



ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ใบรับรองปริญญาโท

ชื่อหัวข้อ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ 3 มิติ เรื่องการแพร่กระจายและการเดินทางของคลื่น  
The 3 – Dimensional Computer Assisted Instruction on the Wave Radiation and Propagation

ชื่อนักศึกษา 1. นางสาวมะลิ พันอินทร์ รหัสประจำตัว 44035260  
2. นางสาวสุวิมล ชัยวรรณ รหัสประจำตัว 44035272

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมโทรคมนาคม

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.วิสุทธิ อธิพรธรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์สุรสิทธิ์ ราตรี

คณะกรรมการสอบปริญญาโท	ลายมือชื่อ
1. อาจารย์สมชาย หมั่นสายญาติ	
2. อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ	
3. ผศ.วิสุทธิ อธิพรธรรม	
4. อาจารย์สุรพงษ์ สิริพงษ์ศิริ	
5. อาจารย์สุระชัย พิมพ์สาดี	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันจันทร์ที่ 28 เมษายน พ.ศ. 2546 เวลา 14.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.311 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....  
(ผศ.วิสุทธิ อธิพรธรรม)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....



<BT4501132>

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ 3 มิติ เรื่องการแพร่กระจายและการเดินทางของคลื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ปริญญานิพนธ์

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ 3 มิติ  
เรื่องการแพร่กระจายและการเดินทางของคลื่น

THE 3-DIMENSIONAL COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON  
THE WAVE RADIATION AND PROPAGATION



นางสาวมะลิ พันอินทร์  
นางสาวสุวิมล ชัยวรรณ

เลขหม.....  
เลขทะเบียน 48352  
วัน, เดือน, ปี 15 ต.ค. 2546

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

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

611040001

## ปริญญานิพนธ์

เรื่อง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ 3 มิติ เรื่องการแพร่กระจายและการเดินทางของคลื่น  
The 3-Dimensional Computer Assisted Instruction on The Wave Radiation and  
Propagation

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาเนื้อหา เรื่องการแพร่กระจายและการเดินทางของคลื่น, การใช้งาน โปรแกรม Macromedia Authorware version 6 และ โปรแกรม 3 D Studio MAX 4
2. เพื่อออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ 3 มิติ เรื่องการแพร่กระจายและการเดินทางของคลื่น
3. เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ 3 มิติ เรื่องการแพร่กระจายและการเดินทางของคลื่น
4. เพื่อให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบคุณภาพของบทเรียนที่สร้างขึ้นมา
5. เพื่อนำไปใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนใน เรื่องการแพร่กระจายและการเดินทางของคลื่นต่อไป

### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ความรู้เรื่องการแพร่กระจายและการเดินทางของคลื่นเพื่อนำไปสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและได้หลักการใช้งาน โปรแกรม Macromedia Authorware version 6 และ โปรแกรม 3 D Studio MAX 4
2. ได้แบบร่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ 3 มิติ เรื่องการแพร่กระจายและการเดินทางของคลื่น
3. ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ 3 มิติ เรื่องการแพร่กระจายและการเดินทางของคลื่น
4. ได้ผลการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ
5. ได้สื่อการเรียนการสอน เรื่องการแพร่กระจายและการเดินทางของคลื่นที่มีคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ 3 มิติ เรื่องการแพร่กระจายและการเดินทางของคลื่น	
นักศึกษา	นางสาวมะลิ พันอินทร์	
	นางสาวสุวิมล ชัยวรรณ	
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. วิสุทธิ์	อชิพรธรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ดร. สุรสิทธิ์	ราตรี
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม	
ปีการศึกษา	2545	

### บทคัดย่อ

ปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้เสนอการสร้างและหาคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ 3 มิติ เรื่องการแพร่กระจายและการเดินทางของคลื่น ภายในบทเรียนนี้ประกอบด้วย เนื้อหาและแบบทดสอบ เรื่องการแพร่กระจายและการเดินทางของคลื่น ที่สร้างขึ้นโดยใช้โปรแกรม Macromedia Authorware version 6 และ โปรแกรม 3 D Studio MAX 4

คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่านด้านเนื้อหาและผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่านด้านเทคนิคการผลิตสื่อ พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นนี้มีคุณภาพด้านเนื้อหาเฉลี่ยในระดับดี และคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อเฉลี่ยในระดับดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<b>Thesis Title</b>	The 3-Dimensional Computer Assisted Instruction on The Wave Radiation and Propagation	
<b>Students</b>	Miss Mali	Pun-in
	Miss Suwimon	Chaiwan
<b>Advisor</b>	Assist. Prof. Wisuit	Atipornnum
<b>Co-Advisor</b>	Dr. Surasit	Ratree
<b>Education Level</b>	Bachelor of Science in Industrial Education	
<b>Program in</b>	Telecommunication Engineering	
<b>Academic Year</b>	2002	

### ABSTRACT

This thesis presented a development and an evaluation of the 3-Dimensional Computer Assisted Instruction on the Wave Radiation and Propagation. The instruction consisted of the content and the testing items on the wave radiation and propagation subject. The Macromedia Authorware version 6 and 3 D Studio MAX 4 programs were used to develop the instruction.

The quality of the instruction content was evaluated by three experts. Other three experts evaluated the media construction technique of the instruction. The evaluation results showed that the content quality was in the good level and the quality of the construction technique was in the good level.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีเพราะได้รับความกรุณาจากคณาจารย์ภาควิชา  
 วิศวกรรมศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผศ. วิสุทธิ์ อธิพรธรรม อาจารย์ที่ปรึกษา  
 และ ดร. สุรสิทธิ์ ราตรี อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม สำหรับการให้คำปรึกษา คำแนะนำและการช่วยเหลือ  
 รวมทั้งการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ

ขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาตรวจสอบคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย  
 สอนแบบ 3 มิติ เรื่องการแพร่กระจายและการเดินทางของคลื่น อีกทั้งยังให้คำแนะนำ ตรวจสอบแก้ไข  
 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้

ขอขอบคุณห้องสมุดสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ห้องสมุด  
 คณะวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ช่วยอำนวยความสะดวกและเอื้อเพื่อ  
 สถานที่ในการค้นคว้าข้อมูล

และสุดท้ายที่ควรระลึกถึงอย่างยิ่ง คือ บิดาและมารดาที่เป็นผู้ให้ความสนับสนุนด้านการ  
 ศึกษา ค่าใช้จ่ายในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้และเป็นผู้ให้กำลังใจด้วยดีตลอดมาตั้งแต่อดีตจนถึง  
 ปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 ชี้ความสามารถของ โครงการงาน	2
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	4
2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	4
2.2 ประวัติความเป็นมาของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	4
2.3 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	5
2.4 ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	7
2.5 ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	8
2.6 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	9
2.7 การสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	12
2.8 ส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	16
2.9 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	21
2.10 ประเภทของบทเรียน โปรแกรม	25
2.11 ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	27
2.12 โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	30
3.1 การออกแบบบทเรียน	30
3.1.1 การวิเคราะห์เนื้อหา	30
3.1.2 การสร้างสตอรี่บอร์ดของบทเรียน	31
3.2 การสร้างบทเรียน	36
3.3 การเขียน โปรแกรม	38
3.4 การสร้างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	44
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	46
4.1 บทนำ	46
4.2 ผลการทดลอง	46
4.3 วิธีการดำเนินการทดลองหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	53
4.4 ผลการหาคุณภาพของบทเรียนคุณภาพช่วยสอนทั้งด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อ	53
บทที่ 5 บทสรุป	57
5.1 สรุป	57
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข	57
5.3 แนวทางการพัฒนา	58
บรรณานุกรม	59
ภาคผนวก ก คู่มือการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ 3 มิติ	60
ภาคผนวก ข แผนผังการทำงานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ 3 มิติ	71
ภาคผนวก ค แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิทั้งด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อ	73
ภาคผนวก ง รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้งด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อ	78
ภาคผนวก จ แบบทดสอบวัดผลสำหรับวัดผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ เรื่องการแพร่กระจายและการเดินทางของคลื่น	80

เอกสารนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่น ๆ  
 90  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างบทเรียนโปรแกรมแบบเชิงเส้นกับแบบกิ่งสาขา	26
3.1 การสร้างสตอริบอร์ดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบ 3 มิติ เรื่องการแพร่กระจายและการเดินทางของคลื่น	31
4.1 ค่าเฉลี่ยและระดับคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ด้านเนื้อหา) ในหัวข้อย่อยเรื่อง การแพร่กระจายของคลื่น	53
4.2 ค่าเฉลี่ยและระดับคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ด้านเนื้อหา) ในหัวข้อย่อยเรื่อง การเดินทางของคลื่น	54
4.3 ค่าเฉลี่ยและระดับคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ) ในหัวข้อย่อยเรื่อง การแพร่กระจายของคลื่น	55
4.4 ค่าเฉลี่ยและระดับคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ) ในหัวข้อย่อยเรื่อง การเดินทางของคลื่น	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ฟังขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	13
2.2 ส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบที่ 1	17
2.4 วิธีสร้างบทเรียน โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	22
2.5 การแบ่งเนื้อหาออกเป็นส่วนๆ หลังการกำหนดขอบเขตเนื้อหา	23
2.6 โครงสร้างของบทเรียน โปรแกรมแบบเชิงเส้น	25
2.7 โครงสร้างของบทเรียน โปรแกรมแบบกิ่งสาขา	26
3.1 แผนผังขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	37
3.2 Tool Box ของโปรแกรม Authorware	38
3.3 การเข้าโปรแกรม Authorware Version 6	40
3.4 การสร้างชิ้นงานใหม่ ชื่อว่า “เริ่มต้น”	40
3.5 การสร้างชิ้นงานแรกซึ่งแสดงเส้นขอบบนหน้าจอ	41
3.6 หน้าจอ Transition	42
3.7 การสร้างชิ้นงานต่างๆ บนเส้น Flowline	42
3.8 จอภาพแสดงการเข้าสู่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สำเร็จแล้ว	43
3.9 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	45
4.1 การเริ่มเข้าสู่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	46
4.2 หน้าจอชื่อ โครงการงาน	47
4.3 หน้าจอจุดประสงค์รายวิชาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	47
4.4 หน้าจอเมนูหลัก	48
4.5 หน้าจอตัวอย่างแบบทดสอบก่อนเข้าสู่บทเรียน (จากทั้งหมด 20 ข้อ อยู่ในภาค ผนวก จ)	48 46
4.6 ตัวอย่างการสรุปคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบก่อนบทเรียน	49
4.7 การเข้าสู่เนื้อหาในบทนำ	49
4.8 หน้าจอเมนูย่อยของบทเรียนที่ 1 เรื่องการแพร่กระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	50
4.9 การเข้าสู่เนื้อหาในเมนูย่อยของบทเรียนที่ 1	50
4.10 หน้าจอเมนูย่อยของบทเรียนที่ 2 เรื่องการเดินทางของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	51
4.11 การเข้าสู่เนื้อหาในเมนูย่อยของบทเรียนที่ 2	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.12 หน้าจอตัวอย่างแบบทดสอบท้ายบทเรียน (จากทั้งหมด 20 ข้อ อยู่ในภาคผนวก จ)	52
4.13 หน้าจอรายชื่อผู้จัดทำ	52
ก.1 การเริ่มเข้าสู่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	61
ก.2 หน้าข้อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	62
ก.3 หน้าจุดประสงค์รายวิชาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	63
ก.4 หน้าจอเมนูหลัก	64
ก.5 หน้าจอแสดงแบบทดสอบก่อนเข้าสู่บทเรียน	65
ก.6 จอภาพการสรุปผลการทำแบบทดสอบก่อนบทเรียน	65
ก.7 หน้าจอเมนูย่อยของบทเรียนที่ 1 เรื่องการแพร่กระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	66
ก.8 การเข้าสู่เนื้อหาในเมนูย่อยของบทเรียนที่ 1	67
4.9 หน้าจอเมนูย่อยของบทเรียนที่ 2 เรื่องการเดินทางของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	67
ก.10 การเข้าสู่เนื้อหาในเมนูย่อยของบทเรียนที่ 2	68
ก.11 หน้าจอแสดงแบบทดสอบท้ายบทเรียน	69
ก.12 หน้าจอภาพเมื่อออกจากโปรแกรม	70
ข.1 แผนผังการทำงานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในปัจจุบันการเรียนการสอนเกี่ยวกับเรื่องการแพร่กระจายและการเดินทางของคลื่น ซึ่งเป็นพื้นฐานของวิชาวิศวกรรมสายอากาศ ยังขาดสื่อที่มีขีดความสามารถเพียงพอที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในรายวิชาได้อย่างถ่องแท้ อันเนื่องมาจากเราไม่สามารถมองเห็นภาพการเดินทางของคลื่นและการแพร่กระจายของคลื่นได้ ด้วยเหตุนี้เองจึงทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อนกับผู้สอน หรือผู้เรียนเกิดความเข้าใจผิดพลาดขึ้น จึงทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายในเนื้อหาวิชา อีกทั้งยังไม่สามารถทำความเข้าใจกับเนื้อหาได้อย่างถูกต้องอีกด้วย

ดังนั้นจึงเกิดแนวคิดที่จะทำเนื้อหาบทเรียนในรูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction : CAI) เป็นการนำเสนอบทเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ระบบสื่อหลายแบบเป็นบทเรียนที่ทำให้ผู้ศึกษาสะดวก สามารถเรียนรู้และทบทวนด้วยตัวเองโดยใช้คอมพิวเตอร์ เป็นเครื่องมือหรือตัวกลางในการถ่ายทอดความรู้ไปสู่ผู้เรียน ซึ่งซอฟต์แวร์การศึกษา (CAI) บรรจุอยู่ใน ซีดีรอม (CD-ROM) เพื่อให้เหมาะสมกับการศึกษาในยุคปัจจุบัน

การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์มาช่วยในการแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้นให้สามารถแสดงภาพเสมือน โดยเราใช้โปรแกรม 3D Studio MAX 4 เป็นตัวแสดงภาพเสมือนแบบ 3 มิติให้เห็นเป็นภาพเคลื่อนไหว มีคำอธิบายประกอบภาพ มีสีสันทัน และมีแสงประกอบ ซึ่งนอกจากจะช่วยให้นักศึกษาเข้าใจ ถึงหลักการทำงานมากยิ่งขึ้นแล้ว จุดประสงค์อีกอย่างหนึ่ง ก็เพื่อเป็นการกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนหรือนักศึกษาให้เกิดความสนุกสนาน เพลิดเพลินไม่ก่อให้เกิดความเบื่อหน่ายในเนื้อหาที่จะเรียนด้วย

ดังนั้นจึงได้ทำการออกแบบและวางแผนจัดสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ขึ้น เพื่อช่วยเสริมให้นักเรียนนักศึกษาได้มีการเรียนรู้เนื้อหาในเรื่อง การแพร่กระจายและการเดินทางของคลื่นนี้ได้อย่างสมบูรณ์และถูกต้องและสามารถนำโครงการนี้ไปใช้เป็นพื้นฐานประกอบการเรียนการสอนในวิชาวิศวกรรมสายอากาศ ในสาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์ วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.2 ขีดความสามารถของโครงการ

