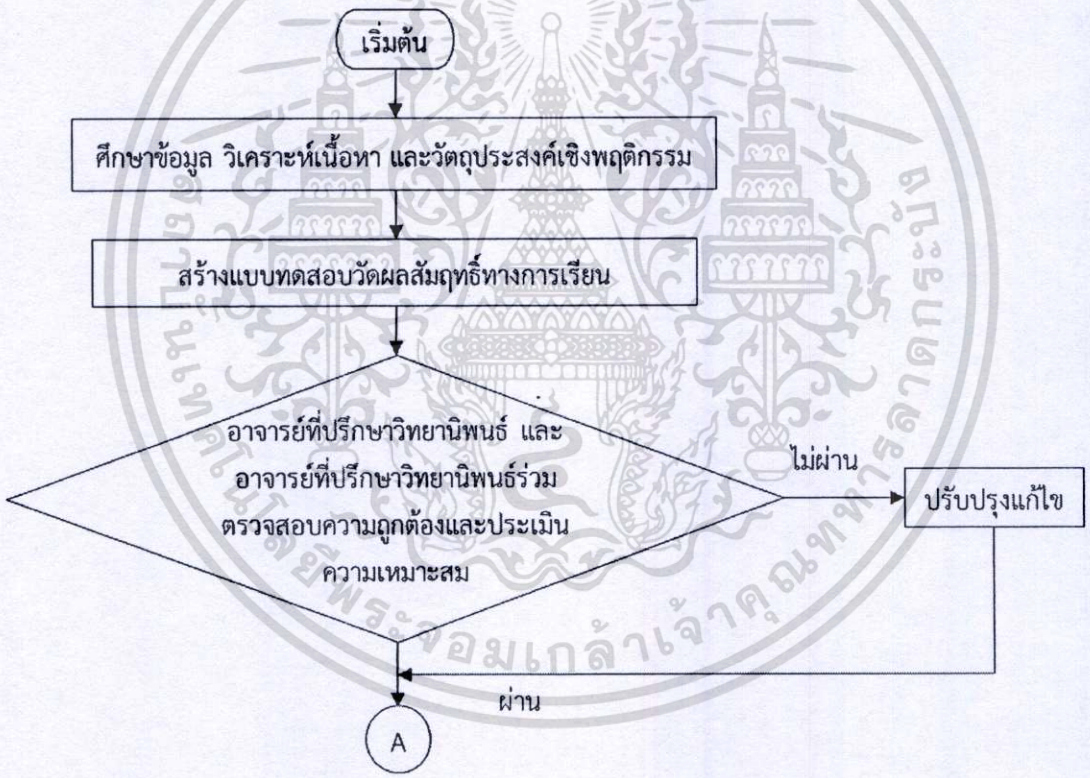
เกณฑ์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่มีค่า

0.7 – 1.0 แสดงว่าแบบทดสอบมีความเชื่อมั่นสูง

0.4 – 0.6 แสดงว่าแบบทดสอบมีความเชื่อมั่นปานกลาง

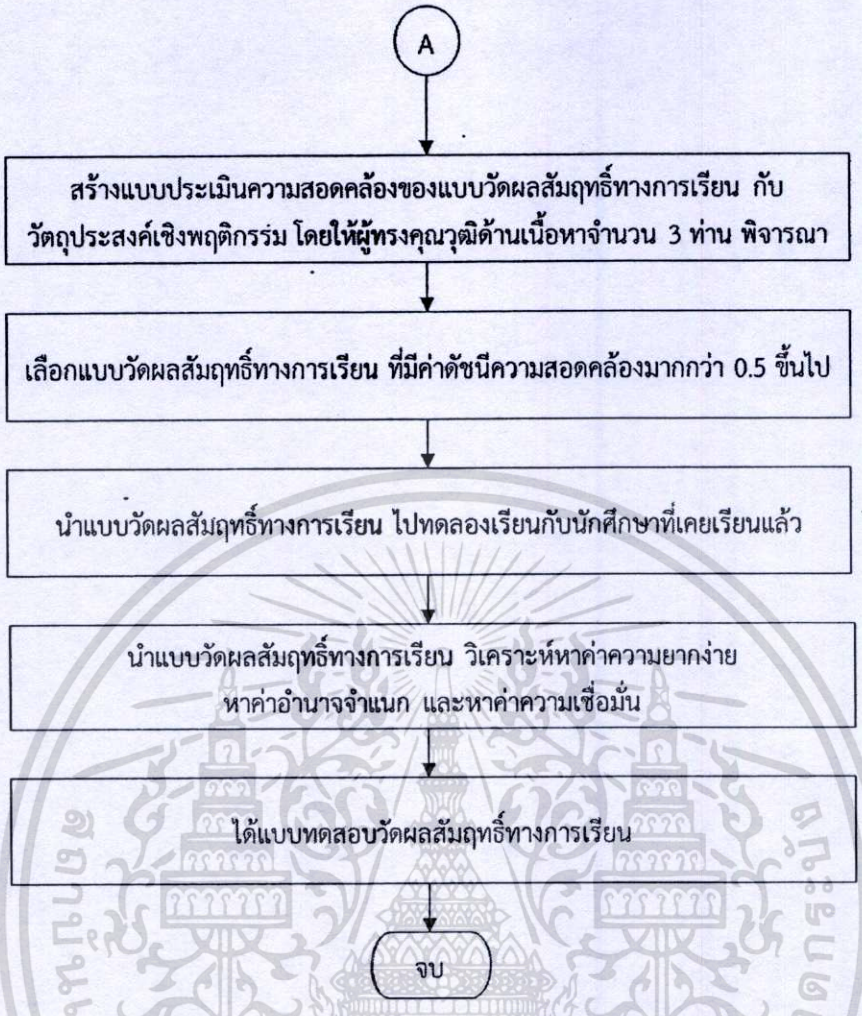
ต่ำกว่า 0.3 แสดงว่าแบบทดสอบมีความเชื่อมั่นต่ำ

6. ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.3 (ต่อ)

3.4 การดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูลการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ ดังนี้

3.4.1 ทำหนังสืออนุญาต และขออนุเคราะห์จากงานบริหารวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถึงคณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

3.4.2 กำหนดห้องที่ทำการทดลอง พร้อมแจ้งให้กลุ่มตัวอย่างทราบล่วงหน้าก่อนทำการทดลอง

3.4.3 ผู้วิจัยแนะนำขั้นตอนการเรียนพร้อมชี้แจงวัตถุประสงค์ของการใช้บทเรียน

3.4.4 ให้นักศึกษาเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ ตามลำดับเนื้อหาของบทเรียนเมื่อเรียนเสร็จในแต่ละบท โดยจะมีแบบทดสอบท้ายแต่ละหน่วยการเรียน

3.4.5 เมื่อนักศึกษาใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ ครบทุกหน่วยการเรียนแล้ว นักศึกษาจะต้องทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.6 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ โดยใช้ข้อมูลทางสถิติ E_1/E_2

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัย ผู้วิจัยได้ใช้วิธีทางสถิติเข้าช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลและเครื่องมือดังนี้

3.5.1 การวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนความจริงเสมือน

การวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนความจริงเสมือน ด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อ โดยนำความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ใช้สถิติการหาค่าเฉลี่ยดังนี้ (พิสณุ ฟองศรี. 2553 : 154-155)

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N} \quad (3.5)$$

เมื่อ $\sum X$ คือ คะแนนรวม

X คือ คะแนนที่ได้จากผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละท่าน

N คือ จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

$\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ยของผู้ทรงคุณวุฒิ

3.5.2 การหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าคะแนนเฉลี่ย (พิชิต ฤทธิ์จรูญ. 2545 : 187)

$$S.D. = \sqrt{\frac{N(\sum x^2) - (\sum x^2)}{N(N-1)}} \quad (3.6)$$

เมื่อ $S.D$ คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum x$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N คือ จำนวนข้อมูล

X คือ คะแนนแต่ละตัว

3.5.3 การหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง

สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ หาได้โดยนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบท้ายแต่ละหน่วยการเรียน และทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาหาประสิทธิภาพของบทเรียน เพื่อหาว่าสื่อการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 ใช้สูตร E_1/E_2 ในการคำนวณดังนี้ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ. 2543 : 139)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$E_1 = \frac{\frac{\sum x}{N}}{A} \times 100 \qquad (3.7)$$

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100 \qquad (3.8)$$

E_1 คือ ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคำตอบที่ตอบถูก จากการทำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนของทุกหน่วยคิดเป็นร้อยละ 100

E_2 คือ ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคำตอบที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 100

$\sum x$ คือ คะแนนรวมของผู้เรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียน

$\sum F$ คือ คะแนนรวมของผู้เรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

N คือ จำนวนผู้ทำแบบทดสอบทั้งหมด

A คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนของทุกหน่วย

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ โดยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ

4.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ

4.1 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ

การวิเคราะห์หาคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ ได้แบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ซึ่งผลจากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ ในแต่ละด้าน ได้นำมาวิเคราะห์ ดังแสดงในตารางที่ 4.1 และ ตารางที่ 4.2 ดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. เนื้อหามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	4.00	0.00	ดี
2. เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	4.00	0.00	ดี
3. เนื้อหามีความถูกต้องและชัดเจน	4.00	0.00	ดี
4. ปริมาณเนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	3.67	0.58	ดี
5. การลำดับเนื้อหามีความเหมาะสม	4.33	0.58	ดี
6. ความน่าสนใจของเนื้อหา	4.00	1.00	ดี
7. ความถูกต้องของรูปภาพที่ใช้ประกอบ	4.33	0.58	ดี
8. ความถูกต้องเหมาะสมของภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวประกอบเนื้อหา	4.00	1.00	ดี
รวม	4.04	0.42	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.1 แสดงผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ ด้านเนื้อหาประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน พบว่า มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ =4.04, S.D.=0.42) โดยค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{x}$ =4.33) ได้แก่ การลำดับเนื้อหามีความเหมาะสม ความถูกต้องของรูปภาพที่ใช้ประกอบ และค่าเฉลี่ยต่ำสุด ($\bar{x}$ =3.67) ได้แก่ ปริมาณเนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ค.1)

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 3 ท่าน

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. เอกสารมีความน่าสนใจ	4.67	0.58	ดีมาก
2. ความเหมาะสมของภาพที่ใช้เป็นตัว marker	4.67	0.58	ดีมาก
3. ความเหมาะสมของรูปแบบและวิธีการนำเสนอ	4.33	0.58	ดี
4. ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอของแต่ละหัวข้อ	4.67	0.58	ดีมาก
5. การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างสื่อกับผู้เรียน	4.33	0.58	ดี
6. คุณภาพของรูปภาพที่ใช้มีความคมชัด	4.33	0.58	ดี
7. ความสัมพันธ์ระหว่างรูปภาพและคำอธิบาย	5.00	0.00	ดีมาก
8. ความเหมาะสมของรูปภาพที่ใช้	5.00	0.00	ดีมาก
9. ความเหมาะสมของสีใช้ในสื่อการเรียนรู้	5.00	0.00	ดีมาก
10.ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	5.00	0.00	ดีมาก
11. ความชัดเจนของตัวอักษร	5.00	0.00	ดีมาก
12. ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	5.00	0.00	ดีมาก
13. ภาพเคลื่อนไหวสอดคล้องกับเนื้อหา	4.67	0.58	ดีมาก
14. ภาพเคลื่อนไหวมีขนาดเหมาะสม	4.33	0.58	ดี
15. ภาพเคลื่อนไหวมีความคมชัด	4.33	0.58	ดี
16. ความชัดเจนของเสียงบรรยาย	5.00	0.00	ดีมาก
รวม	4.69	0.29	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.2 แสดงผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน พบว่า มีคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ =4.69, S.D.=0.29) โดยค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{x}$ =5.00) ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างรูปภาพและคำอธิบาย ความเหมาะสมของรูปภาพที่ใช้ ความเหมาะสมของสีใช้ในสื่อการเรียนรู้ ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร ความชัดเจนของตัวอักษร ความเหมาะสมของสีตัวอักษร ความชัดเจนของเสียงบรรยาย และค่าเฉลี่ยต่ำสุด ($\bar{x}$ =4.00) ได้แก่ การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างสื่อกับผู้เรียน(รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ค.2)

4.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ

ผู้วิจัยได้นำสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน โดยให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาจากสื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งมีนำเสนอเนื้อหาประกอบด้วย 3 หน่วยการเรียน เมื่อนักศึกษาทำการเรียนเสร็จในแต่ละหน่วยการเรียนแล้ว จะทำแบบทดสอบเรียนท้ายหน่วยการเรียนของทุกหน่วยการเรียน รวมจำนวน 27 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 100 และเมื่อผู้เรียนเรียนครบ 3 หน่วยการเรียนแล้ว มีการให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวมทั้ง 3 หน่วยการเรียน จำนวน 15 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 100