โครงการนี้มีขีดความสามารถดังนี้

1. เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ 3 มิติที่มีคุณภาพ
2. ครอบคลุมเนื้อหา เรื่องการแพร่กระจายและการเดินทางของคลื่น ซึ่งเป็นพื้นฐานของวิชา วิศวกรรมสายอากาศ ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม และเอกสารประกอบการสอนเรื่องการแพร่กระจายและการเดินทางของคลื่น
3. มีแบบทดสอบแบบสุ่ม เรื่องการแพร่กระจายและการเดินทางของคลื่น
  - 3.1 แบบปรนัย 4 ตัวเลือก
  - 3.2 ข้อสอบทั้งหมดมี 20 ข้อ
  - 3.3 ข้อสอบใช้ทดสอบทั้งก่อนเข้าสู่บทเรียนและหลังบทเรียน
4. มีเสียงบรรยาย และเสียงดนตรีประกอบ

## 1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษาและทำความเข้าใจ ในแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปฏิญานิพนธ์ ขีดความสามารถของโครงการ และเนื้อหาในบทต่างๆ พอสังเขป

บทที่ 2 ประกอบด้วย ทฤษฎีและหลักการ กล่าวถึงการอธิบายถึงประวัติ ความหมาย ประเภท การสร้าง การพัฒนาและประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทที่ 3 กล่าวถึงเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ การสร้าง และการทดลอง เป็นการอธิบายถึงขั้นตอนวิธีการในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การแบ่งเนื้อหาเพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และวิธีการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทที่ 4 ประกอบด้วย การทดลองและผลการทดลอง เป็นการกล่าวถึงวิธีการดำเนินการทดลอง การเก็บข้อมูล การหาประสิทธิภาพและการวิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้

บทที่ 5 เป็นการสรุปผลการจัดทำโครงการ ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางในการแก้ไข รวมทั้งแนวทางในการพัฒนา

ภาคผนวก ก คู่มือการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ 3 มิติ

ภาคผนวก ข แผนผังการทำงานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ 3 มิติ

ภาคผนวก ค แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูผู้ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ทั้งด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้งด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อ

ภาคผนวก จ แบบทดสอบวัดผลสำหรับวัดผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ เรื่องการแพร่กระจาย และการเดินทางของคลื่น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและหลักการ

#### 2.1 บทนำ

เนื้อหาของปริญญาณิพนธ์ในบทนี้เป็นทฤษฎีและหลักการที่นำมาใช้ประกอบการสร้างโครงงาน โดยประกอบด้วย ประวัติความเป็นมา ความหมาย ประเภทการสร้าง และประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รวมทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะได้อธิบายถึงดังต่อไปนี้

#### 2.2 ประวัติความเป็นมาของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประวัติความเป็นมากว่า 30 ปีแล้ว เริ่มต้นในประเทศสหรัฐอเมริกา ตั้งแต่ช่วงต้นทศวรรษที่ 1960 เป็นต้นมา นับตั้งแต่นั้นก็ได้เกิดพัฒนาการของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและแนวคิดในการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ในโรงเรียนอย่างต่อเนื่อง หลังจากนั้นไม่นานแนวความคิดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้เริ่มขึ้นด้วยวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนที่ไม่ทันคนอื่นในชั้นเรียนได้มีโอกาสที่จะเรียนซ่อมเสริมนอกเวลากับการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์

วิวัฒนาการของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีลำดับดังนี้

ปี ค.ศ. 1950 ศูนย์วิจัยของ IBM ได้ริเริ่มนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อใช้กับงานวิจัยด้านจิตวิทยานับว่าเป็นการบุกเบิกด้านนี้เป็นแห่งแรก

ปี ค.ศ. 1958 มหาวิทยาลัย Florida ได้พัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อใช้ทบทวนวิชาฟิสิกส์และสถิติพร้อมกับมหาวิทยาลัย Stanford ได้นำคอมพิวเตอร์มาช่วยสอนวิชาภาษาอังกฤษและคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา

ปี ค.ศ. 1960 มหาวิทยาลัย Illinois ได้จัดทำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในสาขาวิชาจิตวิทยาการศึกษา และด้านวิทยาศาสตร์โดยตั้งชื่อว่า PLATO CAI (Programmed Learning for Automated Teaching Operations CAI)

ต่อมาเมื่อคอมพิวเตอร์แพร่หลายมากขึ้นได้มีการส่งเสริมและพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมากขึ้น ในปี ค.ศ. 1967 มีบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำหน่ายมากกว่า 1500 เรื่อง

ปี ค.ศ. 1970 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้เริ่มแพร่หลายในทวีปยุโรป องค์กร French National Experiment in Educational computing ของฝรั่งเศสได้เริ่มพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับผู้สอนในระดับมัธยมศึกษาพร้อมๆ กับประเทศอังกฤษได้ริเริ่มโครงการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมากกว่า 35 โครงการ

ปี ค.ศ. 1971 มหาวิทยาลัย Brigham Young ร่วมกับมหาวิทยาลัย Texas ได้พัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับมินิคอมพิวเตอร์โดยผสมผสานกับโทรทัศน์เพื่อสอนวิชาภาษาอังกฤษและคณิตศาสตร์โดยตั้งชื่อว่า TICCIT (Time Shared Interactive Computer Controlled Information Television) นับว่าเป็นโปรแกรมที่ประสบความสำเร็จพอสมควร

ประเทศอื่นๆ นอกจากสหรัฐอเมริกาที่สนใจการทำคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ก็มีเช่น อังกฤษ แคนาดา และญี่ปุ่น คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในประเทศยุโรปมักจะเป็นที่รู้จักกันในชื่อว่า ซีเอแอล (CAL ซึ่งย่อมาจาก Computer Assisted Learning) หรือซีบีไอ (Computer Based Instruction : CBI) โดยทั่วไปแล้ว ซีเอไอ ซีบีไอ และซีเอแอล ก็มีความหมายเหมือนกันนั่นเอง ในประเทศญี่ปุ่นซึ่งมีการใช้ซีเอไอกันอย่างจริงจังถึงระดับโรงเรียนมัธยมศึกษา โดยนักวิชาการจากมหาวิทยาลัยต่างๆ เช่น มหาวิทยาลัยโอซาก้าและมหาวิทยาลัยฮอกไกโดได้มีการทำการวิจัยกันอย่างต่อเนื่อง สำหรับในประเทศไทยแนวคิดในการทำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเข้าไปใช้ในโรงเรียนได้เริ่มมาตั้งแต่ช่วงระหว่าง พ.ศ. 2525-2530

ปัจจุบันคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้มีบทบาทสำคัญต่อการเรียนการสอนทั้งในห้องเรียนและการฝึกอบรมในสถานประกอบการ โดยเฉพาะเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันสามารถประยุกต์ใช้งานได้ทั้งภาพ เสียง การโต้ตอบ ในลักษณะสื่อประสม (Multi Media) ทำให้แนวโน้มของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถแสดงบทบาทในการประยุกต์ใช้งานได้อย่างเต็มที่

## 2.3 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือที่เรียกกันว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือบทเรียนซีเอไอ (Computer Assisted Instruction) เนื่องจากพัฒนาการของการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนเป็นไปอย่างรวดเร็วและแพร่หลายในสถาบันต่างๆ จึงทำให้มีการบัญญัติศัพท์ขึ้นมาใช้เรียกแตกต่างกันไป เช่น Automated Teaching, Computer Administered Instruction, Computer Aided Instruction, Computer Aided Teaching, Computer Assisted Education, Computer Assisted Learning และ Computer Managed Instruction เป็นต้น

ในปัจจุบันก็ยังคงใช้ศัพท์นี้ปะปนกันอยู่ แต่อาจตั้งข้อสังเกตได้ว่านักวิชาการส่วนใหญ่ทางประเทศสหรัฐอเมริกานิยมใช้คำว่า Computer Assisted Instruction (CAI) ส่วนทางประเทศอังกฤษและภาคพื้นยุโรปจะนิยมใช้คำว่า Computer Assisted Learning (CAL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง วิธีการเรียนซึ่งใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อในการเสนอเนื้อหาด้วย บทเรียน โปรแกรมที่เตรียมไว้อย่างเหมาะสมเป็นการเรียนโดยตรงและเป็นการเรียนการสอน (สมชาย, 2521 : 41) โปรแกรมสำหรับการเรียนการสอนมักจะบรรจุเนื้อหาเกี่ยวกับที่ครูจะสอน แต่แทนที่ครูจะเสนอเนื้อหาด้วยตัวเอง ครูก็บรรจุเนื้อหาเหล่านั้นไว้ในโปรแกรมและนักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นผู้ถ่ายทอดวิชาแทนครู (ผดุง, 2527 : 41)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่บรรจุคำสั่งต่างๆ ไว้ล่วงหน้าที่เป็นประโยชน์ทั้งระบบภาพและระบบเสียง ซึ่งมีเนื้อหามากมายสำหรับการสอนในเรื่องหนึ่งและยังสามารถตอบคำถามให้กับผู้เรียนได้ทันทีเมื่อผู้เรียนเกิดความไม่เข้าใจในเนื้อหาสะดวกในการแก้ไขข้อผิดพลาดของการเรียนแต่ละครั้งแต่ละปัญหา สามารถเข้าไปเลือกในส่วนของเนื้อหาที่ต้องการศึกษาได้โดยตรง ส่วนผลการเรียนก็ยังสามารถบันทึกไว้ได้และสามารถวัดผลการเรียนได้โดยการทำแบบทดสอบที่ได้จัดทำไว้ในส่วนของคำสั่งแล้วนำผลการทำแบบฝึกหัดที่ได้ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งในส่วนของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคำสั่งที่ใช้ในการคำนวณ (ประหยัด, 2529 : 12)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยครูในการเรียนการสอน โดยนักเรียนรู้เนื้อหาบทเรียนและฝึกทักษะจากคอมพิวเตอร์แทนที่จะเรียนจากครูในบางวิชา บทเรียนของการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์จะดำเนินไปอย่างเป็นระบบคอมพิวเตอร์จะสามารถชี้ที่ผิดของนักเรียนได้ เมื่อนักเรียนกระทำผิดขึ้นตอนและคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังเป็นเครื่องมือที่จะช่วยสนองความแตกต่างของความสามารถระหว่างบุคคลของนักเรียนได้อีกด้วย (นุชนาฎ, 2529 : 12)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้เอาเนื้อหาและลำดับวิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ โดยคอมพิวเตอร์จะช่วยนำบทเรียนที่เตรียมไว้และลำดับวิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ คอมพิวเตอร์จะช่วยนำบทเรียนที่เตรียมไว้อย่างมีระบบมาเสนอให้ในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนแต่ละคน (ชิน, 2531 : 1)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อการสอนที่เป็นเทคโนโลยีระดับสูง เมื่อมีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นจะทำให้การเรียนการสอนมีการโต้ตอบกันได้ในระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่นเดียวกับการเรียนการสอนระหว่างครูกับนักเรียนที่อยู่ในห้องเรียนตามปกติ นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ยังมีความสามารถในการตอบสนอง (กิดานันท์, 2531 : 1)

จากความหมายดังกล่าวมาแล้วพอสรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง วิธีการที่ทำให้กระบวนการเรียนการสอนดำเนินการก้าวไปโดยการใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์เป็นการเรียนแบบรายบุคคล ซึ่งผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองจากคอมพิวเตอร์มีการปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน เป็นการสื่อความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ในวงกว้าง  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายแบบสองทาง มีการแจ้งผลของการโต้ตอบให้ทราบทันทีรวมทั้งมีการเสริมแรงด้วย การเสนอเนื้อหาของบทเรียนจะอยู่ในรูปของโปรแกรมบทเรียนซึ่งได้รับการพัฒนาขึ้นอย่างมีระบบ

## 2.4 ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่นำมาใช้ในปัจจุบันมีอยู่มากมายหลายรูปแบบ นักวิชาการและนักการศึกษา ทั้งในประเทศและต่างประเทศได้จัดแบ่งประเภทตามลักษณะการใช้ดังนี้

### 2.4.1 คอมพิวเตอร์ใช้เพื่อการสอน (Tutoring)

เป็นโปรแกรมที่สร้างขึ้นในลักษณะของบทเรียนที่ลอกเลียนแบบ การสอนของครู กล่าวคือ มีบทนำ มีคำบรรยาย ซึ่งประกอบด้วยทฤษฎี กฎเกณฑ์ แนวคิดที่สอนหลังจากที่นักเรียนได้ศึกษาแล้ว ก็มีคำถาม (Question) เพื่อใช้ในการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนมีการป้อนกลับ ตลอดจนมีการเสริมแรงและสามารถให้นักเรียนย้อนกลับไปเรียนบทเรียนเดิมได้หรือข้ามบทเรียนที่ได้เรียนรู้แล้วได้ นอกจากนี้ยังสามารถบันทึกการเรียนของนักเรียนไว้ได้ เพื่อให้ครูนำข้อมูลการเรียนของแต่ละคนกลับไปแก้ไขนักเรียนบางคนได้

### 2.4.2 คอมพิวเตอร์ใช้เพื่อการฝึก (Drill and Practice)

แบบฝึกส่วนใหญ่ใช้เพื่อเสริมทักษะเมื่อครูได้สอน บทเรียนบางอย่างไปแล้ว จุดมุ่งหมายเพื่อฝึกหัดกับคอมพิวเตอร์เพื่อวัดระดับหรือให้ฝึกจนถึงระดับที่ยอมรับได้ บทเรียนประเภทนี้จึงประกอบด้วยคำถามและคำตอบ การเตรียมคำถามต้องเตรียมไว้มากๆ ซึ่งผู้เรียนควรได้สุ่มขึ้นมาฝึกเองได้ สิ่งสำคัญของการฝึกคือต้องกระตุ้นให้นักเรียนอยากทำและตื่นตัวกับการทำแบบฝึกหัดนั้น ซึ่งอาจมีภาพเคลื่อนไหว คำพูดโต้ตอบ มีการแข่งขัน เช่น จับเวลาหรือสร้างรูปแบบที่ท้าทายความสามารถในการคิดและการแก้ปัญหา

### 2.4.3 คอมพิวเตอร์ใช้เพื่อสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation)

โปรแกรมประเภทนี้เป็นโปรแกรมที่ใช้จำลองสถานการณ์ให้ใกล้เคียงกับสถานการณ์ในชีวิตจริงของนักเรียนโดยมีเหตุการณ์สมมติต่างๆ อยู่ในโปรแกรมและผู้เรียนสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงหรือจัดกระทำได้สามารถมีการโต้ตอบและมีวัดแปรหรือทางเลือกหลายๆ ทาง การสร้างสถานการณ์จำลองขึ้นเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ เมื่อสถานการณ์จริงไม่สามารถทำได้ เช่น การเคลื่อนที่ของลูกปืน การเดินทางของแสงการหักเหของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหรือการทำปฏิกิริยาทางเคมีที่อาจเกิดการระเบิดขึ้นหรือการเจริญเติบโตนี้ใช้เวลานานหลายวัน การใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองจึงมีความจำเป็นอย่างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 2.4.4 คอมพิวเตอร์ใช้เพื่อเป็นเกมในการเรียนการสอน

โปรแกรมประเภทนี้นับเป็นแบบพิเศษของแบบจำลองสถานการณ์ โดยมีการแข่งขันเป็นหลักซึ่งสามารถเล่นได้คนเดียวหรือหลายคนก่อให้เกิดการแข่งขันและร่วมมือกัน ก่อให้เกิดการเรียนรู้ได้มากโดยการเพิ่มคุณค่าทางการศึกษาจูงใจความหมาย เนื้อหาและกระบวนการที่เหมาะสม

#### 2.4.5 คอมพิวเตอร์ใช้เพื่อการทดสอบ (Testing)

เป็นโปรแกรมที่ใช้รวมแบบทดสอบไว้และสุ่มข้อสอบตามจำนวนที่ต้องการ โดยที่ข้อสอบเหล่านั้นผ่านการสร้างมาอย่างมีความเชื่อถือได้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โปรแกรมมีการตรวจข้อสอบให้คะแนน วิเคราะห์ และประเมินผลให้ผู้สอบได้ทราบทันที

#### 2.4.6 คอมพิวเตอร์ใช้เพื่อการไต่ถามข้อมูล (Inquiry)

เป็นโปรแกรมที่ช่วยในการค้นหาข้อเท็จจริงหรือข่าวสารที่เป็นประโยชน์ในตัวคอมพิวเตอร์แบบนี้จะมีแหล่งเก็บข้อมูลที่เป็นประโยชน์ ซึ่งสามารถแสดงได้ทันทีเมื่อผู้เรียนต้องการด้วยระบบง่ายๆ ที่ผู้เรียนสามารถทำได้เพียงแต่กดหมายเลขหรือใส่รหัสซึ่งทำให้คอมพิวเตอร์แสดงข้อมูลที่ต้องการไต่ถามได้ตามต้องการนอกจากนี้ยังนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในลักษณะอื่นๆ เช่น การนำเสนอประกอบการสอน การใช้เพื่อฝึกแก้ปัญหาการสาธิต เป็นต้น

### 2.5 ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเป็นบทเรียนที่ช่วยการเรียนการสอนและมีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยจัดบทเรียนให้เป็นระบบและเหมาะสมกับนักเรียนแต่ละคน โดยมีคุณลักษณะที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 6 ประการ ได้แก่

#### 2.5.1 สารสนเทศ

สารสนเทศ (Information) หมายถึง เนื้อหาสาระที่ได้รับการเรียบเรียงทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ หรือได้รับทักษะอย่างหนึ่งอย่างใดตามที่ผู้สร้างได้กำหนดวัตถุประสงค์ไว้ การนำเสนออาจเป็นไปในลักษณะทางตรงหรือทางอ้อมก็ได้ ทางตรงได้แก่ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทติวเตอร์ เช่น การอ่าน จำ ทำความเข้าใจ ฝึกฝน ตัวอย่างการนำเสนอในทางอ้อมได้แก่ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกมและการจำลอง

#### 2.5.2 ความแตกต่างระหว่างบุคคล

การตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individualization) คือลักษณะสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน บุคคลแต่ละบุคคลมีความแตกต่างกันทางการเรียนรู้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สื่อประเภทหนึ่งจึงต้องได้รับการออกแบบให้มีลักษณะที่ตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคลให้มากที่สุด

### 2.5.3 การโต้ตอบ

การโต้ตอบ (Interaction) คือ การมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การเรียน การสอนรูปแบบที่ดีที่สุดคือเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนให้มากที่สุด

### 2.5.4 การให้ผลป้อนกลับโดยทันที

ผลป้อนกลับ(Immediate Feedback) หรือการให้คำตอบนี้ถือเป็นการเสริมแรงอย่างหนึ่ง การให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียนในทันทีหมายถึงรวมไปถึงการที่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สมบูรณ์จะต้องมีการทดสอบหรือประเมินความเข้าใจของผู้เรียนในเนื้อหาหรือทักษะต่างๆ ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

โดยสรุป ลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ การนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน การทบทวน การทำแบบฝึกหัด ตลอดจนการวัดผลการเรียน นักเรียนแต่ละคนจะได้นั่งหน้าจอคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่อง โดยทำการเรียกโปรแกรมสำเร็จรูปที่จัดเตรียมไว้สำหรับการเรียนการสอนวิชานั้นๆ ขึ้นมาบนจอภาพ โดยจอภาพจะแสดงเรื่องราวเป็นคำอธิบาย เป็นบทเรียนหรือเป็นการแสดงรูปภาพ ซึ่งผู้เรียนจะต้องอ่านดูโดยแต่ละคนจะใช้เวลาทำความเข้าใจไม่เท่ากันรอกจนกว่าจะพร้อมแล้วก็สั่งคอมพิวเตอร์ว่าต้องการทำต่อ โดยคอมพิวเตอร์อาจให้ทำต่อหรืออาจทดสอบความรู้ด้วยการป้อนคำถามซึ่งอาจจะเป็นทั้งแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบเลย ส่วนมากแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบจะเป็นแบบอัตโนมัติหรือปรนัย เมื่อทำเสร็จแล้วคอมพิวเตอร์จะตรวจให้ทันที มีการชมเชยและการให้กำลังใจด้วยถ้าทำถูก ถ้าทำผิดจะสั่งให้กลับไปทำใหม่ เป็นต้น หลังจากนั้นจะแสดงให้เห็นทราบว่า ทำถูกกี่ข้อ ทำผิดกี่ข้อ จำเป็นหรือไม่ที่จะต้องกลับไปศึกษาบทเรียนนั้นใหม่

## 2.6 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีขั้นตอนในการนำเสนอเนื้อหาเช่นเดียวกับการสอนแบบโปรแกรม การสร้างบทเรียนจึงใช้วิธีเดียวกันกับการสร้างบทเรียนโปรแกรมนั้นเอง เมื่อได้บทเรียนโปรแกรม ซึ่งบางตำราเรียกว่า บทเรียนสำเร็จรูป (Programmed Text) ต่อจากนั้นจึงนำไปแปลงเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ โดยอาศัยโปรแกรมสำเร็จเพื่อเป็นคำสั่งให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำงานตามเนื้อหาที่ผู้เขียนโปรแกรมออกแบบ ดังนั้นในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงต้องอาศัยพื้นฐานทางทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อเข้าใจผู้เรียนแต่ละระดับและเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ฉะนั้นการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงมีขั้นตอนดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) กำหนดเนื้อหาวิชาและระดับชั้น โดยผู้ออกแบบต้องวิเคราะห์ว่าเนื้อหาวิชานั้นจะต้องไม่เปลี่ยนแปลงบ่อย ไม่ซ้ำกับใคร เพื่อคุ้มค่าการลงทุนและสามารถช่วยลดเวลาเรียนของผู้เรียนได้

2) การกำหนดวัตถุประสงค์ จะเป็นแนวทางแก่ผู้ออกแบบบทเรียนเพื่อทราบว่าผู้เรียนหลังจากเรียนจบแล้วจะบรรลุตามวัตถุประสงค์มากน้อยแค่ไหน การกำหนดวัตถุประสงค์จึงกำหนดได้ทั่วไปและเชิงพฤติกรรม สำหรับการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมต้องคำนึงถึง

2.1) ผู้เรียน (Audience) ว่ามีพื้นฐานความรู้แค่ไหน

2.2) พฤติกรรม (Behavior) เป็นการคาดหวังเพื่อที่จะให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมาย การวัดพฤติกรรมทำได้โดยสังเกต คำนวณ นับแยกแยะ แต่งประโยค

2.3) เงื่อนไข (Condition) เป็นการกำหนดสถานะที่พฤติกรรมของผู้เรียนจะเกิดขึ้น เช่น เมื่อนักเรียนดูภาพแล้วจะต้องวาดภาพนั้นส่งครู เป็นต้น

2.4) ปริมาณ (Degree) เป็นการกำหนดมาตรฐานที่ยอมรับว่าผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์แล้ว เช่น อ่านคำควบล้ำได้ถูกต้อง 20 คำ จาก 25 คำ เป็นต้น

3) การวิเคราะห์เนื้อหา เป็นขั้นตอนที่สำคัญโดยต้องย่อยเนื้อหาเป็นเนื้อหาเล็กๆ มีการเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก มีการวิเคราะห์ภารกิจ (Task Analysis) ว่าจะเริ่มต้นตรงไหนและดำเนินการไปทางใด

4) การสร้างแบบทดสอบ ต้องสร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน แบบทดสอบนี้จะเป็นตัวบ่งชี้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพมากน้อยประการใด

5) การเขียนบทเรียน ก่อนเขียนบทเรียนต้องกำหนดโครงสร้างเพื่อให้ได้รูปร่างของบทเรียนเสียก่อน คือ จะทราบว่าต้องประกอบด้วยอะไรบ้าง มีสัดส่วนอย่างไร บทเรียนจึงจะมีขั้นตอนที่ดี เมื่อรู้จักกับลักษณะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้วก็ควรจะรู้จักกับเทคนิคการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชนิดเสนอเนื้อหา (Tutorial) เพิ่มเติม คือ การสร้างตัวอักษรต้องมีขนาดเหมาะสม, รูปแบบตัวอักษร การสื่อความหมาย งานประณีตมีศิลปะ, สีใช้หลักการที่ได้จากผลการวิจัย เพื่อส่งผลถึงการรับรู้การเรียนรู้, เสียงควรเป็นเสียงที่ทำให้ผู้เรียนมีปฏิกิริยาต้องการตอบสนองสอดคล้องกับเนื้อหา และแสงช่วยเน้นความแตกต่างจุดสนใจ

หากพิจารณาบทเรียนในแนวการนำเสนอเนื้อหาให้สอดคล้องกับรูปแบบการสอน 9 เหตุการณ์ ของ Gagne จะต้องเน้น

5.1) การเร้าความสนใจ (Gain Attention) เป็นการสร้างบทเริ่มต้นของกิจกรรมที่เรียนนั่นเอง โดยผู้เรียนสนใจเนื้อหาบนจอภาพไม่ใช่พะวงอยู่ที่แป้นพิมพ์

5.2) บอกวัตถุประสงค์ (Specify Objective) จะช่วยให้ผู้เรียนรู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญ เอกสารข้อนี้เนื้อหาและรู้เค้าโครงของเนื้อหาอีกด้วยเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน โดยผู้เรียนจะสามารถผสมผสานความรู้ที่ตนมีอยู่แล้วกับเนื้อหาที่ได้รับใหม่ได้ทันที ไม่ช้าก็เร็ว อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวคิดในรายละเอียดหรือส่วนย่อยของเนื้อหาให้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหาในส่วนใหญ่ได้ ซึ่งจะมีผลทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

5.3) ทบทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge) เพื่อทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียน เพราะผู้เรียนมีพื้นฐานความแตกต่างกันออกไป ดังนั้นการปูความรู้พื้นฐานที่จำเป็นในการรับรู้ใหม่ให้ผู้เรียนจึงเป็นสิ่งจำเป็น หากประเมินแล้วขาดความรู้พื้นฐานที่จำเป็น จึงเป็นความจำเป็นอย่างยิ่งที่ควรจัดให้มีการให้ความรู้พื้นฐานไม่จำเป็นต้องทำแบบทดสอบเสมอไป แต่จะใช้วิธีการประเมินความรู้เดิมของผู้เรียนในรูปแบบต่างๆ ก็ได้ เช่น พูดคุย ชักถาม เป็นต้น

5.4) การเสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information) การเสนอภาพที่เกี่ยวกับเนื้อหาประกอบคำพูดที่สั้น ง่าย ได้ใจความชัดเจน จะเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ การอาศัยภาพประกอบจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้นและมีความคงทนในการจดจำได้ดีกว่าการใช้คำพูดหรืออ่านเพียงอย่างเดียว

5.5) ชี้นำทางการเรียนรู้ (Guided Learning) หน้าที่ของผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะพยายามใช้เทคนิคในการกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาโดยเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ การไม่บอกคำตอบหรือนำเสนอแนวคิดหรือเนื้อหาโดยตรงกับผู้เรียน แต่ใช้การสอนแบบค้นพบหรือการสอนแบบอุปมาถือได้ว่าเป็นการชี้นำทางการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนพยายามวิเคราะห์หาคำตอบ หรือคิดเนื้อหาใหม่ได้ด้วยตนเอง

5.6) กระตุ้นการตอบสนอง (Elicit Responses) หลายทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ต่างก็มีความสอดคล้องในลักษณะสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ในแง่ของการเรียนผู้เรียนควรมีโอกาสร่วมกันคิดและร่วมกันฝึกปฏิบัติให้เกิดทักษะ มักจะออกมาในรูปของกิจกรรมต่างๆ ที่ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการคิดและปฏิบัติในเชิงโต้ตอบ โดยมีวัตถุประสงค์หลักในการให้ผู้เรียนแสดงถึงความเข้าใจในสิ่งที่กำลังเรียน เช่น การออกแบบปุ่มคำถามหรือกิจกรรมสร้างสรรค์อื่นๆ เพื่อให้ผู้เรียนตอบคำถามสั้นๆ

5.7) ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback) คือ การให้ข้อมูลย้อนกลับไปยังผู้เรียนเกี่ยวกับความถูกต้อง และระดับความถูกต้องของคำตอบนั้นๆ ถือเป็นการเสริมแรงอย่างหนึ่งทำให้เกิดการเรียนรู้ในตัวผู้เรียน สามารถแบ่งผลป้อนกลับได้ 4 ประเภทดังนี้

5.7.1) แบบไม่เคลื่อนไหว (passive feedback) หมายถึง การเสริมแรงด้วยการแสดงคำหรือข้อความว่า ถูกต้อง ผิด ข้อความว่า "ตอบอีกครั้ง" หรือข้อความที่บอกเป็นนัย

5.7.2) แบบเคลื่อนไหว (active feedback) หมายถึง การเสริมแรงด้วยการแสดงภาพหรือกราฟฟิก

5.7.3) แบบโต้ตอบ (interactive feedback) หมายถึง การเสริมแรงด้วยการให้ผู้เรียนได้มีกิจกรรมเชิงโต้ตอบกับบทเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.7.4) แบบทำเครื่องหมาย (markup feedback) หมายถึง การทำเครื่องหมายบนคำตอบของผู้เรียน

5.8) ทดสอบความรู้ (Assess Performance) เป็นการประเมินว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามที่ได้ตั้งเป้าหมายหรือไม่ อย่างไรก็ตามอาจเป็นการทดสอบหลังจากเรียนจบวัตถุประสงค์หนึ่งหรืออาจเป็นช่วงระหว่างบทเรียนหรือช่วงหลังจากผู้เรียนเรียนจบแล้วก็ได้