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการวิเคราะห์ด้านประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ยที่ได้	ค่าเฉลี่ย	เกณฑ์ร้อยละ
คะแนนการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน (E_1)	30	27	22.07	81.73	80
คะแนนการทำแบบทดสอบหลังการเรียนเมื่อเรียนครบทั้ง 3 หน่วยการเรียน (E_2)	30	15	12.50	83.33	80

ด้านประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ จากกลุ่มตัวอย่าง 30 คน คะแนนการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน (E_1) กลุ่มตัวอย่างได้คะแนนเฉลี่ย 22.07 คะแนน จากคะแนนเต็ม 27 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ย 81.73 และคะแนนการทำแบบทดสอบหลังการเรียนเมื่อเรียนครบทั้ง 3 หน่วยการเรียน (E_2) กลุ่มตัวอย่างได้คะแนนเฉลี่ย 12.50 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ย 83.33 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ตามเกณฑ์ร้อยละ 80/80 ที่กำหนด (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ช.4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ โดยมีสาระสำคัญในการวิจัย สรุปได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำที่มีคุณภาพ
2. เพื่อหาประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ

5.1.2 สมมติฐานของการวิจัย

1. สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ($\bar{x} \geq 3.50$) ขึ้นไป
2. สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด E_1/E_2 ไม่น้อยกว่า 80/80

5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี จำนวน 120 คน ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาพลังงานที่ยั่งยืน

กลุ่มตัวอย่างทีใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี จำนวน 30 คน ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาพลังงานที่ยั่งยืน ซึ่งใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายโดยการจับสลากรายห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ ประกอบด้วยเนื้อหา ดังนี้ (1) องค์ประกอบโรงไฟฟ้าพลังน้ำ (2) ประเภทของโรงไฟฟ้าพลังน้ำ และเขื่อน และ (3) โรงไฟฟ้าพลังน้ำของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

2. แบบประเมินคุณภาพของ สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ เป็นแบบสอบถามแบบ Linked scale โดยแบ่งออกเป็น 2 ด้าน ประกอบด้วย ด้านเนื้อหา จำนวน 8 ข้อ และ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 16 ข้อ

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อหาประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยแบ่งเป็นแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียน จำนวน 27 ข้อ และแบบทดสอบหลังการเรียนจำนวน 15 ข้อ

5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูลการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ ดังนี้

1. ทำหนังสืออนุญาต และขออนุเคราะห์จากงานบริหารวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถึงคณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

2. กำหนดห้องที่ทำการทดลอง พร้อมแจ้งให้กลุ่มตัวอย่างทราบล่วงหน้าก่อนทำการทดลอง

3. ผู้วิจัยแนะนำขั้นตอนการเรียนพร้อมชี้แจงวัตถุประสงค์ของการใช้บทเรียน

4. ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย

5. ให้นักศึกษาเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ ตามลำดับเนื้อหาของบทเรียนเมื่อเรียนเสร็จในแต่ละบท โดยจะมีแบบทดสอบท้ายแต่ละหน่วยการเรียน

6. เมื่อนักศึกษาใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ ครบทุกหน่วยการเรียนแล้ว นักศึกษาจะต้องทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

7. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ โดยใช้ข้อมูลทางสถิติ E_1/E_2

5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัย ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. วิเคราะห์หาคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ ที่ได้จากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ซึ่งใช้แบบวัดที่กำหนดมาตรส่วนประมาณค่า 5 ระดับตามวิธีการของ Likert's Rating scale

2. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ โดยหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)

5.1.7 สรุปผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ =4.04, S.D.=0.42) และด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ =4.69, S.D.=0.29)

2. ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ จากกลุ่มตัวอย่าง 30 คน คะแนนการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน (E_1) กลุ่มตัวอย่างได้คะแนนเฉลี่ย 22.07 คะแนน จากคะแนนเต็ม 27 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ย 81.73 และคะแนนการทำแบบทดสอบหลังการเรียนเมื่อเรียนครบทั้ง 3 หน่วยการเรียน (E_2) กลุ่มตัวอย่างได้คะแนนเฉลี่ย 12.50 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ย 83.33 มีประสิทธิภาพไม่น้อยกว่า ร้อยละ 80/80 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ สามารถอภิปรายผลการวิจัย ดังนี้

5.2.1 ด้านคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ

ด้านคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ ด้านเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน มีความหมายของระดับคุณภาพอยู่ในระดับที่ดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.04 และแบบประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน มีความหมายของระดับคุณภาพอยู่ในระดับที่ดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.69 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศรัณย์ รินคำ (2548) ที่ทำวิจัยเรื่องบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้าสถิตในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ แสดงว่าสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำที่สร้างขึ้นมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้เชี่ยวชาญ โดยสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป การที่ได้มาของค่าดังกล่าวนั้น เนื่องมาจากความสอดคล้องของการลำดับเนื้อหากับความถูกต้องของรูปภาพที่ใช้ประกอบ ส่วนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พลังน้ำ มีคุณภาพด้านความสัมพันธ์ระหว่างรูปภาพและคำอธิบาย ความเหมาะสมของรูปภาพที่ใช้ ความเหมาะสมของสีใช้ในสื่อการเรียนรู้ ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร ความชัดเจนของตัวอักษร ความเหมาะสมของสีตัวอักษร ความชัดเจนของเสียงบรรยาย และที่สำคัญคือ การได้รับคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ในการออกแบบและสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ จึงทำให้เครื่องมือที่ได้มีคุณภาพต่อการนำไปใช้งาน ส่วนด้านคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ ด้านเนื้อหา ที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด มีค่าเท่ากับ 3.67 ได้แก่ ปริมาณเนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน เนื่องจากผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่ากลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ควรเพิ่มความหลากหลายของการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานน้ำให้เพิ่มขึ้น

5.2.2 ด้านประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ

ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ปรากฏว่าผลจากการเรียนรู้ระหว่างการทำการเรียนกับแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียน และจากการทำแบบทดสอบหลังการเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 81.73/83.33 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ จิระพจน์ ประพิน (2547) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับวิธีการใช้งานชุดฝึกไมโครโปรเซสเซอร์ MCZ- 80/EV ในวิชาไมโครโปรเซสเซอร์ รหัสวิชา 2104-2205 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช. 2546) โดยการทดลองในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำที่สร้างขึ้น มาใช้ในการเรียนการสอนวิชาพลังงานทดแทน ซึ่งสามารถกระตุ้นให้นักศึกษามีความสนใจในการทำการเรียนของแต่ละหน่วยการเรียน และนักศึกษาเกิดการเรียนรู้ด้วยตัวเองจากผลการเรียนที่ได้ ทำให้ผลการเรียนรู้ในครั้งนี้ได้ผลเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งเป็นผลมาจากมีความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์ มีลำดับขั้นในการนำเสนอเนื้อหา มีความถูกต้องของเนื้อหา และมีการเรียงลำดับเนื้อหาได้เหมาะสม ทำให้นักศึกษาได้มีการเรียนรู้ด้วยตัวเองอย่างตามลำดับของหน่วยการเรียน จึงทำให้ประสิทธิภาพของผลการเรียนที่ได้รับในครั้งนี้เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ เอกชัย ศิริเลิศพรรณา และคณะ (2556) ได้ทำการวิจัย การพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโมชั่นทวีน โดยมีค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2=80.40/81.27 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนด และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธรรมนูญ เกษมศรีวิทยา และคณะ (2557) ได้ทำการวิจัย บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการทบทวน เรื่อง การเขียนโปรแกรมภาษาเบสิก สำหรับไมโครคอนโทรเลอร์ พีไอซี โดยมีค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2=83.80/81.10 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. การพัฒนาครั้งต่อไปควรมีการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ ที่มีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งานให้มากขึ้น

2. การพัฒนาครั้งต่อไปอาจมีการใช้เทคโนโลยีในการนำเสนออื่น เช่น Virtual reality หรือ VR

3. พัฒนาให้สามารถใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ ในรูปแบบออฟไลน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กาญจนา วัฒายุ. 2545. การวิจัยเพื่อพัฒนาคุณภาพการศึกษา. กรุงเทพฯ : ธนพรการพิมพ์.

กิดานันท์ มลิทอง. 2543. เทคโนโลยีและนวัตกรรมการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : อรุณการพิมพ์.

จิระพจน์ ประพิน. 2547. "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับวิธีการใช้งานชุดฝึกไมโครเซสร์ MCZ- 80/EV ในวิชาไมโครโปรเซสเซอร์ รหัสวิชา 2104-2205 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช. 2546)" วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2521. การสอนแบบโปรแกรม. กรุงเทพฯ : ยูไนเต็ดโปรดักชั่น.

ไชยยศ เรืองสุวรรณ. 2543. เทคโนโลยีการศึกษาและทฤษฎีและการวิจัย. กรุงเทพ : โอเดียนสโตร์.

ดวงกมล อังอำนวยศิริ. 2559. "สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง การใช้งานมัลติมิเตอร์" วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ธรรมนูญ เกษมศรีวิทยา และคณะ. 2557. บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการทบทวน เรื่อง การเขียนโปรแกรมภาษาเบสิก สำหรับไมโครคอนโทรเลอร์ พีไอซี. วารสารครุศาตร์อุตสาหกรรม. 13(2), 145-152.

น้าทิพย์ วิภาวิน . 2542. ห้องสมุดยุคใหม่กับไอที. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

นิตยา กาญจนะวรรณ. 2535. ภาษาไฮเทค. กรุงเทพฯ : แอด พับลิชชิ่ง.

เนารุ่ง วิชาราช. 2558. "การพัฒนาสื่ออิเล็กทรอนิกส์เรื่องประชาคมอาเซียนด้วยเทคโนโลยีออรัมา.": บทความวิจัยภาควิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจ วิทยาพิชญบัฒบิต มหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2528. การประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา คณะครุศาสตร์. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

ปรัชญานันท์ นิลสุข. 2554. เทคโนโลยีสารสนเทศทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

พนิดา ตันศิริ. 2552 "โลกเสมือนผสานโลกจริง (Augmented reality)." วารสารนักบริหาร มหาวิทยาลัยกรุงเทพ ฉบับที่ 2 เม.ย.-มิ.ย.

พร้อมพรรณ อุดมสิน. 2538. การสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดผลประเมินผล. กรุงเทพมหานคร : ประสานมิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พุทธพงศ์ จิตรปฏิมา. 2542. คอมพิวเตอร์กราฟิกและภาพเคลื่อนไหว.กรุงเทพฯ : สานักพิมพ์นาม มีบุ๊คส์

ไพฑูรย์ ศรีฟ้า. 2555. ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา ม.เกษตรศาสตร์บางเขน สืบค้นจาก http://www.drpaitoon.com/wp-content/Documents/AR/prochure.pdf เมื่อวันที่ 30 พฤศจิกายน 2559

ยืน ภู่วรวรรณ .2545 . พจนานุกรมคอมพิวเตอร์และอิเตอร์เน็ต. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น

รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2538. วิธีวิจัยการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543. เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ สุวีริยาสาส์น.

วิทยา วัณณสุโภประสิทธิ์. “เทคโนโลยีเครื่องจักรกลเสมือน”.วารสารส่งเสริมเทคโนโลยี. ปีที่ 29 ฉบับที่ 162 เม.ย.-พค. 2545 หน้า 73-75. กรุงเทพฯ : ประชุมทองพรินติ้งจำกัด.

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

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2557. “ไฟฟ้าพลังน้ำ Hydro Electricity.” **สารานุกรมพลังงานทดแทน Alternative Energy Encyclopedia.** : 247-266

อาทิตยา บุญเกิด. 2557. การสร้างบทเรียนมัลติมิเดียร่วมกับเทคโนโลยีผสานความจริงวิชาคอมพิวเตอร์ เรื่อง การใช้งานคอมพิวเตอร์ในชีวิตประจำวัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 : วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการเรียนรู้และสื่อสารมวลชน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

อำนาจ ชิดทอง. 2555. “การประยุกต์เทคนิคความเป็นจริงเสริมเพื่อผลิตสื่อการสอนสำหรับโครงสร้างไม้. ” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการจัดการ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อภิชาต อนุกูลเวช และภูวดล บังบางพล. 2556. “องค์ประกอบของการพัฒนาสื่อ AR.” เอกสารประกอบการอบรม เรื่อง การผลิตสื่อดิจิทัสแบบเสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยี AR บนสมาร์ทโฟนและแท็บเล็ตด้วยโปรแกรม Aurasma. การประชุมเชิงปฏิบัติการการดาเนินกิจกรรมบนระบบเครือข่ายสารสนเทศเพื่อการพัฒนาการศึกษา WUNCA ครั้งที่ 27 วิทยาเขตกาญจนบุรี. กาญจนบุรี.มหาวิทยาลัยมหิดล.