5.9) การจำและนำไปใช้ (Promote Retention and Transfer) เป็นสิ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีความคงทนในการจำข้อมูลความรู้ใด ข้อมูลความรู้ นั้น หมายถึง การทำให้ผู้เรียนตระหนักว่า ข้อมูลความรู้ใหม่ที่ได้เรียนรู้ไปนั้นมีส่วนสัมพันธ์กับข้อมูลความรู้เดิมหรือประสบการณ์ที่ผู้เรียนมีความคุ้นเคยอย่างไร โดยมีการจัดหากิจกรรมใหม่ๆ ต้องเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้ที่เพิ่งเรียนรู้มาให้แตกต่างไปจากตัวอย่างที่ใช้ในบทเรียน

ถือได้ว่าการสอน 9 ขั้นตอนของ Gagne เป็นเทคนิคการออกแบบบทเรียนที่ใช้ได้คล่องตัว และเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนการเรียนการสอนในชั้นเรียนปกติ ตลอดจนสามารถประยุกต์เข้ากับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้เป็นอย่างดี ในอนาคตบทบาทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเข้ามามีความสำคัญในวงการศึกษามากยิ่งขึ้น

## 2.7 การสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถทำได้โดยพิจารณาจากรูปที่ 2.1 ซึ่งจะอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

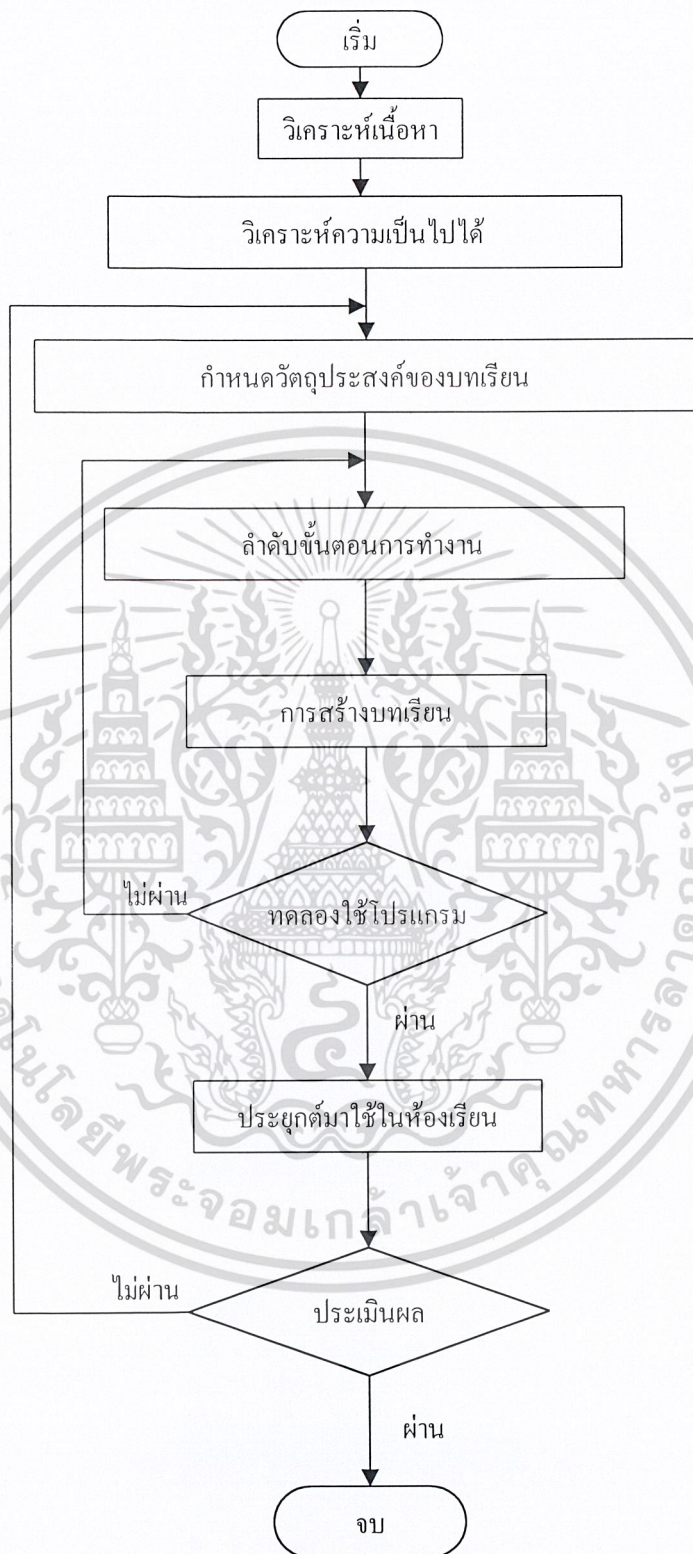
1) วิเคราะห์เนื้อหา ทำการเลือกสรรเนื้อหาวิชาที่จะนำมาเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะต้องประชุมปรึกษาหารือ มีการประสานกับผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาวิชา (Context Expert) โดยมีข้อพิจารณาเลือกเนื้อหาที่มีการฝึกฝนทักษะทำซ้ำบ่อยๆ มีภาพประกอบ เลือกเนื้อหาที่คิดว่าประหยัดเวลาในการสอนได้มากกว่าวิธีเดิม เนื้อหาบางอย่างสามารถจำลองในรูปการสาธิตได้มีการจัดลำดับเนื้อหาอย่างง่าย ๆ คือ

- 1.1) บทนำ
- 1.2) ระดับของเนื้อหาและกิจกรรม
- 1.3) ลำดับและความสำคัญก่อนหลังของเนื้อหา
- 1.4) ความต่อเนื่องของเนื้อหาแต่ละบล็อกหรือเฟรม
- 1.5) ความยากง่ายของเนื้อหา

1.6) เลือกและกำหนดสิ่งที่จะช่วยทำให้เกิดการเรียนรู้ พิจารณาในแต่ละกิจกรรมต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ใช้สื่อชนิดใด แล้วระบุลงในกิจกรรมนั้น

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 ผังขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) **ศึกษาความเป็นไปได้** เป็นการศึกษาโปรแกรมสำหรับสร้างงานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหลังจากที่ได้เลือกและวิเคราะห์เนื้อหาตอนใด สำหรับการสร้างเป็นบทเรียนต้องปรึกษากับฝ่ายเทคนิคหรือผู้เขียนโปรแกรม โดยพิจารณาว่าบุคลากรมีความรู้พอที่จะพัฒนาโปรแกรมได้ตามความต้องการหรือไม่และใช้ระยะเวลายาวนานในการพัฒนามากเท่าใด ซอฟต์แวร์ (Software) สำหรับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีการแบ่งอย่างกว้างๆ ได้ดังนี้

2.1) การใช้โปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ (Programming language) เป็นการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ที่เขียนขึ้น ผู้สร้างจะต้องเป็นโปรแกรมเมอร์ที่มีความชำนาญและมีประสบการณ์ในการเขียนโปรแกรมภาษาใดภาษาหนึ่ง เช่น ภาษาเบสิก (Basic) ภาษาปาสคาล (Pascal) ภาษาซี (C) หรือโปรล็อก (Prolog) สามารถสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ ทุกลักษณะที่ต้องการและกำหนดรายละเอียดปลีกย่อยของบทเรียนได้ตามความประสงค์ แต่วิธีการนี้จำเป็นต้องลงทุนสูง ต้องใช้ทั้งเงินและเวลาในการพัฒนามากขึ้น

2.2) การใช้โปรแกรมสำเร็จรูปหรือโปรแกรมสร้างบทเรียนเป็นลักษณะโปรแกรมที่สามารถสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้โดยไม่ต้องเสียเวลากับการเขียน โปรแกรมอาจเรียกว่า Authoring Software ผู้สร้างไม่จำเป็นต้องมีความรู้ในเรื่องภาษาคอมพิวเตอร์เพียงแต่เลือกลักษณะของบทเรียนตามที่โปรแกรมได้ออกแบบไว้ล่วงหน้าและบรรจุเนื้อหาลงไปตามรูปแบบที่โปรแกรมกำหนดไว้ โปรแกรมประเภทนี้ได้แก่ โปรแกรม Toolbook, โปรแกรม Authorware ฯลฯ

3) **กำหนดวัตถุประสงค์** เป็นการกำหนดคุณสมบัติและสิ่งที่คาดหวังจากผู้เรียนก่อนและหลังการใช้โปรแกรมระบุความรู้พื้นฐานของผู้เรียนว่าต้องการทราบอะไรบ้างก่อนที่จะมาใช้โปรแกรม สิ่งทีคาดหวังจากผู้เรียนหลังการใช้โปรแกรมว่าผู้เรียนควรรู้อะไร

4) **ลำดับขั้นตอนการทำงาน** นำเนื้อหาจากการวิเคราะห์และสิ่งที่คาดหวังจากผู้เรียนมาผสมผสานเรียงลำดับ โดยการเขียนแผนผัง (Layout Content) เพื่อแสดงการเริ่มต้นและจุดจบของเนื้อหา แสดงการเชื่อมต่อและความสัมพันธ์การเชื่อมโยงของบทเรียน แสดงปฏิสัมพันธ์ของเฟรมต่างๆของบทเรียนและเลือกวิธีการเสนอเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เมื่อเลือกรูปแบบการนำเสนอแล้ว วางแนวทางในการนำเสนอในรูปแบบของสตอรี่บอร์ดและผังงาน โดยการออกแบบสำหรับการแสดงบนจอภาพและแสดงผลให้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน ซึ่งประกอบด้วยบทนำและวิธีการใช้โปรแกรมการจัดเฟรมแต่ละหน้าจอ การให้สี แสง เสียง ภาพ ลายกราฟิกต่างๆ ขนาดและแบบตัวอักษร การตอบสนองและการโต้ตอบ เช่น คำติชม แรงเสริมต่างๆในการเรียน โดยใช้หลักจิตวิทยา การเรียนรู้ การชี้แนะ แบบฝึกหัด และการประเมินความสนใจ

5) **การสร้างโปรแกรม/ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน** เป็นการสร้างภาพที่ได้ออกแบบไว้ในเอกสารกระดาษเป็นเฟรมต่างๆ ของบทเรียนและการนำเสนอในรูปแบบสตอรี่บอร์ด โดยแสดงเป็นภาพและกราฟิกไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟีกบนจอ มีการจัดตำแหน่งและขนาดของเนื้อหาการแสดงความวิธีการใช้บทเรียน โดยใช้ภาษา คอมพิวเตอร์ภาษาใดภาษาหนึ่งหรือใช้โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย สอนโดยเฉพาะ โดยมีการตรวจแก้ไขข้อผิดพลาดเนื่องจากภาษาการเขียนคำสั่งผิดพลาดไม่ตรงกับข้อ กำหนดของภาษานั้นหรือผิดพลาดจากการทำงานที่ผู้เขียนเข้าใจคลาดเคลื่อน

6) ทดสอบการทำงาน หลังจากที่ได้มีการตรวจสอบข้อผิดพลาดของ โปรแกรมเรียบร้อยแล้ว นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างไปให้ผู้สอนเนื้อหาตรวจสอบความถูกต้องบนจอภาพ อาจมี การแก้ไขโปรแกรมในบางส่วนและนำไปทดสอบกับผู้เรียนในสภาพการใช้งานจริงเพื่อทดสอบการ ใช้งานของโปรแกรมและหาข้อบกพร่องที่ผู้ออกแบบคาดไม่ถึง เพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นกลับมาปรับ ปรุงต้นฉบับและแก้ไขโปรแกรมให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน โดยอาศัยวิธีการทางสถิติ

7) ปรับปรุงแก้ไข เมื่อทราบข้อบกพร่องจากการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดสอบ แล้วทำการปรับปรุงแก้ไข โดยเริ่มจากการแก้ไขต้นฉบับกระดาษที่เป็นสตอรี่บอร์ดก่อนแล้วจึงแก้ ไขส่วนที่เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เมื่อแก้ไขเรียบร้อยแล้วนำกลับไปทดสอบการทำงานใหม่ หาก ยังมีข้อบกพร่องก็ต้องปรับปรุงแก้ไขต่อไปวนเวียนซ้ำเช่นนี้จนกว่าจะได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย สอนเป็นที่พอใจของผู้ออกแบบจึงสามารถนำไปใช้ได้ หลังจากนั้นจะเป็นเรื่องของการเขียนคู่มือ ประกอบการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อการเตรียมอุปกรณ์ สภาพการทำงานในการใช้ งาน โดยคู่มือจะแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ คู่มือนักเรียน คู่มือครู และคู่มือการใช้เครื่อง

8) ประยุกต์ใช้ในห้องเรียน การนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ในการเรียนการสอน จะต้องใช้หรือทำตามข้อกำหนดสำหรับการใช้บทเรียน เช่น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ออก แบบไว้สำหรับสาริการทดลอง ควรให้นักเรียนได้ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก่อนเข้าห้อง ทดลองจริงหรือบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ออกแบบไว้สำหรับฝึกฝนและฝึกการทำแบบฝึกหัด ทบทวน สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ออกแบบไว้สำหรับเสริมการเรียนรู้ควรให้ผู้เรียนได้ เห็นทั้งชั้นโดยต่อคอมพิวเตอร์เข้ากับอุปกรณ์ขยายภาพ เพื่อให้ได้ภาพที่ใหญ่ขึ้นเห็นชัดทั่วทุกคน

9) ประเมินผลเป็นขั้นตอนสุดท้าย สำหรับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเป็น การสรุปว่าบทเรียนที่สร้างขึ้นเป็นอย่างไร สมควรจะนำไปใช้ในการเรียนการสอนหรือไม่ โดย สามารถแบ่งการประเมินผลออกเป็น 2 ส่วน คือ

9.1) ประเมินผลหลังจากนักเรียนได้ใช้โปรแกรมแล้วบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ การประเมินผลส่วนนี้กระทำโดยให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอน เพื่อวัดความก้าวหน้าของผู้เรียนวัดความเข้าใจทางด้านเนื้อหา ถ้าผลการทดสอบออกมาอัตรา การทำผิดสูงกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ของบทเรียนหนึ่งๆ แสดงว่าผู้เรียนไม่ได้พัฒนาความรู้เพิ่มเติมจะต้องมี การปรับปรุงต้นแบบคือบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือวัตถุประสงค์ใหม่ นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.2) ประเมินผลในส่วนของบทเรียนคอมพิวเตอร์และการทำงานว่าการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับเนื้อหาวิชานี้เหมาะสมหรือไม่ ทักษะคติของผู้เรียนต่อการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์เป็นอย่างไร วิธีการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ยากง่ายอย่างไร วิธีการเสนอบทเรียน ความถูกต้องของเนื้อหา เอกสารประกอบหรือคู่มือ และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีการติดต่อกับผู้เรียนเป็นอย่างไร การประเมินผลในส่วนนี้จะใช้แบบสอบถาม เช่น แบบสอบถามความชอบหรือแบบสอบถามทัศนคติ เป็นต้น

## 2.8 ส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

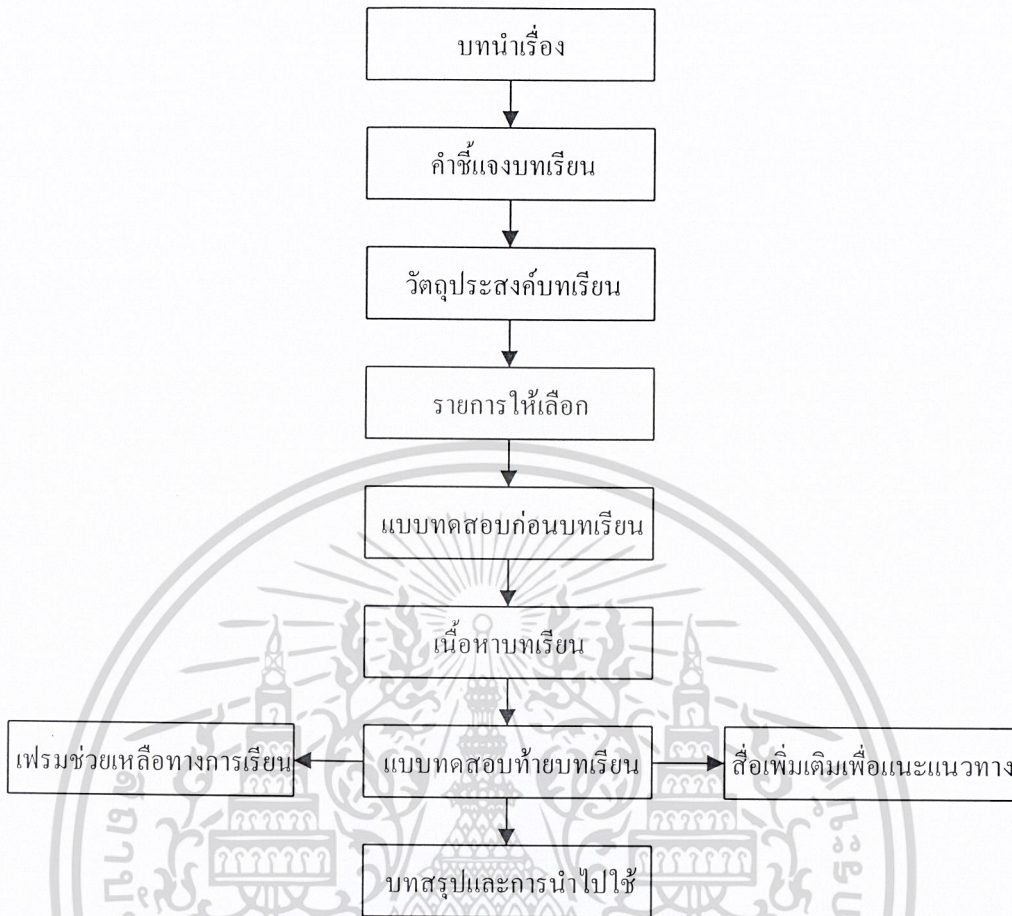
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งได้ประยุกต์วิธีการบางส่วนมาจากบทเรียนสำเร็จรูป แต่เพิ่มเทคนิคการนำเสนอและส่วนประกอบอื่นๆ อันเป็นลักษณะคุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์เข้าไป ทำให้เป็นบทเรียนที่น่าสนใจมากยิ่งขึ้นสามารถใช้สอนแทนผู้สอนได้ ดังนั้นส่วนประกอบของบทเรียนอยู่ในบรรทัดฐานเดียวกันกับบทเรียนทั่วไปที่ใช้สำหรับการเรียนการสอนด้วยตนเอง ส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังรูปที่ 2.2 มีดังนี้

- 1) บทนำเรื่อง (Title)
- 2) คำชี้แจงบทเรียน (Instruction)
- 3) วัตถุประสงค์บทเรียน (Objective)
- 4) รายการให้เลือก (Main Menu)
- 5) แบบทดสอบก่อนบทเรียน (Pre-test)
- 6) เนื้อหาบทเรียน (Information)
- 7) แบบทดสอบท้ายบทเรียน (Post-test)
- 8) บทสรุปและการนำไปใช้งาน (Summary and Application)

รายละเอียดของแต่ละส่วนมีดังนี้

### 2.8.1 บทนำเรื่อง

บทนำเรื่อง (Title) ประกอบด้วยภาพนำเรื่อง ชื่อเรื่อง และเทคนิคต่างๆ ประกอบส่วนนี้เป็นส่วนแรกของบทเรียนที่จะต้องเร้าความสนใจและกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากติดตามบทเรียนตามหลักการของ Gagne กล่าวไว้ในขั้นนี้จะต้องใช้เทคนิคต่างๆ ทั้งภาพเคลื่อนไหว ภาพกราฟฟิก สี เสียง ผสมผสานกันเพื่อเร้าและปลุกกระดมความสนใจของผู้เรียนด้วยการนำเสนอสื่อต่างๆ ในเวลาอันสั้น กระชับและตรงจุดซึ่งอาจจะตามด้วยชื่อหัวเรื่องของบทเรียนแล้วอาจจะค้างภาพดังกล่าวไว้บนจอจนกระทั่งผู้เรียนกดแป้นใดๆ เพื่อสร้างความคุ้นเคยให้กับผู้เรียนในการมีส่วนร่วมในบทเรียนเป็นการเริ่มเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สแกนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอญญาตให้หน้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบที่ 1

### 2.8.2 คำชี้แจงบทเรียน

คำชี้แจงบทเรียน (Instruction) ส่วนนี้เป็นลำดับที่สองของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็น ส่วนที่จำเป็นต้องแจ้งให้ผู้เรียนได้รับรู้ เช่น วิธีการใช้บทเรียน การใช้เป็นพิมพ์ การตอบคำถาม การใช้เมาส์ การเก็บคะแนน การเก็บรักษาบทเรียน ฯลฯ ตามที่ผู้ออกแบบบทเรียนเห็นว่ามี ความจำเป็นที่ จะต้องทำความเข้าใจเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจในการใช้บทเรียน ในส่วนนี้ควรนำเสนอด้วยข้อ ความสั้นๆ กระชับเป็นทางการและไม่ควรใช้เทคนิคพิเศษแต่อย่างใด แต่ถ้าบทเรียนใช้เทคนิคพิเศษ ในการโต้ตอบ เช่น การใช้เมาส์อาจจะจำเป็นต้องมีการทดลองใช้เมาส์เพื่อฝึกฝนให้ผู้เรียนคุ้นเคยก่อน ใช้งานจริง

### 2.8.3 วัตถุประสงค์บทเรียน

วัตถุประสงค์ (Objective) ในส่วนนี้กำหนดไว้เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบความคาดหวังของบท เอกสเรียนนี้ เพื่อพฤติกรรมที่ผู้เรียนจะแสดงออกได้เมื่อสิ้นสุดบทเรียน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องระบุวัตถุประสงค์ คำ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชิงพฤติกรรม ตามหลักการแล้วส่วนนี้ถือว่ามีความสำคัญมาก ส่วนจะมีจำนวนข้อเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับความยาวของเนื้อหาที่ได้วิเคราะห์มาตั้งแต่ตอนต้น

การนำเสนอวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในส่วนนี้จะนำเสนอครั้งละข้อๆ หรือนำเสนอครั้งเดียวครบทุกข้อก็ได้แต่ไม่ควรใช้เวลาในขั้นตอนนี้มากนัก

#### 2.8.4 รายการให้เลือก

รายการให้เลือก (Main Menu) เป็นส่วนที่แสดงหัวข้อย่อยๆ ทั้งหมดที่มีอยู่ในบทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนเลือกเรียนตามลำดับก่อนหลัง หรือตามความสามารถของตนเอง (ถ้าเปิดโอกาสให้เลือก) ในส่วนนี้จะประกอบด้วยเฟรมข้อความเพียงเฟรมๆ เดียวโดยมีรายการให้เลือกด้วยวิธีการต่างๆ เช่น กดตัวเลข ตัวอักษร เลือกแถบแสง คลิกเมาส์ หรือวิธีการอื่นๆ (ในกรณีที่บทเรียนมีเพียงหัวข้อเดียวโดยไม่มีหัวข้อย่อยก็จะต้องมีรายการให้เลือก)

การนำเสนอในส่วนนี้อาจจะนำเสนอในลักษณะของ Learning Map ก็ได้ ซึ่งหมายถึงการแสดงผลหัวข้อย่อยในลักษณะของบล็อกโคอะแกรม เช่น บล็อกโคอะแกรมแสดงรายชื่อของหัวข้อย่อยทั้งหมดในรูปของความสัมพันธ์ต่อเนื้องกัน เพื่อแสดงให้ผู้เรียนทราบถึงความสัมพันธ์ของหัวข้อเรื่องทั้งหมด

#### 2.8.5 แบบทดสอบก่อนบทเรียน

ส่วนประกอบขั้นต่อไปของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็คือ แบบทดสอบก่อนบทเรียน (Pre-test) ซึ่งมีไว้เพื่อประเมินความรู้ความสามารถของผู้เรียนในขั้นต้นก่อนที่ผู้เรียนจะเริ่มเรียนว่ามีพื้นฐานเพียงพอหรือไม่ หรือมีอยู่ในระดับใดที่ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบบทเรียนว่าจะนำไปใช้อย่างไรหรือไม่ เช่น อาจนำผลการทดสอบไปจัดลำดับการเข้าสู่บทเรียน ผู้ที่ได้คะแนนจากแบบทดสอบก่อนข้างคืออาจจะข้ามบทเรียนบางส่วนได้ ในทางตรงกันข้ามหากผลการทดสอบของผู้เรียนคนใดที่ได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์อาจจะถูกตัดสิทธิ์ไม่ให้เรียนหรือจะต้องเรียนตั้งแต่ต้นบทเรียนก็ได้

แบบทดสอบที่นิยมใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยทั่วไป จะเป็นแบบที่ตรวจวัดง่ายและแปรผลเป็นคะแนนได้สะดวก เช่น แบบเลือกตอบ แบบถูกผิด แบบจับคู่หรือบางกรณีอาจจะใช้แบบเติมคำสั้นๆ ก็ได้ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะเนื้อหาและจุดประสงค์ของผู้ออกแบบบทเรียน

#### 2.8.6 เนื้อหาบทเรียน

เนื้อหาบทเรียน (Information) ส่วนนี้นับว่าเป็นส่วนที่สำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและใช้เวลามากกว่าส่วนอื่นๆ เป็นส่วนที่นำเสนอเนื้อหาใหม่แก่ผู้เรียนโดยการนำเสนอในรูปแบบของการถาม-ตอบ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสร้างสรรค์บทเรียนจากการทำกิจกรรมต่างๆ ที่บทเรียนกำหนดไว้ ส่วนประกอบของเนื้อหาบทเรียน มีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1) เนื้อหาใหม่ (New Information)
- 2) เฟรมช่วยเหลือและแนะแนวทางการเรียน (Help Frame)
- 3) สื่อเพิ่มเติมเพื่อแนะแนวทาง (Performance Aids)

เนื้อหาใหม่ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องนำเสนอเป็นเฟรมๆ ประกอบด้วยข้อความสั้นๆ หรือพยายามใช้ภาพแทนคำพูดหรือคำอธิบายให้มากที่สุด ทั้งภาพจริง ภาพ 2 มิติ ภาพ 3 มิติ ภาพเคลื่อนไหวหรือภาพกราฟฟิก นอกจากนี้การนำเสนอเนื้อหาใหม่ยังต้องยึดหลักการเรียนรู้ของรายบุคคล ได้แก่ ตรวจสอบรับเนื้อหา การเสริมแรง และการสรุปเนื้อหา

ในส่วนของการตรวจสอบรับเนื้อหา ได้แก่คำถามที่ใช้ในระหว่างการนำเสนอเนื้อหาเพื่อดำเนินบทเรียนไปตามแนวทางที่ได้กำหนดไว้ โดยใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในเนื้อหาเป็นระยะๆ โดยยึดหลักประสบการณ์การเรียนรู้จากสิ่งที่ย้ายไปสู่สิ่งที่ยาก จากสิ่งที่รู้แล้ว ไปสู่สิ่งที่ยังไม่รู้

การเสริมแรงเป็นองค์ประกอบหนึ่งของการนำเสนอบทเรียน เพื่อเสริมให้ผู้เรียนมีกำลังใจและสนใจต่อบทเรียนหลังจากที่ผู้เรียนได้ต่อบทเรียนการนำเสนอ ในส่วนนี้อาจจะใช้คำพูด เช่น ถูก/ผิด ใช้รูปภาพ/กราฟฟิกหรือใช้คะแนนก็ได้

การสรุปเนื้อหานับว่าเป็นส่วนสำคัญยิ่งภายหลังการนำเสนอเนื้อหาแต่ละส่วนๆ เพื่อสรุปประเด็นให้ผู้เรียนจดจำเนื้อหาส่วนนั้นไปใช้งานต่อไป

เมื่อมีการนำเสนอเนื้อหาใหม่และมีการตรวจสอบรับด้วยคำถามจึงจำเป็นต้องมีเฟรมเนื้อหาเพิ่มเติมเพื่อแนะแนวทางหรือเฉลยให้ผู้เรียน ในกรณีที่ผู้เรียนทำไม่ได้ เข้าใจคลาดเคลื่อนหรือตอบคำถามผิดเพื่อปรับความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาหรือคำถามนั้นก่อนที่จะเข้าสู่เนื้อหาช่วงต่อไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบบทเรียนว่าจะตัดสินใจอย่างไร

นอกจากนี้ยังมีสื่อเพิ่มเติมแนะแนวทาง (Performance Aids) เป็นต้นว่ากรณีที่ผู้เรียนประสบปัญหาในการเรียน เช่น ตอบคำถามไม่ได้ผู้ออกแบบบทเรียนอาจกำหนดสื่ออย่างอื่นหรือตำราอ่านเพิ่มเติมเพื่อช่วยเหลือและแนะแนวทางการเรียน