เอกชัย ศิริเลิศพรรณนา และคณะ. 2556. การพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวนเรื่อง การเคลื่อนที่แบบโมชั่นทวีน. วารสารครุศาตร์อุตสาหกรรม.12(3), 60-62.

Pantida P. (2012). “Marker-Based Augmented Reality Magic Book for Anatomical

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Education." International Conference on Computer and Communication Technologies (ICCCT'2012). May 26-27, Phuket, Thailand.

Steve C. Y., Gallayanee Y. & Erik J. (2011). "Augmented reality: An overview and five directions for AR in education" Journal of Educational Technology Development and Exchange. Issue 4, Volume 1, 119-140.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ และหนังสือราชการ
ภาคผนวก ข แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
ภาคผนวก ค ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
ภาคผนวก ง แบบประเมินความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
ภาคผนวก จ ผลการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
ภาคผนวก ฉ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ภาคผนวก ช ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ
ภาคผนวก ซ ตัวอย่างสื่อการเรียนรู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ และหนังสือราชการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ
ประเมินและตรวจสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

1. ดร.ราเชณ คณะนา	อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
2. อาจารย์สุริยาวุธ เสาวคนธ์	อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง
3. นายบุญนาค อาทิตย์	วิศวกรระดับ 7 โรงไฟฟ้าเขื่อนแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

1. รศ.ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์	รองศาสตราจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. ดร.อภิชาติ อนุกูลเวช	หัวหน้างานสื่อการเรียนการสอน แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี
3. อาจารย์กรกรต เจริญผล	อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกาศคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

.....

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร ซึ่งได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 21 เมษายน 2560 ให้ดำเนินการดังนี้

นายชาญยุทธ์ อรุณสวัสดิ์ รหัสประจำตัว 57603085 ให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ (Learning Media By Augmented Reality on Hydro Power Plant)" โดยมี ผศ.ดร.ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประกาศ ณ วันที่ 27 เมษายน พ.ศ. 2560

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิติพงศ์ มะโน)
คณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่งคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ที่ 052 /2560
เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบสำรอง ของนายชาญยุทธ์ อรุณสวัสดิ์

เพื่อให้การเรียบเรียงวิทยานิพนธ์ ของนายชาญยุทธ์ อรุณสวัสดิ์ รหัสประจำตัว 57603085 หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและประสิทธิภาพจึงแต่งตั้งคณะกรรมการเพื่อปรึกษาและพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ ดังต่อไปนี้

1. คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ผศ.ดร.ไพบูลย์	พวงวงศ์ตระกูล	อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
รศ.ดร.วิสุทธิ์	สุนทรกนกพงศ์	อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

2. คณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

รศ.ดร.พีระวุฒิ	สุวรรณจันทร์	ประธานกรรมการ	
ผศ.ดร.ไพบูลย์	พวงวงศ์ตระกูล	กรรมการ	
รศ.ดร.วิสุทธิ์	สุนทรกนกพงศ์	กรรมการ	
ผศ.ดร.วินัย	ใจกล้า	กรรมการ	
รศ.ดร.ศุภวัฒน์	ลาวัณย์วิสุทธิ์	กรรมการ	(กรรมการภายนอก)

3. คณะกรรมการสอบสำรอง

ดร.อภิชาติ	อนุกูลเวช	กรรมการ	(อาจารย์บัณฑิตพิเศษ)
รศ.ปิยะ	ศุภวราสุวัฒน์	กรรมการ	(อาจารย์บัณฑิตประจำ)

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ 2 มีนาคม พ.ศ. 2560

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิติพงศ์ มะโน)
คณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 1449

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

24 เมษายน 2560

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบและประเมินคุณภาพของบทเรียนด้านเนื้อหา

เรียน ดร.ราเชณ คณนา

สิ่งที่ส่งมาด้วย บทเรียนด้านเนื้อหา

ด้วย นายชาญยุทธ์ อรุณสวัสดิ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ" โดยมี ผศ.ดร. ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบและประเมินคุณภาพของบทเรียนด้านเนื้อหานี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายชาญยุทธ์ อรุณสวัสดิ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 329-8436
ติดต่อนักศึกษา โทร. 081-941-0328

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 1449

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๖ เมษายน 2560

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบและประเมินคุณภาพของบทเรียนด้านสื่อ

เรียน ดร.อภิชาติ อนุกูลเวช

สิ่งที่ส่งมาด้วย บทเรียนด้านสื่อ

ด้วย นายชาญยุทธ์ อรุณสวัสดิ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ" โดยมี ผศ.ดร. ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบและประเมินคุณภาพของบทเรียนด้านสื่อนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายชาญยุทธ์ อรุณสวัสดิ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 329-8436
ติดต่อนักศึกษา โทร. 081-941-0328

ที่ ศธ 0524.04/ 1449

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๔ เมษายน 2560

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบและประเมินคุณภาพของบทเรียนด้านเนื้อหา

เรียน นายบุญนาค อาทิตย์

สิ่งที่ส่งมาด้วย บทเรียนด้านเนื้อหา

ด้วย นายชาญยุทธ์ อรุณสวัสดิ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ" โดยมี ผศ.ดร. ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบและประเมินคุณภาพของบทเรียนด้านเนื้อหานี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายชาญยุทธ์ อรุณสวัสดิ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 329-8436
ติดต่อนักศึกษา โทร. 081-941-0328

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.3692
ที่ ศธ 0524.04 / 1449 วันที่ 24 เมษายน 2560

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบและประเมินคุณภาพของบทเรียนด้านสื่อ

เรียน รศ.ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์

ด้วย นายชาญยุทธ์ อรุณสวัสดิ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ" โดยมี ผศ.ดร.ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบและประเมินคุณภาพของบทเรียนด้านสื่อนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายชาญยุทธ์ อรุณสวัสดิ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบบทเรียนด้านสื่อมาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 1449

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๙ เมษายน 2560

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบและประเมินคุณภาพของบทเรียนด้านเนื้อหา

เรียน อาจารย์สุริยาวุธ เสาวคนธ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย บทเรียนด้านเนื้อหา

ด้วย นายชาญยุทธ์ อรุณสวัสดิ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ" โดยมี ผศ.ดร. ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบและประเมินคุณภาพของบทเรียนด้านเนื้อหานี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายชาญยุทธ์ อรุณสวัสดิ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 329-8436
ติดต่อนักศึกษา โทร. 081-941-0328

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 1449

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๓ เมษายน 2560

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบและประเมินคุณภาพของบทเรียนด้านสื่อ

เรียน อาจารย์กรกรต เจริญผล

สิ่งที่ส่งมาด้วย บทเรียนด้านสื่อ

ด้วย นายชาญยุทธ์ อรุณสวัสดิ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ" โดยมี ผศ.ดร. ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบและประเมินคุณภาพของบทเรียนด้านสื่อนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายชาญยุทธ์ อรุณสวัสดิ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 329-8436
ติดต่อนักศึกษา โทร. 081-941-0328

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินด้านเนื้อหา
สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ

.....

คำชี้แจง

1. แบบประเมินด้านเนื้อหาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ มีวัตถุประสงค์ในการรวบรวมความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา เกี่ยวกับการประเมินสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ เพื่อนำข้อเสนอแนะเป็นแนวทางในการปรับปรุงให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2. แบบประเมินนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา สอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ เกี่ยวกับสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

3. ค่าระดับความคิดเห็นในแบบประเมินมี 5 ระดับ มีความหมาย ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง ดีมาก

ระดับ 4 หมายถึง ดี

ระดับ 3 หมายถึง ปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง พอใช้

ระดับ 1 หมายถึง ควรปรับปรุง

หมายเหตุ

ขอความกรุณาท่านผู้ทรงคุณวุฒิช่วยให้ข้อเสนอแนะ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุง

ลงชื่อ ..... ผู้วิจัย

(นายชายยุทธ์ อรุณสวัสดิ์)

นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตร ค.อ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินด้านเนื้อหา
สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ

.....

ตอนที่ 1 ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงตามความคิดเห็นของท่าน

ลำดับ	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
		5	4	3	2	1
1	เนื้อหามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์					
2	เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน					
3	เนื้อหามีความถูกต้องและชัดเจน					
4	ปริมาณเนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน					
5	การลำดับเนื้อหามีความเหมาะสม					
6	ความน่าสนใจของเนื้อหา					
7	ความถูกต้องของรูปภาพที่ใช้ประกอบ					
8	ความถูกต้องเหมาะสมของภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวประกอบเนื้อหา					
รวม						

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านด้านเนื้อหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ

.....

คำชี้แจง

1. แบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ มีวัตถุประสงค์ในการรวบรวมความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ เกี่ยวกับประเมินสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ เพื่อนำข้อเสนอแนะเป็นแนวทางในการปรับปรุงให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2. แบบประเมินนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ สอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

3. ค่าระดับความคิดเห็นในแบบประเมินมี 5 ระดับ มีความหมาย ดังนี้

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

หมายเหตุ

ขอความกรุณาท่านผู้ทรงคุณวุฒิช่วยให้ข้อเสนอแนะ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุง

ลงชื่อ ..... ผู้วิจัย

(นายชายยุทธ์ อรุณสวัสดิ์)

นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตร ค.อ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ

ตอนที่ 1 ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงตามความคิดเห็นของท่าน

ลำดับ	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		ดีมาก 5	ดี 4	ปานกลาง 3	พอใช้ 2	ควรปรับปรุง 1
1	ด้านรูปแบบสื่อและการนำเสนอ					
	1.1 เอกสารมีความน่าสนใจ					
	1.2 ความเหมาะสมของภาพที่ใช้เป็นตัว marker					
	1.3 ความเหมาะสมของรูปแบบและวิธีการนำเสนอ					
	1.4 ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอของแต่ละหัวข้อ					
	1.5 การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างสื่อกับผู้เรียน					
2	ด้านรูปภาพประกอบ					
	2.1 คุณภาพของรูปภาพที่ใช้มีความคมชัด					
	2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างรูปภาพและคำอธิบาย					
	2.3 ความเหมาะสมของรูปภาพที่ใช้					
	2.4 ความเหมาะสมของสีใช้ในสื่อการเรียนรู้					
3	ด้านตัวอักษรประกอบ					
	3.1 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร					
	3.2 ความชัดเจนของตัวอักษร					
	3.3 ความเหมาะสมของสีตัวอักษร					
4	ด้านภาพเคลื่อนไหวประกอบสื่อ					
	4.1 ภาพเคลื่อนไหวสอดคล้องกับเนื้อหา					
	4.2 ภาพเคลื่อนไหวมีขนาดเหมาะสม					
	4.3 ภาพเคลื่อนไหวมีความคมชัด					
	4.4 ความชัดเจนของเสียงบรรยาย					
รวม						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบ กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ จากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

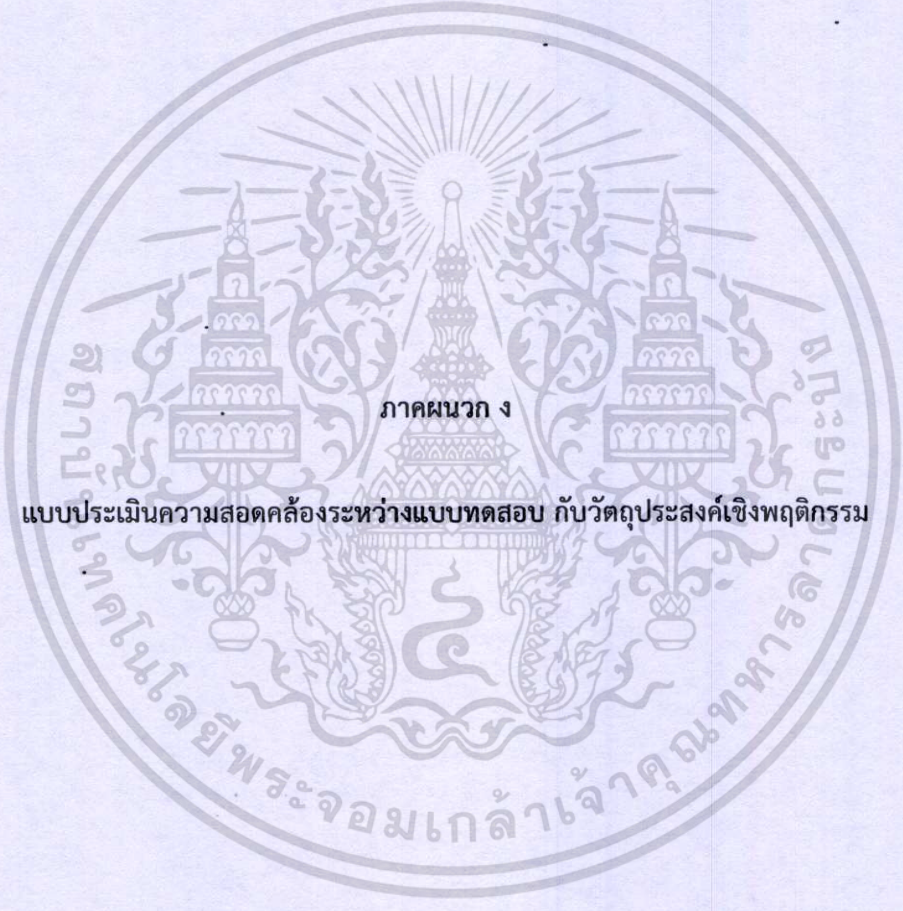
ลำดับ	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					
		ผู้ทรงคุณวุฒิ คนที่			$\bar{x}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
		1	2	3			
1	เนื้อหามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	4	4	4	4.00	0.00	ดี
2	เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	4	4	4	4.00	0.00	ดี
3	เนื้อหามีความถูกต้องและชัดเจน	4	4	4	4.00	0.00	ดี
4	ปริมาณเนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	4	3	4	3.67	0.58	ดี
5	การลำดับเนื้อหามีความเหมาะสม	4	4	5	4.33	0.58	ดี
6	ความน่าสนใจของเนื้อหา	5	3	4	4.00	1.00	ดี
7	ความถูกต้องของรูปภาพที่ใช้ประกอบ	4	4	5	4.33	0.58	ดี
8	ความถูกต้องเหมาะสมของภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวประกอบเนื้อหา	3	5	4	4.00	1.00	ดี
	เฉลี่ยรวมทั้งหมด	4.00	3.88	4.25	4.04	0.42	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ จากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