### 2.8.7 แบบทดสอบท้ายบทเรียน

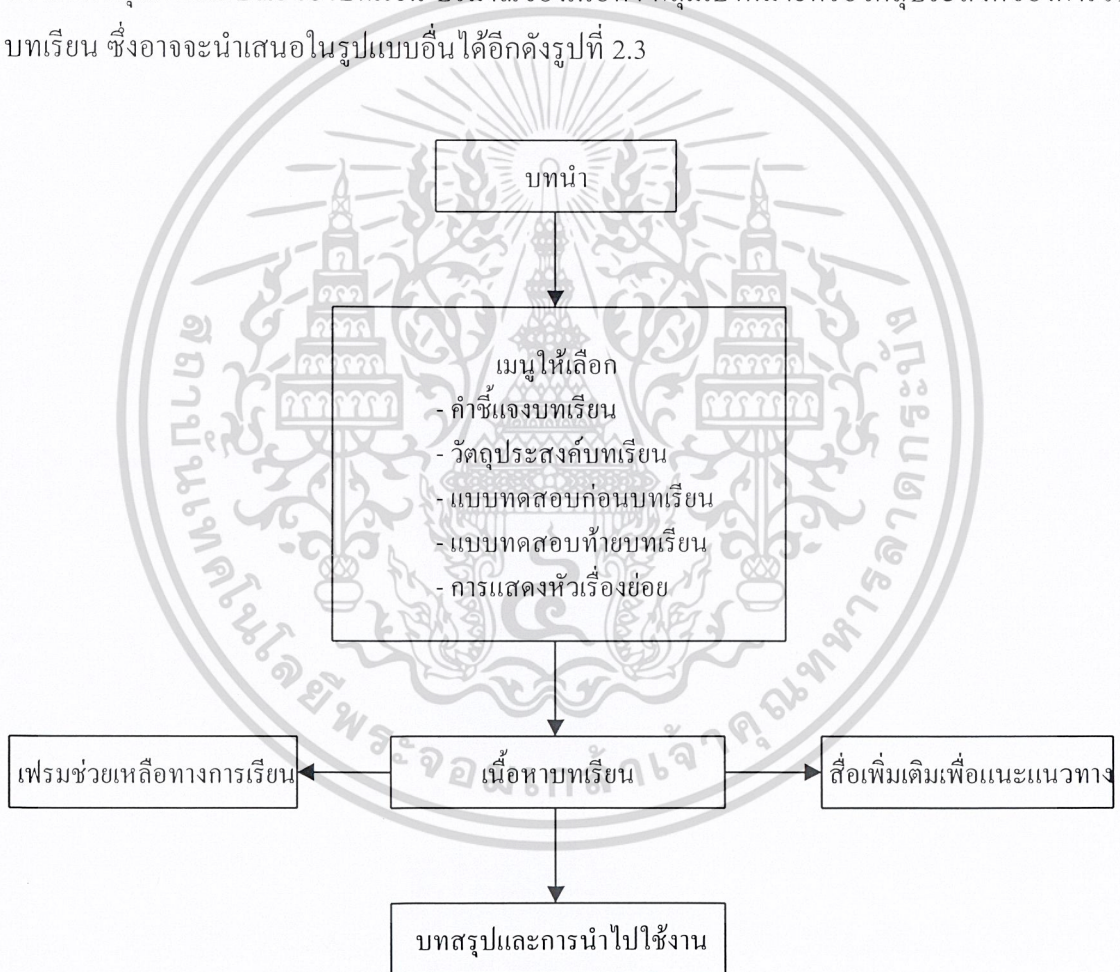
แบบทดสอบท้ายบทเรียน (Post-test) เป็นส่วนที่อยู่ถัดจากเนื้อหาที่ไว้เพื่อตรวจวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน (Performance test) เพื่อตรวจวัดและประเมินผลดูว่าผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่เพียงใด ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้อาจจะออกแบบบทเรียนให้ไปซ้ำในส่วนที่ทำแบบทดสอบไม่ได้หรือกลับไปสู่รายการให้เลือกใหม่ก็ได้ เช่นเดียวกับแบบทดสอบก่อนบทเรียนที่นิยมใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ เนื่องจากการแปรผลเป็นคะแนนทำได้ง่ายกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.8.8 บทสรุปและการนำไปใช้งาน

บทสรุปและการนำไปใช้งาน (Summary and Application) เป็นส่วนสุดท้ายของบทเรียน ประกอบด้วยเฟรมที่นำเสนอข้อความที่สรุปความคิดรวบยอดของเนื้อหาที่ผ่านมาในบทเรียนเพื่อสรุปประเด็นต่างๆ ให้กับผู้เรียนที่สามารถนำไปใช้งานหรือไปใช้ศึกษาต่อในหัวเรื่องถัดไปหรือในบทเรียนอื่นๆ

ส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้ง 8 ส่วนนี้จะสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่างๆ ไปได้เป็นอย่างดี แต่บางส่วนอาจจะสลับกันได้ ซึ่งจะยึดหยุ่นตามลักษณะของบทเรียน ปริมาณของเนื้อหา กลุ่มเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ของการใช้บทเรียน ซึ่งอาจจะนำเสนอในรูปแบบอื่นได้อีกดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.3 เหมาะสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เป็นเนื้อหาทั่วไป ไม่เจาะจงกลุ่มเป้าหมาย ดังนั้นจึงรวมเอาคำชี้แจงบทเรียน วัตถุประสงค์ และแบบทดสอบก่อนและหลังบทเรียน และแผนผังการเรียนไปรวมไว้เป็นรายการต่างๆ ของรายการให้เลือก โดยไม่บังคับว่าผู้เรียนจะต้องเลือกปฏิบัติให้ครบ ดังนั้นรูปแบบนี้จึงมิได้หวังผลต่อการเรียนรู้ตามกระบวนการเรียนการสอนเท่าใดนัก แต่ก็ยังคงส่วนประกอบของบทเรียนเอาไว้ครบถ้วน

## 2.9 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ได้มีประสิทธิภาพนั้นจะต้องประกอบด้วยบุคลากรด้านต่างๆ คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตร ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน (ผู้สอน) ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อและวัสดุการสอน และผู้เชี่ยวชาญด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยกำหนดขอบเขตของเนื้อหา ดังแสดงในรูปที่ 2.1 (หน้าที่ 13)

บุคลากรด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1) **ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตร** บุคลากรด้านนี้จะเป็นผู้ที่มีความรู้และประสบการณ์ทางการออกแบบหลักสูตร การพัฒนาหลักสูตร รวมไปถึงการกำหนดเป้าหมายและทิศทางของหลักสูตร วัตถุประสงค์ ระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน ขอบข่ายของเนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน ขอบข่ายรายละเอียดคำอธิบายของเนื้อหาวิชา ตลอดจนวิธีการวัดและประเมินผลของหลักสูตร บุคคลกลุ่มนี้จะเป็นผู้ที่สามารถให้คำแนะนำและให้คำปรึกษาได้เป็นอย่างดีหรือเรียกได้ว่าเป็น resource person ของหลักสูตร

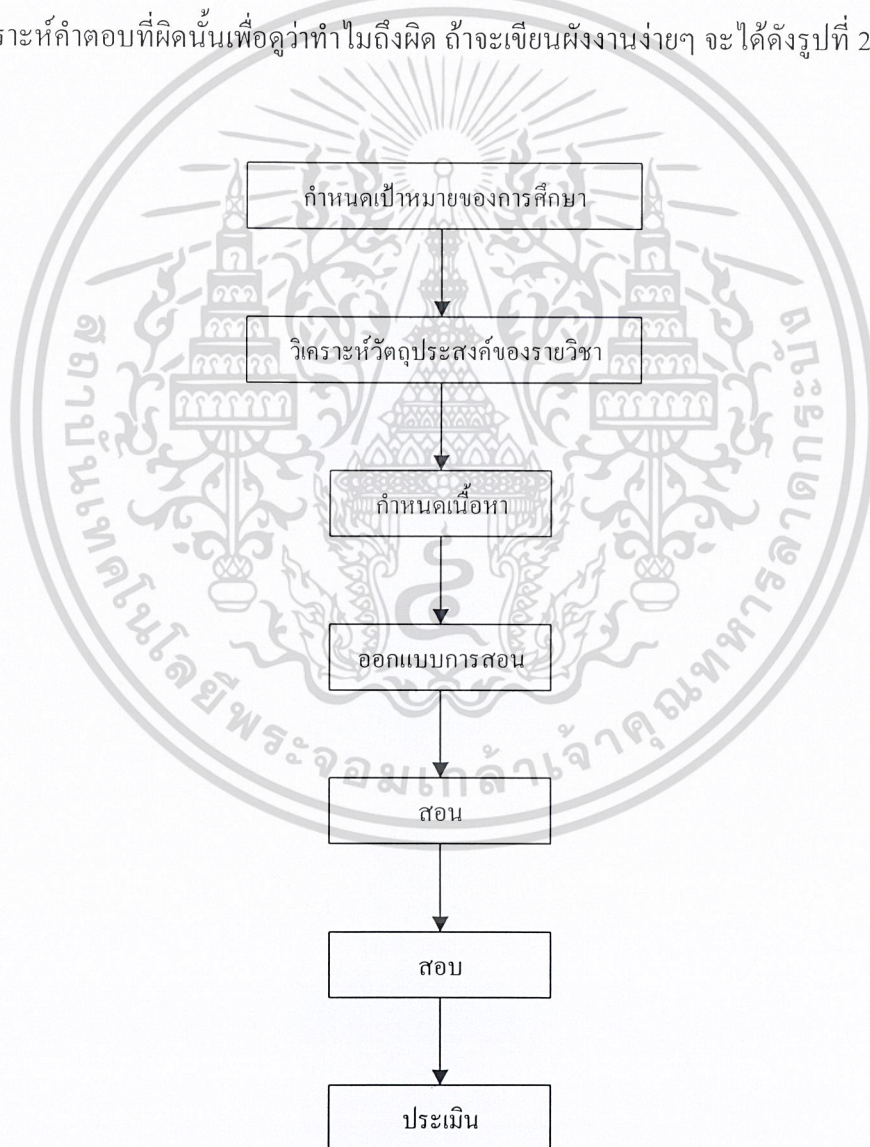
2) **ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน (ผู้สอน)** บุคคลกลุ่มนี้ หมายถึง ผู้ทำหน้าที่เสนอเนื้อหาวิชาใดวิชาหนึ่งโดยเฉพาะซึ่งเป็นผู้ที่มีความรู้ มีความชำนาญ มีประสบการณ์และมีความสำเร็จในด้านการเรียนการสอนมาเป็นอย่างดี เป็นต้นว่า มีความรู้ในเนื้อหาอย่างลึกซึ้ง สามารถจัดลำดับความยากง่าย ความสัมพันธ์และความต่อเนื่องของเนื้อหา รู้เทคนิควิธีการนำเสนอ (สอน) เนื้อหาหรือวิธีการสอน การออกแบบและสร้างบทเรียน ตลอดจนมีวิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนมาเป็นอย่างดี บุคคลกลุ่มนี้จะเป็นผู้ช่วยที่ช่วยทำให้การออกแบบบทเรียนมีคุณภาพและมีประสิทธิภาพ น่าสนใจมากยิ่งขึ้น

3) **ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อและวัสดุการสอน** บุคลากรกลุ่มนี้จะช่วยทำหน้าที่ในการออกแบบและให้คำแนะนำ ปรึกษาทางด้านการวางแผนการออกแบบบทเรียน อันประกอบด้วยเรื่องการออกแบบและการจัดวางรูปแบบ การออกแบบหน้าจอ การเลือกและวิธีการใช้ตัวอักษร เส้น รูปทรง กราฟิก แผนภาพ รูปภาพ สี แสง เสียง การจัดทำรายงาน และสื่อการเรียนการสอนอื่นๆ ที่จะช่วยทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความสวยงามและน่าสนใจมากยิ่งขึ้น

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ผู้เชี่ยวชาญด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นสื่อในการนำเสนอ ดังนั้นจึงต้องมีผู้เชี่ยวชาญในด้านการใช้เครื่อง โดยเฉพาะโปรแกรมเมอร์ (Programmer) ซึ่งเป็นผู้ติดต่อสื่อสารระหว่างคนกับเครื่องได้ต้องเข้าใจถึงภาษาคอมพิวเตอร์ที่จะใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือต้องเข้าใจวิธีการทำงานของโปรแกรมระบบนิพจน์ที่นำมาช่วยในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน บุคลากรด้านนี้จะช่วยทำให้การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

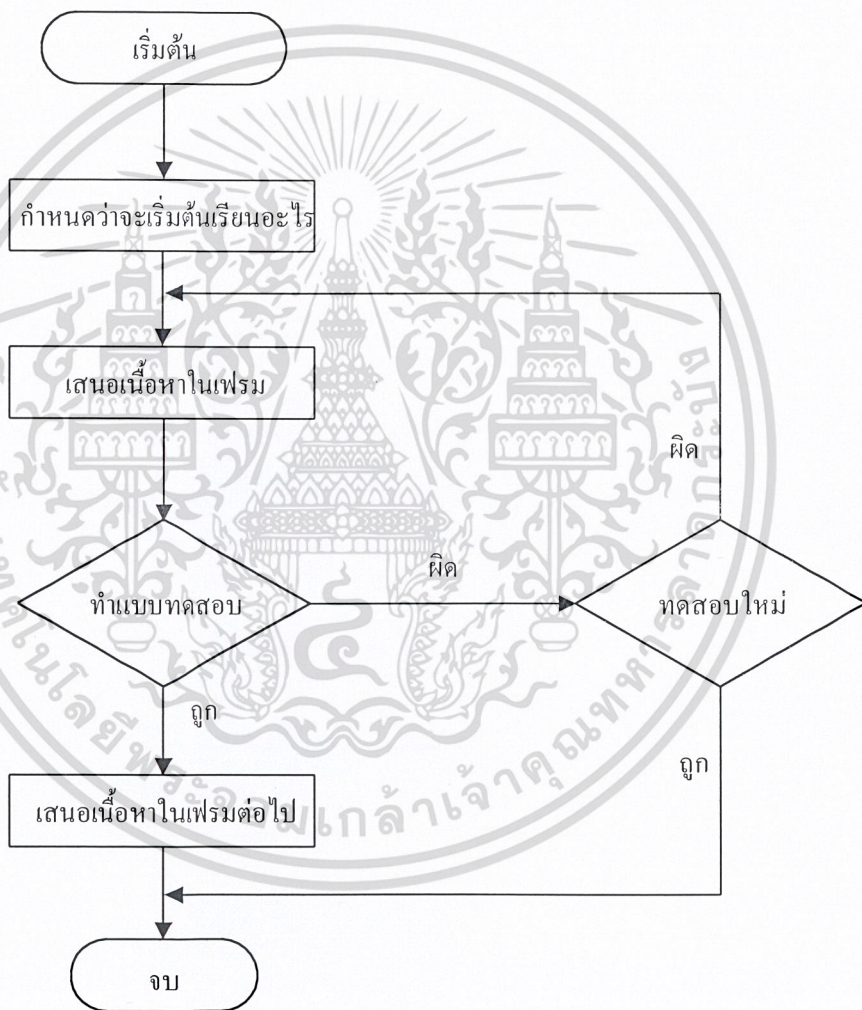
เมื่อผู้เชี่ยวชาญสาขากำหนดเนื้อหาให้แล้ว นักการศึกษาจะต้องแบ่งเนื้อหานั้นออกเป็นส่วนๆ โดยจัดทำในรูปของ โปรแกรมบทเรียนตามด้วยแบบฝึกหัดและแบบทดสอบมีการอธิบายคำตอบที่ผิดและวิเคราะห์คำตอบที่ผิดนั้นเพื่อคิดว่าทำไมถึงผิด ถ้าจะเขียนผังงานง่ายๆ จะได้ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 วิธีสร้างบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์เพื่อการเรียนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.4 เป็นวิธีการสร้างบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยมีการทำเป็นขั้นตอน คือ กำหนดเป้าหมายของการศึกษา, วิเคราะห์วัตถุประสงค์ของรายวิชา, กำหนดเนื้อหาที่ใช้ในการสร้างบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน, การออกแบบการสอน โดยกำหนดเนื้อหาที่ใช้ในการดำเนินการสอน, นำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ในการดำเนินการสอน, สอบโดยใช้แบบทดสอบจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน, ประเมินผลจากการทำข้อสอบแล้วนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 เพื่อหาประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



รูปที่ 2.5 การแบ่งเนื้อหาออกเป็นส่วนๆ หลังการกำหนดขอบเขตเนื้อหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นการสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีความน่าสนใจและตรงตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ ผู้ผลิตควรพิจารณาถึงขั้นตอนและวิธีการสร้าง เพื่อสะดวกในการวางแผน การทำงาน และการตรวจสอบ มีขั้นตอนดังนี้

1) ศึกษาหลักสูตรและผู้เรียนเป้าหมาย เพื่อที่จะได้ทราบรายละเอียดของเนื้อหาวิชาพื้นความรู้ และความพร้อมของผู้เรียน เพื่อนำมาใช้ในการวางแผนและประกอบการสร้างบทเรียน

2) กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือสิ่งที่คาดหวังของหลักสูตร เพื่อเป็นกำหนดรูปแบบและลักษณะของการนำเสนอเนื้อหาและกิจกรรม

3) วิเคราะห์เนื้อหา จัดทำแผนภูมิข่ายงานให้มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน และแสดงลำดับก่อนหลัง ของหัวเรื่องต่างๆ อย่างสมบูรณ์

4) จัดแบ่งเนื้อหา ออกเป็นส่วนย่อยๆ

5) สร้างข้อความในแต่ละกรอบเนื้อหาวิชาที่กำหนดไว้ข้อความของกรอบควรสัมพันธ์กับเนื้อหาและหน้าที่ของแต่ละกรอบ ซึ่งจะประกอบด้วยกรอบต่างๆ 4 กรอบ ดังนี้

5.1) กรอบหลัก (Set frame) เป็นกรอบที่จะให้ข้อมูล โดยที่ผู้เรียนสามารถจะเรียนรู้ในเรื่องที่ไม่เคยเรียนมาก่อน

5.2) กรอบฝึกหัด (Practice frame) เป็นกรอบที่จะให้ผู้เรียนได้ฝึกหัดข้อมูลที่ได้จากกรอบหลัก

5.3) กรอบรองส่งท้าย (Sub-terminal frame) เป็นกรอบที่เขียนเพื่อแก้ไขความเข้าใจผิดหรือตอบผิดต่างๆ ซึ่งอาจข้ามกรอบนี้ไป ถ้าผู้เรียนตอบถูก

5.4) กรอบส่งท้าย (Terminal frame) เป็นกรอบทดสอบโดยผู้เรียนจะนำความรู้ในกรอบหลักมาตอบ

6) เข้ารหัสตามโปรแกรมที่ตั้งไว้ ซึ่งต้องแปลรหัสตามโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ ซึ่งอาจขึ้นอยู่กับโปรแกรมที่ใช้ เช่น Authorware หรือ Tool Book หรือ โปรแกรมอื่นๆ ตามลักษณะและความต้องการของบทเรียน

7) ป้อนบทเรียนเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ ขั้นตอนนี้อาจต้องใช้เวลาและทักษะทางคอมพิวเตอร์พอสมควรในการสร้างบทเรียน ซึ่งสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้ในเรื่องการสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Macromedia Authorware 6.0

8) ตรวจสอบความเรียบร้อยของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาตามแผนที่กำหนดไว้และความเรียบร้อยว่ามีความบกพร่องหรือมีปัญหาอย่างไรบ้าง ให้แก้ไขให้ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9) ทำการทดลองใช้กับผู้เรียนเพื่อหาข้อบกพร่องเพื่อแก้ไข ก่อนนำไปใช้จริงลองหากลุ่มตัวอย่างมาทดลองใช้ดูแล้วลองสังเกต สอบถามหรือสัมภาษณ์ดูว่าเขามีปฏิกิริยาอย่างไร แล้วปรับปรุงแก้ไข เช่น สังเกตว่าผู้เรียนเกิดอาการเบื่อ เครียด ไม่เข้าใจหรือตอบคำถามในบทเรียนผิดบ่อยครั้งแสดงว่าต้องปรับปรุง การเลือกกลุ่มตัวอย่างควรหาทั้งคนที่เก่ง ปานกลาง และอ่อน เพื่อจะได้หาข้อบกพร่องของแต่ละกลุ่ม

10) นำไปใช้จริงเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน เมื่อปรับปรุงแก้ไขแล้วควรนำไปใช้จริงเพื่อหาประสิทธิภาพ โดยศึกษาวิธีหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในบทต่อไป

11) ติดตามผล เพื่อพัฒนาและปรับปรุงแก้ไขต่อไป

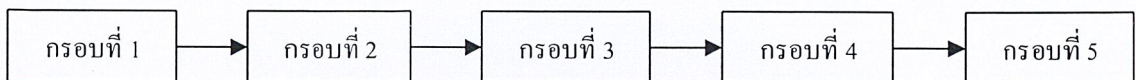
สรุป ขั้นตอนการสร้างทั้ง 12 ขั้นตอนจะแสดงให้เห็นว่าการกำหนดเนื้อหา จุดประสงค์ตลอดจนขั้นตอนการทำงานต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานเพื่อจะได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีคุณภาพต่อไป

## 2.10 ประเภทของบทเรียนโปรแกรม

วิธีการใช้โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ บทเรียนแบบเส้นตรงและบทเรียนแบบกิ่งสาขา

### 2.10.1 บทเรียนโปรแกรมแบบเชิงเส้นหรือแบบเส้นตรง

บทเรียนโปรแกรมแบบเชิงเส้นหรือแบบเส้นตรง (Linear Programming) เป็นบทเรียนที่เสนอเนื้อหาที่ละกรอบหรือทีละ 1 จอภาพเรียงต่อกันไปเรื่อยๆ ตามหน่วยการเรียนรู้ที่ได้แบ่งออกเป็นหน่วยย่อยๆ จนกระทั่งหมดเนื้อหาที่มี โดยเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก แต่ละหน่วยการเรียนรู้ก็มีคำถามและมีผลย้อนกลับด้วย ผู้เรียนจะต้องเรียนรู้เรียงลำดับตั้งแต่หน้าแรกไปจนจบบทเรียน โดยไม่สามารถเลือกเรียนหน่วยที่สนใจก่อนได้ ทุกคนที่ใช้บทเรียนแบบนี้ก็ต้องเรียนเหมือนกันหมดไม่ว่าคนเรียนเก่งหรือไม่ก็ตาม ซึ่งจะต้องใช้เวลาเท่ากันหมด ผู้สร้างบทเรียนสามารถสร้างได้โดยง่าย ไม่ต้องมีตัวเลือกหรือเงื่อนไขมาก ลักษณะของบทเรียนแบบเชิงเส้นอาจแยกเป็นหลายๆ บท ดังรูปที่ 2.6

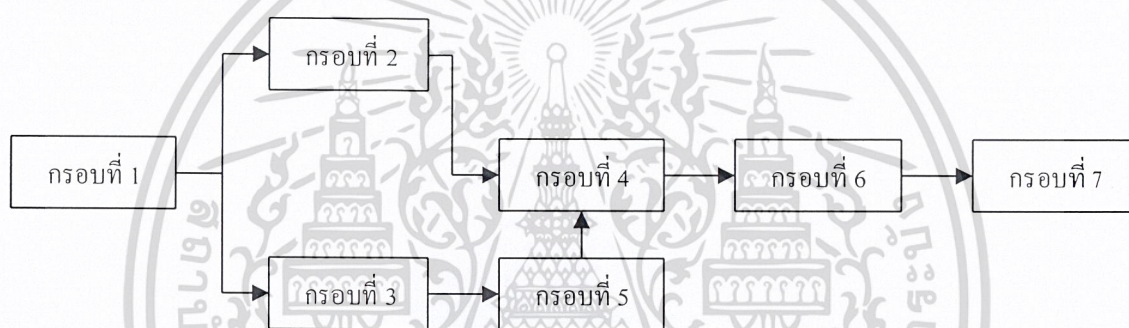


รูปที่ 2.6 โครงสร้างของบทเรียนโปรแกรมแบบเชิงเส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.10.2 บทเรียนโปรแกรมแบบกิ่งสาขา

บทเรียนโปรแกรมแบบกิ่งสาขา (Branch Programming) มีลักษณะที่ตรงกันข้ามกับบทเรียนโปรแกรมแบบเชิงเส้น เป็นบทเรียนที่สามารถเลือกเรียนได้ตามใจชอบไม่จำเป็นต้องเรียงลำดับจากกรอบแรกหรือจอภาพแรกไปจนหมดเนื้อหา ตั้งแต่หน่วยการเรียนรู้ที่หนึ่งจนถึงหน่วยการเรียนรู้สุดท้าย ใครรู้เรื่องหน่วยการเรียนรู้ไหนแล้วก็ไม่ต้องเรียนรู้อีกได้ให้ข้ามไปได้เลย ดังนั้นบทเรียนแบบแตกกิ่งสาขานี้จึงเหมาะสำหรับใช้กับผู้เรียนในระดับสูงและเป็นบทเรียนสำหรับผู้ที่สามารถเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว ส่วนผู้ที่เรียนช้าก็จะมีกรอบอธิบายเพิ่มเติมให้เกิดความเข้าใจ ทำให้การเรียนการสอนเป็นไปตามความสามารถของการเรียนรู้ ดังรูปที่ 2.7 ส่วนสร้างบทเรียนนั้นต้องใช้ความคิดในการออกแบบเพิ่มขึ้น มีเงื่อนไขเพิ่มขึ้นทำให้การสร้างนั้นยากยิ่งขึ้น



รูปที่ 2.7 โครงสร้างของบทเรียน โปรแกรมแบบกิ่งสาขา

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างบทเรียน โปรแกรมแบบเชิงเส้นกับแบบกิ่งสาขา

แบบเชิงเส้น	แบบกิ่งสาขา
1. เหมาะสำหรับเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมากกว่าการใช้ความคิดเห็น	1. เหมาะสำหรับเนื้อหาที่แสดงความคิดเห็นจึงเหมาะกับผู้เรียนในระดับสูง
2. ไม่มีกรอบอธิบายให้ทราบสาเหตุว่าถูกผิดอย่างไร	2. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนที่เรียนเร็วได้ก้าวไปข้างหน้าอย่างรวดเร็ว ส่วนผู้ที่เรียนช้าก็จะมีกรอบอธิบายเพิ่มเติมให้เกิดความเข้าใจ
3. อาจทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย	3. ทำให้การเรียนน่าสนใจไม่น่าเบื่อ
4. ใช้คู่กับเครื่องช่วยสอนแบบง่าย ๆ	4. ใช้ร่วมกับไมโครคอมพิวเตอร์ CAI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.11 ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ได้มีผู้วิจัยหลายท่านสรุปผลการศึกษาค้นคว้าในเรื่องบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งจากงานวิจัยพบว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประโยชน์ ดังนี้

- 1) ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสามารถของตนเอง โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
- 2) คอมพิวเตอร์ช่วยสอน สอนให้ช่วยผู้เรียนได้เรียนเป็นขั้นตอนทีละน้อยจากง่ายไปหายาก อย่างเป็นระบบ ทำให้เกิดความแม่นยำในวิชาที่เรียนอ่อน
- 3) มีความสะดวกในการทบทวนบทเรียน
- 4) สามารถแก้ไขบทเรียนให้เหมาะสมกับสภาพการศึกษานั้นๆ
- 5) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถยืดหยุ่นตารางเรียนได้ตามสถานที่ที่ไม่มีข้อจำกัดในเรื่องของเวลาเรียน นักเรียนสามารถศึกษาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนขณะที่อยู่ที่บ้านหรืออยู่ที่โรงเรียน
- 6) ลดเวลาในการเรียนการสอน เนื่องจากเป็นการเรียนการสอนแบบเอกัตบุคคล ซึ่งนักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง มีการวัดผลและประเมินผลไปพร้อมๆ กันและยังช่วยนักเรียนที่มีปัญหาในการเรียน โดยการจัดโปรแกรมเสริมในส่วนที่เป็นปัญหาหรือใช้เสริมความรู้ให้กับนักเรียนที่เรียนรู้ได้เร็วโดยไม่ต้องคอยเพื่อนในชั้นเรียน
- 7) สร้างทัศนคติที่ดีให้แก่ผู้เรียน โดยนักเรียนต้องฝึกความรับผิดชอบต่อตนเองในการเรียน และสร้างทัศนคติที่ดีในการเรียนด้วย
- 8) ทำในสิ่งที่สื่ออื่นๆ ทำไม่ได้ เช่น การตัดสินใจเสนอเนื้อหาใหม่ๆ หรือการตัดสินใจเรียนซ้ำในเนื้อหาเดิม
- 9) ช่วยลดเวลาในการสอนของครู ทำให้ครูมีเวลาปรับปรุงการสอนและพัฒนาความสามารถในการสอนให้ดีขึ้น
- 10) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ครูได้มีการพัฒนาความรู้ใหม่ๆ อยู่เสมอและมีการนำสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ ขึ้นมาใช้ในการเรียนการสอนมากขึ้น
- 11) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีการป้อนกลับทันที มีสี สัน มีภาพและเสียง ทำให้ผู้เรียนเกิดความตื่นตัวไม่รู้สึกเบื่อหน่าย
- 12) สามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้เหมาะสม สะดวก รวดเร็วยิ่งขึ้น
- 13) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเกิดจากความพยายามที่จะช่วยให้ผู้เรียนที่ผลการเรียนอ่อนสามารถใช้เวลานอกเวลาเรียนในการฝึกฝนทักษะและเพิ่มเติมความรู้ เพื่อที่จะได้ปรับปรุงการเรียนของตนให้ทันผู้เรียนคนอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14) บทเรียนมีลักษณะคงเส้นคงวา การเรียนที่ใช้โปรแกรม CAI ผู้เรียนจะได้บทเรียนที่เหมือนกันทุกประการและสามารถทบทวนเนื้อหาหรือบทเรียนที่เรียนในห้องเรียนได้

15) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถที่จะจูงใจผู้เรียนให้เกิดความกระตือรือร้นที่จะเรียนและสนุกสนานไปกับการเรียนตามแนวความคิดของการเรียนรู้

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแม้จะมีประโยชน์หลายๆ ด้านก็ตาม แต่ในการนำเอาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการเรียนการสอนนั้นจะต้องคำนึงถึงปัญหาที่อาจเกิดขึ้นด้วย เพราะคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่สามารถที่จะแก้ปัญหาดังกล่าวได้เนื่องจากคอมพิวเตอร์เป็นเพียงอุปกรณ์ชนิดหนึ่งซึ่งช่วยในการเรียนการสอนเท่านั้น การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีประสิทธิภาพสูงนั้นจะต้องอาศัยบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถเฉพาะด้าน