ลำดับ	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					
		ผู้ทรงคุณวุฒิ คนที่			$\bar{x}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
		1	2	3			
1	ด้านรูปแบบสื่อและการนำเสนอ						
	1.1 เอกสารมีความน่าสนใจ	5	4	5	4.67	0.58	ดีมาก
	1.2 ความเหมาะสมของภาพที่ใช้เป็นตัว marker	5	5	4	4.67	0.58	ดีมาก
	1.3 ความเหมาะสมของรูปแบบและวิธีการนำเสนอ	4	5	4	4.33	0.58	ดี
	1.4 ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอของแต่ละหัวข้อ	5	4	5	4.67	0.58	ดีมาก
	1.5 การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างสื่อกับผู้เรียน	4	4	5	4.33	0.58	ดี
2	ด้านรูปภาพประกอบ						
	2.1 คุณภาพของรูปภาพที่ใช้มีความคมชัด	5	4	4	4.33	0.58	ดี
	2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างรูปภาพและคำอธิบาย	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
	2.3 ความเหมาะสมของรูปภาพที่ใช้	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
	2.4 ความเหมาะสมของสีใช้ในสื่อการเรียนรู้	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
3	ด้านตัวอักษรประกอบ						
	3.1 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
	3.2 ความชัดเจนของตัวอักษร	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
	3.3 ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	5	5	4	4.67	0.58	ดีมาก
4	ด้านภาพเคลื่อนไหวประกอบสื่อ						
	4.1 ภาพเคลื่อนไหวสอดคล้องกับเนื้อหา	5	4	5	4.67	0.58	ดีมาก
	4.2 ภาพเคลื่อนไหวมีขนาดเหมาะสม	5	4	4	4.33	0.58	ดี
	4.3 ภาพเคลื่อนไหวมีความคมชัด	5	4	4	4.33	0.58	ดี
	4.4 ความชัดเจนของเสียงบรรยาย	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
รวม		4.88	4.56	4.63	4.69	0.29	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ง

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบ กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบ กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ

.....

คำชี้แจง

แบบประเมินนี้สร้างขึ้นเพื่อนำมาใช้ในการประเมินความสอดคล้อง ระหว่างข้อคำถามในแบบทดสอบ กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ โดยแต่ละหน่วยการเรียนรู้มีวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ดังนี้

1. องค์ประกอบโรงไฟฟ้าพลังน้ำ
    - 1.1 บอกองค์ประกอบของโรงไฟฟ้าพลังน้ำได้
    - 1.2 บอกหน้าที่องค์ประกอบของโรงไฟฟ้าพลังน้ำได้
    - 1.3 บอกลักษณะการติดตั้งองค์ประกอบต่างๆ ของโรงไฟฟ้าพลังน้ำได้
2. ประเภทของโรงไฟฟ้าพลังน้ำ และเขื่อน
    - 2.1 บอกการทำงานเบื้องต้นของโรงไฟฟ้าพลังน้ำได้
    - 2.2 แยกประเภทของเขื่อนได้
    - 2.3 แยกประเภทของโรงไฟฟ้าพลังน้ำได้
    - 2.4 แยกขนาดของโรงไฟฟ้าพลังน้ำได้
3. โรงไฟฟ้าพลังน้ำของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย
    - 3.1 บอกรายชื่อของโรงไฟฟ้าพลังน้ำและสถานที่ตั้งได้
    - 3.2 บอกกำลังการผลิตของโรงไฟฟ้าพลังน้ำได้
    - 3.3 บอกประเภทของเขื่อนได้

ขอขอบพระคุณท่านที่ได้กรุณาเป็นผู้ทรงคุณวุฒิประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ เป็นอย่างสูง ไว้ ณ โอกาสนี้

ลงชื่อ ..... ผู้วิจัย

(นายชายยุทธ์ อรุณสวัสดิ์)

นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตร ค.อ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
เรื่อง องค์ประกอบโรงไฟฟ้าพลังน้ำ

วิชา พลังงานที่ยั่งยืน หมวดศึกษาทั่วไป ระดับ ปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

==========

คำชี้แจง : โปรดเติมเครื่องหมาย (✓) ในช่องระดับความคิดเห็นของท่านดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

-1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบทดสอบไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
เรื่อง องค์ประกอบโรงไฟฟ้าพลังน้ำ

.....

กรุณาทำเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องเกณฑ์การให้คะแนน

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
1.1 บอกองค์ประกอบของโรงไฟฟ้าพลังน้ำได้	1. ข้อใดไม่ใช่องค์ประกอบของอาคารโรงไฟฟ้า ก. อุปกรณ์ควบคุม ข. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ค. หม้อแปลงไฟฟ้า ง. ลานไกไฟฟ้า			
	2. ข้อใดไม่ใช่ชนิดของกังหันน้ำ ก. กังหันน้ำแบบแรงกระแทก ข. กังหันน้ำแบบแรงแรงโต้ ค. กังหันน้ำแบบแรงส่ง ง. ผิดทุกข้อ			
	3. ข้อใดไม่ใช่กังหันน้ำแบบแรงกระแทก ก. แบบแพลงกิ้ง ข. แบบเทอร์โก ค. แบบเพลตัน ง. แบบแบงกี			
	4. ข้อใดไม่ใช่กังหันน้ำแบบแรงแรงโต้ ก. แบบฟรานซิส ข. แบบเทอไบ ค. แบบคาปลาน ง. แบบเดเรียซ			
	5. สถานีไฟฟ้าย่อยแปลงแรงดันสูง ตั้งอยู่ที่ใด ก. ลานไกไฟฟ้า ข. ห้องควบคุม ค. ห้องแปลงไฟฟ้า ง. ลานกิจกรรม			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
1.2 บอกหน้าที่องค์ประกอบของโรงไฟฟ้าพลังน้ำได้	6. ข้อใดไม่ใช่หน้าที่ของอาคารโรงไฟฟ้า ก. ควบคุมดูแลอุปกรณ์ และระบบการผลิตไฟฟ้า ข. เป็นที่ติดตั้งเสาส่งไฟฟ้า ค. เป็นที่ติดตั้งห้องแปลงไฟฟ้า ง. เป็นที่ติดตั้งเครื่องกังหันน้ำ			
	7. ข้อใดเป็นหน้าที่ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ก. แปลงพลังงานไฟฟ้า เป็นพลังงานกล ข. แปลงพลังงานกล เป็นพลังงานไฟฟ้า ค. แปลงไฟฟ้ากระแสตรง เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ ง. แปลงไฟฟ้ากระแสสลับ เป็นไฟฟ้ากระแสตรง			
	8. ข้อใดเป็นหน้าที่ของกังหันน้ำ ก. เป็นตัวรับแรงจากต้นกำลังส่งต่อไปที่ลานไกไฟฟ้า ข. เป็นตัวรับแรงจากต้นกำลังส่งต่อไปที่หม้อแปลงไฟฟ้า ค. เป็นตัวรับแรงจากต้นกำลังส่งต่อไปที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ง. แปลงแรงดันไฟฟ้าให้เป็นแรงดันสูง			
	9. ข้อใดเป็นหน้าที่ของสถานีไฟฟ้าย่อยแปลงแรงดันสูง ก. สถานที่แปลงแรงดันไฟฟ้าด้วยหม้อแปลงไฟฟ้าให้สูงขึ้น ข. สถานที่แปลงแรงดันไฟฟ้าด้วยหม้อแปลงไฟฟ้าให้ต่ำลง ค. สถานที่ตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ง. สถานที่ตั้งกังหันน้ำ			
1.3 บอกลักษณะการติดตั้งองค์ประกอบต่างๆ ของโรงไฟฟ้าพลังน้ำได้	10. หม้อแปลงไฟฟ้ามีลักษณะการติดตั้งไว้ตำแหน่งใดบ้าง ก. ติดตั้งภายในห้องควบคุม ข. ติดตั้งภายในโรงไฟฟ้า ค. ติดตั้งภายในศูนย์ควบคุมที่ห่างออกไป ง. ถูกทุกข้อ			
	11. กังหันน้ำ ต่อกับอุปกรณ์ใดเพื่อผลิตไฟฟ้า ก. ต่อกับหม้อแปลงไฟฟ้า ข. ต่อกับลานไกไฟฟ้า ค. ต่อกับแกนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ง. ต่อกับเครื่องควบคุมไฟฟ้า			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
1.3 บอกลักษณะการติดตั้งองค์ประกอบต่างๆ ของโรงไฟฟ้าพลังน้ำได้	12. กังหันน้ำแบบแรงกระแทกชนิดใดใช้กับหัวน้ำต่ำ กำลังผลิตน้อย ก. แบบแพลงกิ้ง ข. แบบเทอร์โก ค. แบบเพลตัน ง. แบบแบงกี			
	13. กังหันน้ำแบบแรงกระแทกชนิดใดใช้กับหัวน้ำปานกลาง กำลังผลิตน้อย ความเร็วของน้ำไม่มากนัก ก. แบบแพลงกิ้ง ข. แบบเทอร์โก ค. แบบเพลตัน ง. แบบแบงกี			
	14. กังหันน้ำแบบแรงกระแทกชนิดใด ใช้กับหัวน้ำสูงกำลังผลิตมาก ก. แบบแพลงกิ้ง ข. แบบเทอร์โก ค. แบบเพลตัน ง. แบบแบงกี			
	15. กังหันน้ำแบบแรงแรงโต้ชนิดใด ใช้กับหัวน้ำสูง ก. แบบฟรานซิส ข. แบบเทอไบ ค. แบบคาปลาน ง. แบบเดเรียซ			
	16. กังหันน้ำแบบแรงแรงโต้ชนิดใด ใช้กับหัวน้ำต่ำ ก. แบบฟรานซิส ข. แบบเทอไบ ค. แบบคาปลาน ง. แบบเดเรียซ			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
เรื่อง ประเภทของโรงไฟฟ้าพลังน้ำ และเขื่อน

วิชา พลังงานที่ยั่งยืน หมวดศึกษาทั่วไป ระดับ ปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

==========

คำชี้แจง : โปรดเติมเครื่องหมาย (✓) ในช่องระดับความคิดเห็นของท่านดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

-1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบทดสอบไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
เรื่อง ประเภทของโรงไฟฟ้าพลังน้ำ และเขื่อน

.....

กรุณาทำเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องเกณฑ์การให้คะแนน

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
2.1 บอกการทำงานเบื้องต้นของโรงไฟฟ้าพลังน้ำได้	1. ข้อใดเป็นการเรียงลำดับขั้นตอนการเปลี่ยนพลังงานของโรงไฟฟ้าพลังน้ำได้อย่างถูกต้อง ก. พลังงานจลน์ พลังงานศักดิ์ พลังงานไฟฟ้า พลังงานกล ข. พลังงานศักดิ์ พลังงานกล พลังงานจลน์ พลังงานไฟฟ้า ค. พลังงานศักดิ์ พลังงานจลน์ พลังงานกล พลังงานไฟฟ้า ง. พลังงานศักดิ์ พลังงานจลน์ พลังงานไฟฟ้า พลังงานกล			
	2. ข้อใดเป็นขั้นตอนการทำงานของโรงไฟฟ้าแบบมีอ่างเก็บน้ำ ก. น้ำจากแหล่งเก็บน้ำปล่อยให้ไหลลงไปตามท่อส่งน้ำ แล้วหมุนกังหันน้ำที่ต่อกับแกนเดียวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อผลิตไฟฟ้า ข. น้ำที่ไหลจากแหล่งน้ำธรรมชาติ ปล่อยให้ไหลลงไปตามท่อส่งน้ำ แล้วหมุนกังหันน้ำที่ต่อกับแกนเดียวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อผลิตไฟฟ้า ค. น้ำจากแหล่งเก็บน้ำด้านบนปล่อยให้ไหลลงไปตามท่อส่งน้ำ แล้วหมุนกังหันน้ำที่ต่อกับแกนเดียวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อผลิตไฟฟ้า น้ำที่ผ่านการผลิตไฟฟ้านำเก็บไว้ที่อ่างเก็บน้ำด้านล่าง ง. ไม่มีข้อใดถูก			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา		
		+1.	0	-1
2.1 บอกการทำงานเบื้องต้นของโรงไฟฟ้าพลังน้ำได้	3. ข้อใดเป็นขั้นตอนการทำงานของโรงไฟฟ้าแบบไม่มีอ่างเก็บน้ำ ก. น้ำจากแหล่งเก็บน้ำปล่อยให้ไหลลงไปตามท่อส่งน้ำ แล้วหมุนกังหันน้ำที่ต่อกับแกนเดียวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อผลิตไฟฟ้า ข. น้ำที่ไหลจากแหล่งน้ำธรรมชาติ ปล่อยให้ไหลลงไปตามท่อส่งน้ำ แล้วหมุนกังหันน้ำที่ต่อกับแกนเดียวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อผลิตไฟฟ้า ค. น้ำจากแหล่งเก็บน้ำด้านบนปล่อยให้ไหลลงไปตามท่อส่งน้ำ แล้วหมุนกังหันน้ำที่ต่อกับแกนเดียวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อผลิตไฟฟ้า น้ำที่ผ่านการผลิตไฟฟ้านำเก็บไว้ที่อ่างเก็บน้ำด้านล่าง ง. ไม่มีข้อใดถูก			
	4. ข้อใดเป็นขั้นตอนการทำงานของโรงไฟฟ้าแบบสูบกลับ ก. น้ำจากแหล่งเก็บน้ำปล่อยให้ไหลลงไปตามท่อส่งน้ำ แล้วหมุนกังหันน้ำที่ต่อกับแกนเดียวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อผลิตไฟฟ้า ข. น้ำที่ไหลจากแหล่งน้ำธรรมชาติ ปล่อยให้ไหลลงไปตามท่อส่งน้ำ แล้วหมุนกังหันน้ำที่ต่อกับแกนเดียวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อผลิตไฟฟ้า ค. น้ำจากแหล่งเก็บน้ำด้านบนปล่อยให้ไหลลงไปตามท่อส่งน้ำ แล้วหมุนกังหันน้ำที่ต่อกับแกนเดียวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อผลิตไฟฟ้า น้ำที่ผ่านการผลิตไฟฟ้านำเก็บไว้ที่อ่างเก็บน้ำด้านล่าง ง. ไม่มีข้อใดถูก			
2.2 แยกประเภทของเขื่อนได้	5. ข้อใด ไม่ใช่ประเภทของเขื่อนคอนกรีต ก. เขื่อนคอนกรีตแบบฐานแผ่ ข. เขื่อนคอนกรีตแบบโค้ง ค. เขื่อนคอนกรีตแบบกลวง ง. เขื่อนคอนกรีตแบบรับแรง			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
2.2 แยกประเภทของเขื่อนได้	6. เขื่อนคอนกรีตชนิดใดที่มีลักษณะบางกว่าเขื่อนคอนกรีตชนิดอื่นๆ ก. เขื่อนคอนกรีตแบบฐานแผ่ ข. เขื่อนคอนกรีตแบบโค้ง ค. เขื่อนคอนกรีตแบบกลวง ง. เขื่อนคอนกรีตแบบรับแรง			
	7. ข้อใด ไม่ใช่คุณสมบัติของเขื่อนถม ก. เขื่อนดินถม หรือเขื่อนดิน มีปริมาตรของวัสดุทึบน้ำ (ดิน) มากกว่าร้อยละ 50 ของปริมาตรเขื่อน ข. เขื่อนหินถม หรือเขื่อนหินทิ้ง มีปริมาตรของวัสดุไม่ทึบน้ำ (หิน กรวด ทราย) มากกว่าร้อยละ 50 ของปริมาตรเขื่อน ค. แกนกลางของเขื่อนมักเป็นดินเหนียว ง. ผิวหน้าของเขื่อนนิยมเทคอนกรีต			
	8. ข้อใดบ่งบอกว่าเป็นเขื่อนดิน ก. เขื่อนสร้างจากดินทั้งหมด ข. เขื่อนสร้างจากดินปนคอนกรีต ค. เขื่อนสร้างจากวัสดุไม่ทึบน้ำมากกว่าวัสดุอื่นเกินกว่าร้อยละ 50 ของปริมาตรเขื่อน ง. เขื่อนสร้างจากวัสดุทึบน้ำมากกว่าวัสดุอื่นเกินกว่าร้อยละ 50 ของปริมาตรเขื่อน			
2.3 แยกประเภทของโรงไฟฟ้าพลังน้ำได้	9. ข้อใดไม่ใช่ประเภทของโรงไฟฟ้าแบบมีอ่างเก็บน้ำ ก. โรงไฟฟ้าแบบมีอ่างเก็บน้ำใหญ่ ข. โรงไฟฟ้าแบบมีอ่างเก็บน้ำขนาดกลาง ค. โรงไฟฟ้าแบบมีอ่างเก็บน้ำขนาดเล็ก ง. ผิดทุกข้อ			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
	10. ข้อใดเป็นโรงไฟฟ้าแบบมีอ่างเก็บน้ำ ก. น้ำจากแหล่งเก็บน้ำปล่อยให้ไหลลงไปตามท่อส่งน้ำ แล้วนำไปผลิตไฟฟ้า ข. น้ำที่ไหลจากแหล่งน้ำธรรมชาติ ปล่อยให้ไหลลงไปตามท่อส่งน้ำ เพื่อผลิตไฟฟ้า ค. มีอ่างเก็บน้ำบนและล่าง โดยมีโรงไฟฟ้าเป็นตัวเชื่อม ง. ไม่มีข้อใดถูก			
	11. ข้อใดเป็นโรงไฟฟ้าแบบไม่มีอ่างเก็บน้ำ ก. น้ำจากแหล่งเก็บน้ำปล่อยให้ไหลลงไปตามท่อส่งน้ำ แล้วนำไปผลิตไฟฟ้า ข. น้ำที่ไหลจากแหล่งน้ำธรรมชาติ ปล่อยให้ไหลลงไปตามท่อส่งน้ำ เพื่อผลิตไฟฟ้า ค. มีอ่างเก็บน้ำบนและล่าง โดยมีโรงไฟฟ้าเป็นตัวเชื่อม ง. ไม่มีข้อใดถูก			
	12. ข้อใดเป็นโรงไฟฟ้าแบบสูบกลับ ก. น้ำจากแหล่งเก็บน้ำปล่อยให้ไหลลงไปตามท่อส่งน้ำ แล้วนำไปผลิตไฟฟ้า ข. น้ำที่ไหลจากแหล่งน้ำธรรมชาติ ปล่อยให้ไหลลงไปตามท่อส่งน้ำ เพื่อผลิตไฟฟ้า ค. มีอ่างเก็บน้ำบนและล่าง โดยมีโรงไฟฟ้าเป็นตัวเชื่อม ง. ไม่มีข้อใดถูก			
2.4 แยกขนาดของโรงไฟฟ้าพลังน้ำได้	13. ข้อใดไม่ใช่การแบ่งขนาดของโรงไฟฟ้าพลังน้ำ ก. โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดใหญ่ ข. โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดกลาง ค. โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก ง. โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดจิ๋ว			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา		
		. +1	0	-1
2.4 แยกขนาดของโรงไฟฟ้าพลังน้ำได้	14. ข้อใดใช้เป็นหลักในการแบ่งขนาดของโรงไฟฟ้าพลังน้ำ ก. แบ่งตามขนาดเขื่อน ข. แบ่งตามขนาดหม้อแปลงไฟฟ้า ค. แบ่งตามขนาดกังหันน้ำ ง. แบ่งตามกำลังผลิตไฟฟ้า			
	15. ข้อใดจัดเป็นโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดใหญ่ ก. โรงไฟฟ้ามีเขื่อนขนาดใหญ่ ข. โรงไฟฟ้ามีหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดใหญ่ ค. โรงไฟฟ้ามีกังหันน้ำขนาดใหญ่ ง. กำลังผลิตไฟฟ้ามากกว่า 30 เมกะวัตต์			
	16. โรงไฟฟ้าพลังน้ำมีกำลังผลิตอยู่ระหว่าง 200 กิโลวัตต์ ถึง 30 เมกะวัตต์ จัดเป็นโรงไฟฟ้าขนาดใด ก. โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดใหญ่ ข. โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดกลาง ค. โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก ง. โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดจิ๋ว			
	17. โรงไฟฟ้าพลังน้ำมีกำลังผลิตน้อยกว่า 200 กิโลวัตต์ จัดเป็นโรงไฟฟ้าขนาดใด ก. โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดใหญ่ ข. โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดกลาง ค. โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก ง. โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดจิ๋ว			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

วิชา พลังงานที่ยั่งยืน หมวดศึกษาทั่วไป ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

==========

คำชี้แจง : โปรดเติมเครื่องหมาย (✓) ในช่องระดับความคิดเห็นของท่านดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

-1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบทดสอบไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

.....

กรุณาทำเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องเกณฑ์การให้คะแนน

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
3.1 บอกรายชื่อของโรงไฟฟ้าพลังน้ำและสถานที่ตั้งได้	จากตัวเลือกที่ให้ ใช้ตอบคำถามข้อ 1 – 4 ก. จังหวัดนครราชสีมา ข. จังหวัดตาก ค. จังหวัดอุตรดิตถ์ ง. จังหวัดกาญจนบุรี			
	1. โรงไฟฟ้าลำตะคองชลภาวัฒนา ตั้งอยู่ที่จังหวัดใด ก. จังหวัดนครราชสีมา			
	2. โรงไฟฟ้าเขื่อนศรีนครินทร์ ตั้งอยู่ที่จังหวัดใด ง. จังหวัดกาญจนบุรี			
	3. โรงไฟฟ้าเขื่อนภูมิพล ตั้งอยู่ที่จังหวัดใด ข. จังหวัดตาก			
	4. โรงไฟฟ้าเขื่อนสิริกิติ์ ตั้งอยู่ที่จังหวัดใด ค. จังหวัดอุตรดิตถ์			
	จากตัวเลือกที่ให้ ใช้ตอบคำถามข้อ 5 – 8 ก. จังหวัดยะลา ข. จังหวัดกาญจนบุรี ค. จังหวัดอุบลราชธานี ง. จังหวัดขอนแก่น			
	5. โรงไฟฟ้าเขื่อนอุบลรัตน์ ตั้งอยู่ที่จังหวัดใด ง. จังหวัดขอนแก่น			
	6. โรงไฟฟ้าเขื่อนวชิราลงกรณ ตั้งอยู่ที่จังหวัดใด ข. จังหวัดกาญจนบุรี			
	7. โรงไฟฟ้าเขื่อนบางลาง ตั้งอยู่ที่จังหวัดใด ก. จังหวัดยะลา			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
3.1 บอกรายชื่อของโรงไฟฟ้าพลังน้ำและสถานที่ตั้งได้	จากตัวเลือกที่ให้ ใช้ตอบคำถามข้อ 9 – 12 ก. เขื่อนรัชชประภา ข. เขื่อนจุฬาภรณ์ ค. เขื่อนน้ำพุง ง. เขื่อนแก่งกระจาน			
	8. โรงไฟฟ้าเขื่อนสิรินธร ตั้งอยู่ที่จังหวัดใด ค. จังหวัดอุบลราชธานี			
	9. เขื่อนใดตั้งอยู่ที่จังหวัดชัยภูมิ ข. เขื่อนจุฬาภรณ์			
	10. เขื่อนใดตั้งอยู่ที่จังหวัดสกลนคร ค. เขื่อนน้ำพุง			
	11. เขื่อนใดตั้งอยู่ที่จังหวัดเพชรบุรี ง. เขื่อนแก่งกระจาน			
	12. เขื่อนใดตั้งอยู่ที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี ก. เขื่อนรัชชประภา			
3.2 บอกกำลังการผลิตของโรงไฟฟ้าพลังน้ำได้	จากตัวเลือกที่ให้ ใช้ตอบคำถามข้อ 13 – 16 ก. กำลังผลิตรวม 500,000 กิโลวัตต์ ข. กำลังผลิตรวม 9,000 กิโลวัตต์ ค. กำลังผลิตรวม 720,000 กิโลวัตต์ ง. กำลังผลิตรวม 731,200 กิโลวัตต์			
	13. โรงไฟฟ้าพลังน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล มีกำลังการผลิตเท่าใด ข. กำลังผลิตรวม 9,000 กิโลวัตต์			
	14. โรงไฟฟ้าพลังน้ำเขื่อนศรีนครินทร์ มีกำลังการผลิตเท่าใด ค. กำลังผลิตรวม 720,000 กิโลวัตต์			
	15. โรงไฟฟ้าพลังน้ำเขื่อนภูมิพล มีกำลังการผลิตเท่าใด ง. กำลังผลิตรวม 731,200 กิโลวัตต์			
	16. โรงไฟฟ้าพลังน้ำเขื่อนสิริกิติ์ มีกำลังการผลิตเท่าใด ก. กำลังผลิตรวม 500,000 กิโลวัตต์			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
3.2 บอกกำลังการผลิตของโรงไฟฟ้าพลังน้ำได้	จากตัวเลือกที่ให้ ใช้ตอบคำถามข้อ 17 – 20 ก. กำลังผลิตรวม 36,000 กิโลวัตต์ ข. กำลังผลิตรวม 25,200 กิโลวัตต์ ค. กำลังผลิตรวม 300,000 กิโลวัตต์ ง. กำลังผลิตรวม 72,000 กิโลวัตต์			
	17. โรงไฟฟ้าพลังน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ มีกำลังการผลิตเท่าใด ข. กำลังผลิตรวม 25,200 กิโลวัตต์			
	18. โรงไฟฟ้าพลังน้ำเขื่อนวชิราลงกรณ มีกำลังการผลิตเท่าใด ค. กำลังผลิตรวม 300,000 กิโลวัตต์			
	19. โรงไฟฟ้าพลังน้ำเขื่อนบางลาง มีกำลังการผลิตเท่าใด ง. กำลังผลิตรวม 72,000 กิโลวัตต์			
	20. โรงไฟฟ้าพลังน้ำเขื่อนสิรินธร มีกำลังการผลิตเท่าใด ก. กำลังผลิตรวม 36,000 กิโลวัตต์			
	จากตัวเลือกที่ให้ ใช้ตอบคำถามข้อ 21 – 24 ก. กำลังผลิตรวม 36,000 กิโลวัตต์ ข. กำลังผลิตรวม 6,000 กิโลวัตต์ ค. กำลังผลิตรวม 19,000 กิโลวัตต์ ง. กำลังผลิตรวม 240,000 กิโลวัตต์			
	21. โรงไฟฟ้าพลังน้ำเขื่อนแก่งกระจาน มีกำลังการผลิตเท่าใด ค. กำลังผลิตรวม 19,000 กิโลวัตต์			
	22. โรงไฟฟ้าพลังน้ำเขื่อนรัชชประภา มีกำลังการผลิตเท่าใด ง. กำลังผลิตรวม 240,000 กิโลวัตต์			
	23. โรงไฟฟ้าพลังน้ำเขื่อนสิรินธร มีกำลังการผลิตเท่าใด ก. กำลังผลิตรวม 36,000 กิโลวัตต์			
	24. โรงไฟฟ้าพลังน้ำเขื่อนน้ำพุง มีกำลังการผลิตเท่าใด ข. กำลังผลิตรวม 6,000 กิโลวัตต์			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
3.3 บอกประเภทของเขื่อนได้	25. โรงไฟฟ้าในข้อใด เป็นประเภทเขื่อนหินถม ก. โรงไฟฟ้าลำตะคองชลภาวัฒนา ข. โรงไฟฟ้าเขื่อนภูมิพล ค. โรงไฟฟ้าเขื่อนวชิราลงกรณ ง. โรงไฟฟ้าเขื่อนแก่งกระจาน			
	26. โรงไฟฟ้าในข้อใด เป็นประเภทเขื่อนดินถม ก. โรงไฟฟ้าลำตะคองชลภาวัฒนา ข. โรงไฟฟ้าเขื่อนภูมิพล ค. โรงไฟฟ้าเขื่อนวชิราลงกรณ ง. โรงไฟฟ้าเขื่อนแก่งกระจาน			
	27. โรงไฟฟ้าในข้อใด เป็นประเภทเขื่อนคอนกรีต ก. โรงไฟฟ้าลำตะคองชลภาวัฒนา ข. โรงไฟฟ้าเขื่อนภูมิพล ค. โรงไฟฟ้าเขื่อนวชิราลงกรณ ง. โรงไฟฟ้าเขื่อนแก่งกระจาน			
	28. โรงไฟฟ้าในข้อใด เป็นประเภทเขื่อนหินถม ก. โรงไฟฟ้าเขื่อนสิริกิติ์ ข. โรงไฟฟ้าเขื่อนบางลาง ค. โรงไฟฟ้าเขื่อนสิรินธร ง. โรงไฟฟ้าเขื่อนจุฬาภรณ์			
	29. เขื่อนท่าทุงนา เป็นเขื่อนแบบใด ก. เขื่อนดิน ข. เขื่อนหิน ค. เขื่อนคอนกรีตกราวิตี ง. เขื่อนหิน กับ คอนกรีตกราวิตี			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

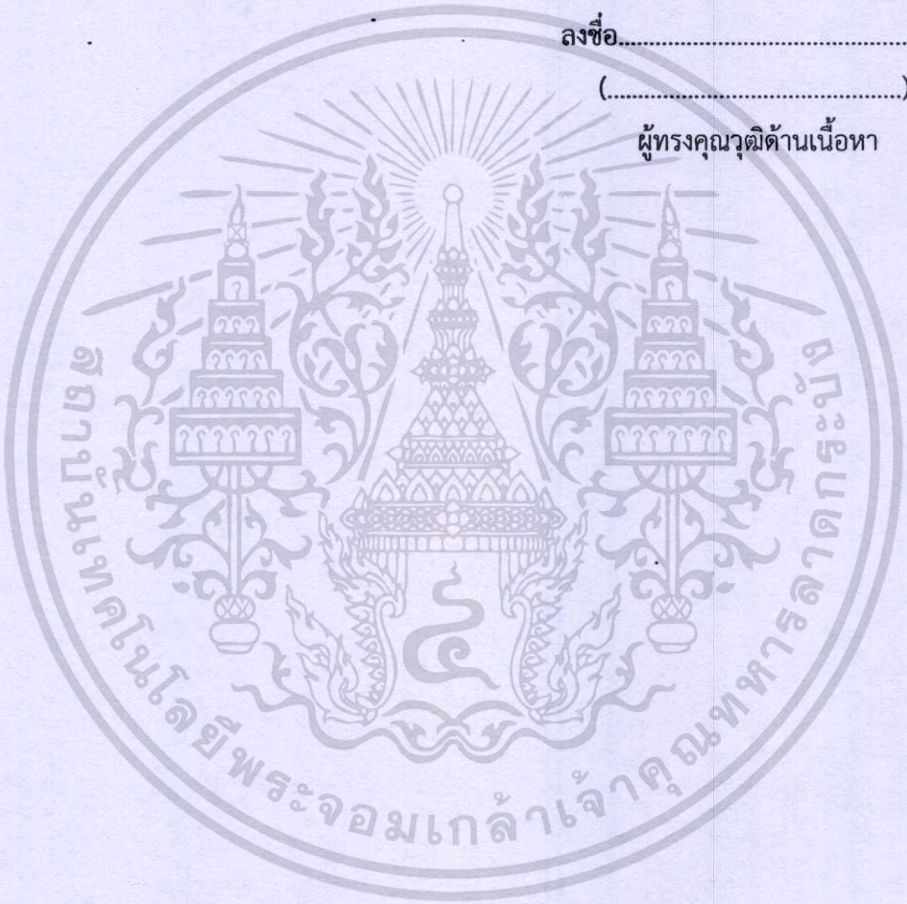
.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

ผลการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.1 ผลการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ข้อที่	ผู้ทรงคุณวุฒิ			ΣR	IOC	ผลการประเมิน
	คนที่1	คนที่2	คนที่3			
1	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
2	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
3	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
4*	1	1	-1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
5	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
6*	1	1	-1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
7*	1	1	-1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
8	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
9*	1	1	-1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
10	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
11*	1	1	-1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
12*	1	1	-1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
13	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
14	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
15	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
16	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
17*	1	1	-1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
18*	1	1	-1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
19	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
20*	1	1	-1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
21	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
22	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
23*	1	1	-1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
24*	0	1	-1	0	0	ไม่สอดคล้อง
25*	1	1	-1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
26	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
27*	1	1	-1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
28*	1	1	-1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
29	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง
30*	1	1	-1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.1 (ต่อ)

ข้อที่	ผู้ทรงคุณวุฒิ			ΣR	IOC	ผลการประเมิน
	คนที่1	คนที่2	คนที่3			
31	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
32	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
33*	1	0	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
34*	1	0	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
35*	1	0	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
36*	1	0	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
37*	1	0	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
38*	1	0	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
39*	1	0	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
40*	1	0	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
41*	1	0	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
42*	1	0	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
43*	1	0	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
44*	1	0	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
45*	1	0	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
46	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
47	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
48	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
49	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
50	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
51*	1	1	-1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
52	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
53*	1	1	-1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
54*	1	1	-1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
55	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
56*	1	1	-1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
57	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
58*	1	1	-1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
59	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
60*	1	1	-1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.1 (ต่อ)

ข้อที่	ผู้ทรงคุณวุฒิ			ΣR	IOC	ผลการประเมิน
	คนที่1	คนที่2	คนที่3			
61	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
62*	1	1	-1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง

จากตารางแสดงผลการหาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) ที่ได้รับการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาจำนวนข้อสอบ 62 ข้อ ได้ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ มีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จำนวน 27 ข้อ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบหาประสิทธิภาพท้ายหน่วยการเรียน
สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ

หน่วยการเรียนที่ 1 องค์ประกอบโรงไฟฟ้าพลังน้ำ

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกเพียงคำตอบเดียว

1. ข้อใดไม่ใช่องค์ประกอบของอาคารโรงไฟฟ้า

ก. อุปกรณ์ควบคุม ข. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ค. หม้อแปลงไฟฟ้า ง. ลานไกไฟฟ้า

2. ข้อใดไม่ใช่ชนิดของกังหันน้ำ

ก. กังหันน้ำแบบแรงกระแทก ข. กังหันน้ำแบบแรงแรงโต้

ค. กังหันน้ำแบบแรงส่ง ง. ผิดทุกข้อ

3. ข้อใดไม่ใช่กังหันน้ำแบบแรงกระแทก

ก. แบบแพลงกิ้ง ข. แบบเทอร์โก ค. แบบเพลตัน ง. แบบแบงกี

5. สถานีไฟฟ้าย่อยแปลงแรงดันสูง ตั้งอยู่ที่ใด

ก. ลานไกไฟฟ้า ข. ห้องควบคุม ค. ห้องแปลงไฟฟ้า ง. ลานกิจกรรม

6. ข้อใดเป็นหน้าที่ของกังหันน้ำ

ก. เป็นตัวรับแรงจากต้นกำลังส่งต่อไปที่ลานไกไฟฟ้า

ข. เป็นตัวรับแรงจากต้นกำลังส่งต่อไปที่หม้อแปลงไฟฟ้า

ค. เป็นตัวรับแรงจากต้นกำลังส่งต่อไปที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ง. แปลงแรงดันไฟฟ้าให้เป็นแรงดันสูง

7. หม้อแปลงไฟฟ้ามีลักษณะการติดตั้งไว้ตำแหน่งใดบ้าง

ก. ติดตั้งภายในห้องควบคุม ข. ติดตั้งภายในโรงไฟฟ้า

ค. ติดตั้งภายในศูนย์ควบคุมที่ห่างออกไป ง. ถูกทุกข้อ

8. กังหันน้ำแบบแรงกระแทกชนิดใดใช้กับหัวน้ำปานกลาง กำลังผลิตน้อย ความเร็วของน้ำไม่มากนัก

ก. แบบแพลงกิ้ง ข. แบบเทอร์โก ค. แบบเพลตัน ง. แบบแบงกี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. กังหันน้ำแบบแรงกระแทกชนิดใด ใช้กับหัวน้ำสูงกำลังผลิตมาก

ก. แบบแพลงกิ้ง ข. แบบเทอร์โก . ค. แบบเพลตัน ง. แบบแบงกี

10. กังหันน้ำแบบแรงแรงโต้ชนิดใด ใช้กับหัวน้ำสูง

ก. แบบฟรานซิส ข. แบบเทอไบ ค. แบบคาปลาน ง. แบบเดเรียซ

หน่วยการเรียนที่ 2 ประเภทของโรงไฟฟ้าพลังน้ำ และเขื่อน

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกเพียงคำตอบเดียว

1. กังหันน้ำแบบแรงแรงโต้ชนิดใด ใช้กับหัวน้ำต่ำ

ก. แบบฟรานซิส ข. แบบเทอไบ ค. แบบคาปลาน ง. แบบเดเรียซ

2. ข้อใดเป็นขั้นตอนการทำงานของโรงไฟฟ้าแบบไม่มีอ่างเก็บน้ำ

ก. น้ำจากแหล่งเก็บน้ำปล่อยให้ไหลลงไปตามท่อส่งน้ำ แล้วหมุนกังหันน้ำที่ต่อกับแกนเดียวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อผลิตไฟฟ้า

ข. น้ำที่ไหลจากแหล่งน้ำธรรมชาติ ปล่อยให้ไหลลงไปตามท่อส่งน้ำ แล้วหมุนกังหันน้ำที่ต่อกับแกนเดียวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อผลิตไฟฟ้า

ค. น้ำจากแหล่งเก็บน้ำด้านบนปล่อยให้ไหลลงไปตามท่อส่งน้ำ แล้วหมุนกังหันน้ำที่ต่อกับแกนเดียวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อผลิตไฟฟ้า น้ำที่ผ่านการผลิตไฟฟ้านำเก็บไว้ที่อ่างเก็บน้ำด้านล่าง

ง. ไม่มีข้อใดถูก

3. ข้อใด ไม่ใช่ประเภทของเขื่อนคอนกรีต

ก. เขื่อนคอนกรีตแบบฐานแผ่ ข. เขื่อนคอนกรีตแบบโค้ง

ค. เขื่อนคอนกรีตแบบกลวง ง. เขื่อนคอนกรีตแบบรับแรง

4. เขื่อนคอนกรีตชนิดใดที่มีลักษณะบางกว่าเขื่อนคอนกรีตชนิดอื่นๆ

ก. เขื่อนคอนกรีตแบบฐานแผ่ ข. เขื่อนคอนกรีตแบบโค้ง

ค. เขื่อนคอนกรีตแบบกลวง ง. เขื่อนคอนกรีตแบบรับแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ข้อใดเป็นโรงไฟฟ้าแบบมีอ่างเก็บน้ำ

ก. น้ำจากแหล่งเก็บน้ำปล่อยให้ไหลลงไปตามท่อส่งน้ำ แล้วนำไปผลิตไฟฟ้า

ข. น้ำที่ไหลจากแหล่งน้ำธรรมชาติ ปล่อยให้ไหลลงไปตามท่อส่งน้ำ เพื่อผลิตไฟฟ้า

ค. มีอ่างเก็บน้ำบนและล่าง โดยมีโรงไฟฟ้าเป็นตัวเชื่อม

ง. ไม่มีข้อใดถูก

6. ข้อใดไม่ใช่การแบ่งขนาดของโรงไฟฟ้าพลังน้ำ

ก. โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดใหญ่ ข. โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดกลาง

ค. โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก ง. โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดจิ๋ว

7. ข้อใดจัดเป็นโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดใหญ่

ก. โรงไฟฟ้ามีเขื่อนขนาดใหญ่ ข. โรงไฟฟ้ามีหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดใหญ่

ค. โรงไฟฟ้ามีกังหันน้ำขนาดใหญ่ ง. กำลังผลิตไฟฟ้ามากกว่า 30 เมกะวัตต์

8. โรงไฟฟ้าพลังน้ำมีกำลังผลิตอยู่ระหว่าง 200 กิโลวัตต์ ถึง 30 เมกะวัตต์ จัดเป็นโรงไฟฟ้าขนาดใด

ก. โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดใหญ่ ข. โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดกลาง

ค. โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก ง. โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดจิ๋ว

หน่วยการเรียนที่ 3 โรงไฟฟ้าพลังน้ำของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกเพียงคำตอบเดียว

1. โรงไฟฟ้าพลังน้ำเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล มีกำลังการผลิตเท่าใด

ก. กำลังผลิตรวม 500,000 กิโลวัตต์ ข. กำลังผลิตรวม 9,000 กิโลวัตต์

ค. กำลังผลิตรวม 720,000 กิโลวัตต์ ง. กำลังผลิตรวม 731,200 กิโลวัตต์

2. โรงไฟฟ้าพลังน้ำเขื่อนศรีนครินทร์ มีกำลังการผลิตเท่าใด

ก. กำลังผลิตรวม 500,000 กิโลวัตต์ ข. กำลังผลิตรวม 9,000 กิโลวัตต์

ค. กำลังผลิตรวม 720,000 กิโลวัตต์ ง. กำลังผลิตรวม 731,200 กิโลวัตต์

3. โรงไฟฟ้าพลังน้ำเขื่อนภูมิพล มีกำลังการผลิตเท่าใด

ก. กำลังผลิตรวม 500,000 กิโลวัตต์ ข. กำลังผลิตรวม 9,000 กิโลวัตต์

ค. กำลังผลิตรวม 720,000 กิโลวัตต์ ง. กำลังผลิตรวม 731,200 กิโลวัตต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. โรงไฟฟ้าพลังน้ำเขื่อนสิริกิติ์ มีกำลังการผลิตเท่าใด

ก. กำลังผลิตรวม 500,000 กิโลวัตต์ ข.. กำลังผลิตรวม 9,000 กิโลวัตต์

ค. กำลังผลิตรวม 720,000 กิโลวัตต์ ง. กำลังผลิตรวม 731,200 กิโลวัตต์

5. โรงไฟฟ้าพลังน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ มีกำลังการผลิตเท่าใด

ก. กำลังผลิตรวม 36,000 กิโลวัตต์ ข. กำลังผลิตรวม 25,200 กิโลวัตต์

ค. กำลังผลิตรวม 300,000 กิโลวัตต์ ง. กำลังผลิตรวม 72,000 กิโลวัตต์

6. โรงไฟฟ้าพลังน้ำเขื่อนบางลาง มีกำลังการผลิตเท่าใด

ก. กำลังผลิตรวม 36,000 กิโลวัตต์ ข. กำลังผลิตรวม 25,200 กิโลวัตต์

ค. กำลังผลิตรวม 300,000 กิโลวัตต์ ง. กำลังผลิตรวม 72,000 กิโลวัตต์

7. โรงไฟฟ้าพลังน้ำเขื่อนน้ำพุง มีกำลังการผลิตเท่าใด

ก. กำลังผลิตรวม 36,000 กิโลวัตต์ ข. กำลังผลิตรวม 6,000 กิโลวัตต์

ค. กำลังผลิตรวม 19,000 กิโลวัตต์ ง. กำลังผลิตรวม 240,000 กิโลวัตต์

8. ข้อใดเป็นเขื่อนดินถม

ก. โรงไฟฟ้าลำตะคองชลภาวัฒนา ข. โรงไฟฟ้าเขื่อนภูมิพล

ค. โรงไฟฟ้าเขื่อนวชิราลงกรณ ง. โรงไฟฟ้าเขื่อนแก่งกระจาน

9. ข้อใดไม่ใช่เขื่อนหินถม

ก. โรงไฟฟ้าเขื่อนสิริกิติ์ ข. โรงไฟฟ้าเขื่อนบางลาง ค. โรงไฟฟ้าเขื่อนสิรินธร ง. โรงไฟฟ้าเขื่อนจุฬาภรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกเพียงคำตอบเดียว

1. ข้อใดไม่ใช่องค์ประกอบของอาคารโรงไฟฟ้า
ก. อุปกรณ์ควบคุม ข. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ค. หม้อแปลงไฟฟ้า ง. ลานไกไฟฟ้า

2. ข้อใดไม่ใช่ชนิดของกังหันน้ำ
ก. กังหันน้ำแบบแรงกระแทก ข. กังหันน้ำแบบแรงแรงโต้
ค. กังหันน้ำแบบแรงส่ง ง. ผิดทุกข้อ

3. สถานีไฟฟ้าย่อยแปลงแรงดันสูง ตั้งอยู่ที่ใด
ก. ลานไกไฟฟ้า ข. ห้องควบคุม ค. ห้องแปลงไฟฟ้า ง. ลานกิจกรรม

4. ข้อใดเป็นหน้าที่ของกังหันน้ำ
ก. เป็นตัวรับแรงจากต้นกำลังส่งต่อไปที่ลานไกไฟฟ้า
ข. เป็นตัวรับแรงจากต้นกำลังส่งต่อไปที่หม้อแปลงไฟฟ้า
ค. เป็นตัวรับแรงจากต้นกำลังส่งต่อไปที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้า
ง. แปลงแรงดันไฟฟ้าให้เป็นแรงดันสูง

5. กังหันน้ำแบบแรงกระแทกชนิดใด ใช้กับหัวน้ำสูงกำลังผลิตมาก
ก. แบบแพลงกิ้ง ข. แบบเทอร์โก ค. แบบเพลตัน ง. แบบแบงกี

6. ข้อใดเป็นขั้นตอนการทำงานของโรงไฟฟ้าแบบไม่มีอ่างเก็บน้ำ
ก. น้ำจากแหล่งเก็บน้ำปล่อยให้ไหลลงไปตามท่อส่งน้ำ แล้วหมุนกังหันน้ำที่ต่อกับแกนเดียวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อผลิตไฟฟ้า
ข. น้ำที่ไหลจากแหล่งน้ำธรรมชาติ ปล่อยให้ไหลลงไปตามท่อส่งน้ำ แล้วหมุนกังหันน้ำที่ต่อกับแกนเดียวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อผลิตไฟฟ้า
ค. น้ำจากแหล่งเก็บน้ำด้านบนปล่อยให้ไหลลงไปตามท่อส่งน้ำ แล้วหมุนกังหันน้ำที่ต่อกับแกนเดียวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อผลิตไฟฟ้า น้ำที่ผ่านการผลิตไฟฟ้านำเก็บไว้ที่อ่างเก็บน้ำด้านล่าง
ง. ไม่มีข้อใดถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. เขื่อนคอนกรีตชนิดใดที่มีลักษณะบางกว่าเขื่อนคอนกรีตชนิดอื่นๆ

ก. เขื่อนคอนกรีตแบบฐานแผ่ ข. เขื่อนคอนกรีตแบบโค้ง

ค. เขื่อนคอนกรีตแบบกลวง ง. เขื่อนคอนกรีตแบบรับแรง

8. ข้อใดเป็นโรงไฟฟ้าแบบมีอ่างเก็บน้ำ

ก. น้ำจากแหล่งเก็บน้ำปล่อยให้ไหลลงไปตามท่อส่งน้ำ แล้วนำไปผลิตไฟฟ้า

ข. น้ำที่ไหลจากแหล่งน้ำธรรมชาติ ปล่อยให้ไหลลงไปตามท่อส่งน้ำ เพื่อผลิตไฟฟ้า

ค. มีอ่างเก็บน้ำบนและล่าง โดยมีโรงไฟฟ้าเป็นตัวเชื่อม

ง. ไม่มีข้อใดถูก

9. ข้อใดจัดเป็นโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดใหญ่

ก. โรงไฟฟ้ามีเขื่อนขนาดใหญ่ ข. โรงไฟฟ้ามีหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดใหญ่

ค. โรงไฟฟ้ามีกังหันน้ำขนาดใหญ่ ง. กำลังผลิตไฟฟ้ามากกว่า 30 เมกะวัตต์

10. โรงไฟฟ้าพลังน้ำมีกำลังผลิตอยู่ระหว่าง 200 กิโลวัตต์ ถึง 30 เมกะวัตต์ จัดเป็นโรงไฟฟ้าขนาดใด

ก. โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดใหญ่ ข. โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดกลาง

ค. โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก ง. โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดจิ๋ว

11. โรงไฟฟ้าพลังน้ำเขื่อนภูมิพล มีกำลังการผลิตเท่าใด

ก. กำลังผลิตรวม 500,000 กิโลวัตต์ ข. กำลังผลิตรวม 9,000 กิโลวัตต์

ค. กำลังผลิตรวม 720,000 กิโลวัตต์ ง. กำลังผลิตรวม 731,200 กิโลวัตต์

12. โรงไฟฟ้าพลังน้ำเขื่อนสิริกิติ์ มีกำลังการผลิตเท่าใด

ก. กำลังผลิตรวม 500,000 กิโลวัตต์ ข. กำลังผลิตรวม 9,000 กิโลวัตต์

ค. กำลังผลิตรวม 720,000 กิโลวัตต์ ง. กำลังผลิตรวม 731,200 กิโลวัตต์

13. ข้อใดเป็นเขื่อนดินถม

ก. โรงไฟฟ้าลำตะคองชลภาวัฒนา ข. โรงไฟฟ้าเขื่อนภูมิพล

ค. โรงไฟฟ้าเขื่อนวชิราลงกรณ ง. โรงไฟฟ้าเขื่อนแก่งกระจาน

14. ข้อใดไม่ใช่เขื่อนหินถม

ก. โรงไฟฟ้าเขื่อนสิริกิติ์ ข. โรงไฟฟ้าเขื่อนบางลาง

ค. โรงไฟฟ้าเขื่อนสิรินธร ง. โรงไฟฟ้าเขื่อนจุฬาภรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ช.1 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ที่ N=30

ข้อที่	กลุ่มเก่ง (R_U)	กลุ่มอ่อน (R_L)	ความยากง่าย (P)	แปลความหมายยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก (D)	แปลความหมายอำนาจจำแนก	ผลการประเมิน
1	11	7	0.67	ค่อนข้างง่าย	0.27	พอใช้ได้	ยอมรับได้
2	5	1	0.22	ค่อนข้างยาก	0.27	พอใช้ได้	ยอมรับได้
3	12	9	0.78	ค่อนข้างง่าย	0.20	พอใช้ได้	ยอมรับได้
4	8	0	0.30	ค่อนข้างยาก	0.53	ดีมาก	ยอมรับได้
5	13	9	0.81	ค่อนข้างง่าย	0.27	พอใช้ได้	ยอมรับได้
6	13	8	0.78	ค่อนข้างง่าย	0.33	พอสมควร	ยอมรับได้
7	14	10	0.89	ค่อนข้างง่าย	0.27	พอใช้ได้	ยอมรับได้
8	14	8	0.81	ค่อนข้างง่าย	0.40	ดีมาก	ยอมรับได้
9	14	10	0.89	ค่อนข้างง่าย	0.27	พอใช้ได้	ยอมรับได้
10	14	7	0.78	ค่อนข้างง่าย	0.47	ดีมาก	ยอมรับได้
11	14	9	0.85	ค่อนข้างง่าย	0.33	พอสมควร	ยอมรับได้
12	12	9	0.78	ค่อนข้างง่าย	0.20	พอใช้ได้	ยอมรับได้
13	14	10	0.89	ค่อนข้างง่าย	0.27	พอใช้ได้	ยอมรับได้
14	12	9	0.78	ค่อนข้างง่าย	0.20	พอใช้ได้	ยอมรับได้
15	12	8	0.74	ค่อนข้างง่าย	0.27	พอใช้ได้	ยอมรับได้
16	13	10	0.85	ค่อนข้างง่าย	0.20	พอใช้ได้	ยอมรับได้
17	11	8	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.20	พอใช้ได้	ยอมรับได้
18	14	8	0.81	ค่อนข้างง่าย	0.40	ดีมาก	ยอมรับได้
19	14	8	0.81	ค่อนข้างง่าย	0.40	ดีมาก	ยอมรับได้
20	14	5	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.60	ดีมาก	ยอมรับได้
21	13	7	0.74	ค่อนข้างง่าย	0.40	ดีมาก	ยอมรับได้
22	13	7	0.74	ค่อนข้างง่าย	0.40	ดีมาก	ยอมรับได้
23	13	6	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.47	ดีมาก	ยอมรับได้
24	13	6	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.47	ดีมาก	ยอมรับได้
25	14	6	0.74	ค่อนข้างง่าย	0.53	ดีมาก	ยอมรับได้
26	12	8	0.74	ค่อนข้างง่าย	0.27	พอใช้ได้	ยอมรับได้
27	11	3	0.52	ยากง่ายพอเหมาะ	0.53	ดีมาก	ยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ช.3 ค่าคะแนนของผู้ทดสอบและค่าคะแนนกำลังสอง เพื่อใช้คำนวณค่าความแปรปรวน

ผู้ทดสอบ	X	X^2
กลุ่มสูงคนที่ 1	26	676
กลุ่มสูงคนที่ 2	26	676
กลุ่มสูงคนที่ 3	24	576
กลุ่มสูงคนที่ 4	24	576
กลุ่มสูงคนที่ 5	23	529
กลุ่มสูงคนที่ 6	23	529
กลุ่มสูงคนที่ 7	23	529
กลุ่มสูงคนที่ 8	23	529
กลุ่มสูงคนที่ 9	22	484
กลุ่มสูงคนที่ 10	22	484
กลุ่มสูงคนที่ 11	22	484
กลุ่มสูงคนที่ 12	22	484
กลุ่มสูงคนที่ 13	21	441
กลุ่มสูงคนที่ 14	19	361
กลุ่มสูงคนที่ 15	17	289
กลุ่มต่ำคนที่ 1	16	256
กลุ่มต่ำคนที่ 2	16	256
กลุ่มต่ำคนที่ 3	16	256
กลุ่มต่ำคนที่ 4	15	225
กลุ่มต่ำคนที่ 5	14	196
กลุ่มต่ำคนที่ 6	14	196
กลุ่มต่ำคนที่ 7	13	169
กลุ่มต่ำคนที่ 8	13	169
กลุ่มต่ำคนที่ 9	12	144
กลุ่มต่ำคนที่ 10	12	144
กลุ่มต่ำคนที่ 11	12	144
กลุ่มต่ำคนที่ 12	12	144
กลุ่มต่ำคนที่ 13	11	121
กลุ่มต่ำคนที่ 14	11	121
กลุ่มต่ำคนที่ 15	9	81
รวม	$\Sigma(X)=533$	$\Sigma(X^2)=10,269$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$S_t^2 = \frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}$$

$$S_t^2 = \frac{(30x10269) - (533)^2}{30(30-1)}$$

$$S_t^2 = \frac{(308070) - (284089)}{870}$$

$$S_t^2 = 27.56$$

การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20

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

$$r_{tt} = \frac{27}{26}\left\{1 - \frac{5.56}{27.56}\right\}$$

$$r_{tt} = 1.04$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ช.4 คะแนนจากการทำแบบทำสอบระหว่างเรียน และหลังเรียน

กลุ่มตัวอย่าง (คนที่)	คะแนนทดสอบ ระหว่างเรียน E_1	คิดเป็น ร้อยละ	คะแนนทดสอบ หลังเรียน E_2	คิดเป็น ร้อยละ
1	24	88.89	15	100.00
2	23	85.19	13	86.67
3	21	77.78	12	80.00
4	22	81.48	10	66.67
5	26	96.30	14	93.33
6	22	81.48	10	66.67
7	23	85.19	15	100.00
8	25	92.59	10	66.67
9	21	77.78	13	86.67
10	19	70.37	10	66.67
11	20	74.07	12	80.00
12	24	88.89	13	86.67
13	23	85.19	14	93.33
14	21	77.78	13	86.67
15	24	88.89	12	80.00
16	21	77.78	12	80.00
17	23	85.19	13	86.67
18	23	85.19	14	93.33
19	22	81.48	13	86.67
20	20	74.07	11	73.33
21	23	85.19	13	86.67
22	24	88.89	12	80.00
23	21	77.78	14	93.33
24	19	70.37	12	80.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ช.4 (ต่อ)

กลุ่มตัวอย่าง (คนที่)	คะแนนทดสอบ ระหว่างเรียน E_1	คิดเป็น ร้อยละ	คะแนนทดสอบ หลังเรียน E_2	คิดเป็น ร้อยละ
25	21	77.78	13	86.67
26	23	85.19	13	86.67
27	20	74.07	10	66.67
28	19	70.37	12	80.00
29	20	74.07	13	86.67
30	25	92.59	14	93.33
ค่าเฉลี่ย	22.07	81.73	12.50	83.33

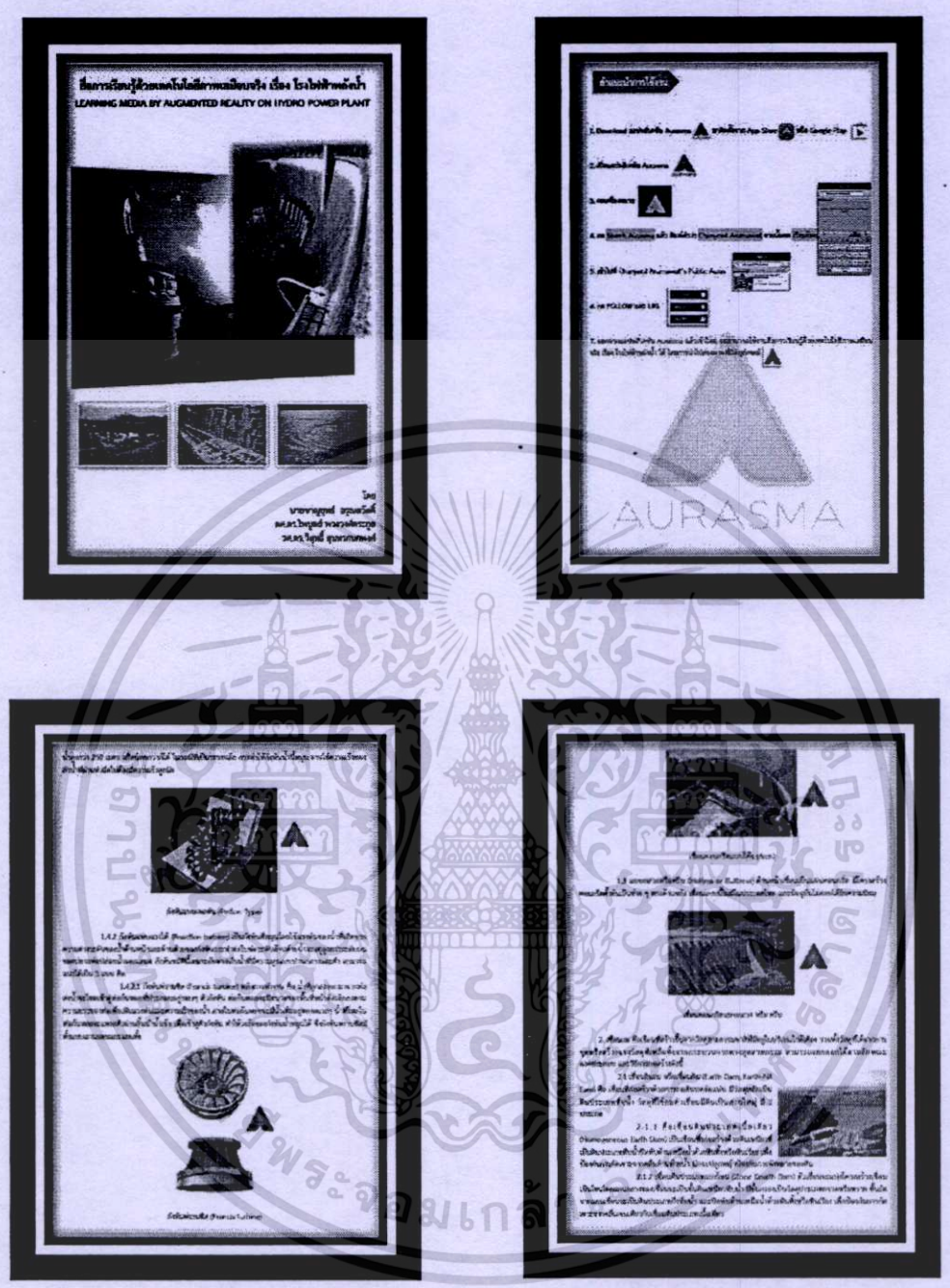
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ซ

ตัวอย่างสื่อการเรียนรู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ซ.1 ปกหน้าและคู่มือของหนังสือเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

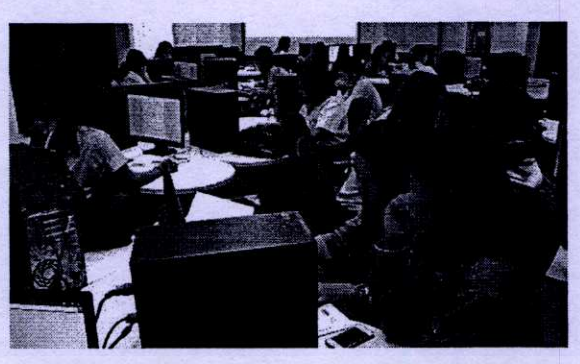
ภาพที่ ช.2 หน้าลิ้งค์แบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียน เทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ

ภาพที่ ช.3 หน้าลิ้งค์แบบทดสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ ช.4 การทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ซ.4 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ–สกุล	นายชาญยุทธ์ อรุณสวัสดิ์
วัน เดือน ปี เกิด	30 ธันวาคม 2522
สถานที่เกิด	จังหวัดเพชรบุรี
ที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 339 หมู่ 1 ตำบลไร่ส้ม อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี 76000
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2540 สำเร็จการศึกษา ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)
	สาขาวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคเพชรบุรี
	ปีการศึกษา 2543 สำเร็จการศึกษา ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)
	สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเพชรบุรี
	ปีการศึกษา 2545 สำเร็จการศึกษา วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.)
	สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม สถาบันราชภัฏเพชรบุรี
	ปีการศึกษา 2559 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต (ค.อ.ม.)
	สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประวัติการทำงาน	พนักงานมหาวิทยาลัยสายวิชาการ ตำแหน่งอาจารย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
	พ.ศ.2547 - 2557
	พนักงานมหาวิทยาลัยสายสนับสนุน ตำแหน่งนักวิชาการศึกษา
	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี พ.ศ.2558 - ปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้