## 2.12 โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

### 2.12.1 Authorware Professional

Authorware Professional ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อเป็นงานนำเสนอ (Presentation) แบบอินเตอร์แอคทีฟในลักษณะของการกำกับลำดับและการจัดการ ใช้สำหรับการสร้างงานระบบ มัลติมีเดีย ด้วยการออกแบบในลักษณะแผนภูมิ ทำให้ผู้ที่ไม่ได้เป็นโปรแกรมเมอร์ก็สามารถที่จะสร้างชิ้นงานขึ้นมาโดยไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรม Authorware Professional มีคุณลักษณะ 3 ประการที่สนับสนุนงานสร้าง ออกแบบแอปพลิเคชันรวมทั้งการกระจายไปยังผู้ใช้ ได้แก่

1) Object Authoring ด้วยการออกแบบโปรแกรมทางเทคนิค โดยใช้ Object Authoring ทำให้ผู้ใช้ที่ไม่คุ้นเคยกับการออกแบบโปรแกรม หรือผู้ที่มีประสบการณ์มาแล้วก็ตามสามารถหุ้มทัศนคติสนใจไปยังรายละเอียดของเนื้อหาและวิธีการโต้ตอบของผู้ใช้โดยไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรม การใช้สัญลักษณ์ (ไอคอน) แทนคำสั่ง ทำให้ผู้ใช้สามารถสร้างโปรแกรมที่มีคุณภาพสูงมาใช้ได้อย่างง่ายดาย โดยภายในแต่ละแอปพลิเคชันที่สร้างโดย Authorware สามารถใช้ไอคอนได้ถึง 16,000 ไอคอน

2) Multimedia Tools ในโปรแกรม Authorware Professional ประกอบด้วยเครื่องมือมัลติมีเดียอย่างพร้อมมูล ทำให้ผู้ใช้สามารถสร้างแอปพลิเคชันที่ประกอบด้วยข้อความ, เสียง, ภาพเคลื่อนไหว และวิดีโอเข้าด้วยกัน ทำให้เป็นแอปพลิเคชันที่มีประสิทธิภาพที่จะใช้ในการเรียนการสอน, การอ้างอิง, จำลองการทำงาน ในการนำเสนอสินค้าและการโฆษณา การออกแบบโปรแกรมให้สามารถใช้ได้หลายระบบ ซึ่งทำให้ผู้ใช้ไม่ว่าจะเป็นบนเครื่อง Macintosh หรือภายใต้ระบบ Microsoft Windows ที่อยู่บนเครื่อง PC มีการทำงานที่เหมือนกันและสามารถที่จะติดต่อไปยังทรัพยากรภายนอก

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่างๆ นี้ไม่ว่าจะเป็นในเครื่อง Macintosh หรือเวอร์ชันที่ทำงานภายใต้ Windows ไม่ได้มีความแตกต่างกันมากนัก ซึ่งจะยกเว้นในส่วนของมัลติมีเดียและการทำงานของโปรแกรมในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน

### 2.12.2 3D studio Max

3D studio Max เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับสร้างภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวต่างๆ ซึ่งโปรแกรม 3D studio Max นี้จะถูกจัดและสร้างรูปแบบของภาพ เพื่อนำไปประกอบใช้กับ Program MTB ซึ่งจะเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน เนื่องจาก 3D studio Max เป็นโปรแกรมที่ใช้สร้างภาพ 3 มิติและมีความสามารถสูง สามารถสร้างภาพสี่ที่สมจริงถึง 16.7 ล้านสี

ความสามารถของโปรแกรม 3D studio Max มีมากมาย นอกจากจะใช้ในการสร้างภาพเคลื่อนไหวแบบ 3 มิติตามต้องการแล้วยังสามารถอัดเสียงบรรยายภาพที่สร้างขึ้น ซึ่งไฟล์ที่ได้จะเป็นไฟล์วีดิโอหรือสามารถเลือกไฟล์ที่เก็บได้ตามความต้องการ

ดังนั้นในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ 3 มิติ จึงนิยมใช้โปรแกรม 3D studio Max ในการสร้างภาพประกอบคำอธิบาย เพื่อได้สื่อที่สามารถสื่อความหมายได้เข้าใจมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3

## การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

### 3.1 การออกแบบบทเรียน

ขั้นตอนการออกแบบประกอบด้วย การศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหา, การสร้าง, การสร้างสตอรี่บอร์ด (Story board) ของบทเรียน และการสร้างบทเรียน ซึ่งจะได้กล่าวถึงดังต่อไปนี้

#### 3.1.1 การศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหา

1) รวบรวมเนื้อหาเรื่องการแพร่กระจายและการเดินทางของคลื่น เพื่อเป็นพื้นฐานในการเรียนวิชาวิศวกรรมสายอากาศ ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. 2537

2) ศึกษาเนื้อหาเรื่องการแพร่กระจายและการเดินทางของคลื่น โดยสามารถแบ่งเนื้อหาได้ดังนี้

2.1) บทนำ

2.2) การแพร่กระจายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Radiation)

2.2.1) หลักการพื้นฐานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Fundamental of Electromagnetics

Waves)

2.2.2) ผลของสิ่งแวดล้อม (Effects of the Environment)

2.3) การเดินทางของคลื่น (Propagation of Waves)

2.3.1) คลื่นดิน (Ground Waves)

2.3.2) การเดินทางของคลื่นฟ้า – ชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ (Sky Wave

ropagation-The Ionosphere)

2.3.3) คลื่นอวกาศ (Space Waves)

2.3.4) การเดินทางของคลื่นแบบแตกกระจายกับชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์

(Tropospheric Scatter Propagation)

3) กำหนดวัตถุประสงค์ตามเนื้อหาที่ได้แบ่งไว้ตามข้อที่ 2 ได้ดังนี้

3.1) เพื่อให้นักศึกษาเรียนรู้และเข้าใจ เรื่องการแพร่กระจายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

3.2) เพื่อให้นักศึกษาเรียนรู้และเข้าใจ หลักการพื้นฐานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

3.3) เพื่อให้นักศึกษาเรียนรู้และเข้าใจ ผลของสิ่งแวดล้อมที่มีต่อคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4) เพื่อให้นักศึกษาเรียนรู้และเข้าใจ เรื่องการเดินทางของคลื่น

3.5) เพื่อให้นักศึกษาเรียนรู้และเข้าใจ เรื่องการเดินทางของคลื่นดิน

3.6) เพื่อให้นักศึกษาเรียนรู้และเข้าใจ เรื่องการเดินทางของคลื่นฟ้าและชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์

3.7) เพื่อให้นักศึกษาเรียนรู้และเข้าใจ เรื่องการเดินทางของคลื่นอวกาศ

3.8) เพื่อให้นักศึกษาเรียนรู้และเข้าใจ เรื่องการเดินทางของคลื่นแบบแตกกระจายกับชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์

### 3.1.2 การสร้างสตอรีบอร์ดของบทเรียน

สตอรีบอร์ด หมายถึง เรื่องราวของบทเรียนที่ประกอบด้วยเนื้อหาที่แบ่งเป็นเฟรมๆ ตามรูปแบบการนำเสนอ โดยร่างเป็นแต่ละเฟรมย่อยๆ เรียงลำดับตั้งแต่เฟรมที่ 1 จนถึงเฟรมสุดท้ายของแต่ละหัวข้อและเป็นตัวกำหนดระยะเวลาของภาพและเสียงประกอบที่ใช้ในแต่ละเฟรม


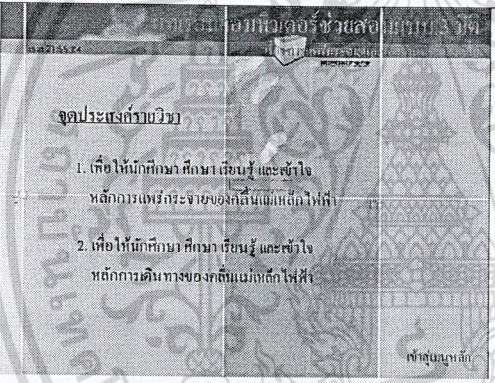

การสร้างสตอรีบอร์ดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ 3 มิติ เรื่องการแพร่กระจายและการเดินทางของคลื่น สามารถทำได้ดังนี้

#### ตารางที่ 3.1 สตอรีบอร์ดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ 3 มิติ เรื่องการแพร่กระจายและการเดินทางของคลื่น

รูปที่	ภาพ	คำบรรยาย
1		<ul style="list-style-type: none"> <li>- แสดงหน้าจอแรกที่เข้าสู่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ 3 มิติ เรื่อง การแพร่กระจายและการเดินทางของคลื่น</li> <li>- มีเสียงดนตรีประกอบ</li> </ul>

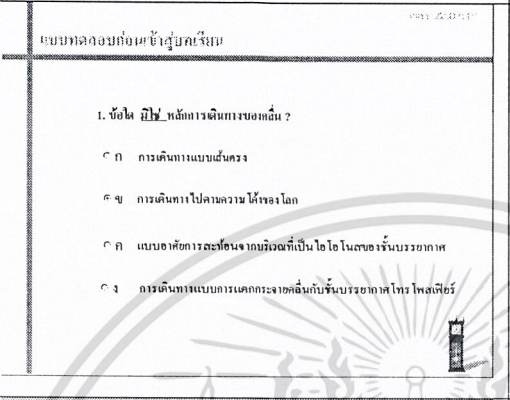

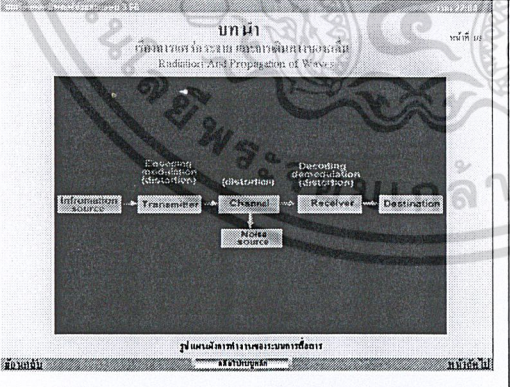
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 (ต่อ) สตอร์รี่บอร์ดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ 3 มิติ เรื่องการแพร่กระจายและการเดินทางของคลื่น

รูปที่	ภาพ	คำบรรยาย
2		<ul style="list-style-type: none"> <li>- แสดงหน้าจอชื่อของโครงการ เรื่อง การแพร่กระจายและการเดินทางของคลื่น</li> <li>- แสดงปุ่มให้คลิกเพื่อเข้าสู่จุดประสงค์รายวิชา</li> <li>- มีเสียงบรรยายประกอบดนตรี</li> </ul>
3		<ul style="list-style-type: none"> <li>- แสดงหน้าจอที่บอกให้นักศึกษาทราบถึงจุดประสงค์รายวิชา</li> <li>- แสดงปุ่มให้คลิกเพื่อเข้าสู่เมนูหลัก</li> <li>- มีเสียงดนตรีประกอบ</li> </ul>
4		<ul style="list-style-type: none"> <li>- แสดงหน้าจอเมนูหลัก</li> <li>- แสดงปุ่มให้คลิกเพื่อเข้าสู่เมนูย่อยตามต้องการ โดยหากนำมาใส่ไปวางบนปุ่มจะเกิดแสงสีขึ้น</li> <li>- มีเสียงดนตรีประกอบ</li> </ul>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 (ต่อ) สตอร์รี่บอร์ดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ 3 มิติ เรื่องการแพร่กระจายและการเดินทางของคลื่น

รูปที่	ภาพ	คำบรรยาย
5		<ul style="list-style-type: none"> <li>- แสดงหน้าจอตัวอย่างแบบทดสอบก่อนเข้าสู่บทเรียน (จากข้อสอบทั้งหมด 20 ข้อ) ซึ่งผู้ที่เข้ามาครั้งแรกจะต้องทำแบบทดสอบก่อนที่จะเข้าสู่เนื้อหา</li> <li>- มีเสียงดนตรีประกอบ</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- แสดงผลการรวมคะแนนเมื่อทำแบบทดสอบก่อนบทเรียนครบ 20 ข้อ จะเป็นการวัดความรู้ของผู้เรียนก่อนเข้าสู่บทเรียนว่ามีความรู้ในเรื่องที่จะศึกษามากน้อยเพียงใด</li> <li>- มีเสียงดนตรีประกอบ</li> </ul>
6		<ul style="list-style-type: none"> <li>- แสดงหน้าจอบทนำ เรื่อง การแพร่กระจายและการเดินทางของคลื่น (เมื่อได้เลือกปุ่มเมนูบทนำ จากหน้าจอเมนูหลัก)</li> <li>- มีเสียงบรรยายประกอบดนตรี</li> </ul>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 (ต่อ) สตอร์รี่บอร์ดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ 3 มิติ เรื่องการแพร่กระจายและการเดินทางของคลื่น

รูปที่	ภาพ	คำบรรยาย
7		<ul style="list-style-type: none"> <li>- แสดงหน้าจอเมนูย่อย (บทเรียนที่ 1) เรื่อง การแพร่กระจายของคลื่น (เมื่อได้เลือกปุ่มเมนูบทเรียนที่ 1 จากหน้าจอเมนูหลัก)</li> <li>- มีเสียงดนตรีประกอบ</li> <li>- แสดงปุ่มที่สามารถคลิกเข้าเมนูหลักได้</li> </ul>
8		<ul style="list-style-type: none"> <li>- แสดงหน้าจอเนื้อหาของบทเรียนที่ 1 (หน้าที่ 2 จากทั้งหมด 18 หน้า)</li> <li>- แสดงรูปภาพ 3 มิติ ที่สามารถควบคุมได้</li> <li>- มีเสียงบรรยายประกอบดนตรี</li> <li>- มีปุ่มให้เลือกแสดงเนื้อหาในแต่ละหน้าและปุ่มกลับสู่เมนูหลัก</li> </ul>
9		<ul style="list-style-type: none"> <li>- แสดงหน้าจอเมนูย่อย (บทเรียนที่ 2) เรื่อง การเดินทางของคลื่น (เมื่อได้เลือกปุ่มเมนูบทเรียนที่ 2 จากหน้าจอเมนูหลัก)</li> <li>- มีเสียงดนตรีประกอบ</li> <li>- แสดงปุ่มที่สามารถคลิกเข้าเมนูหลักได้</li> </ul>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 (ต่อ) สตอรี่บอร์ดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ 3 มิติ เรื่องการแพร่กระจายและการเดินทางของคลื่น

รูปที่	ภาพ	คำบรรยาย
10		<ul style="list-style-type: none"> <li>- แสดงหน้าจอเนื้อหาของบทเรียนที่ 1 (หน้าที่ 7 จากทั้งหมด 13 หน้า)</li> <li>- แสดงรูปภาพ 3 มิติ ที่สามารถควบคุมได้</li> <li>- มีเสียงบรรยายประกอบดนตรี</li> <li>- มีปุ่มให้เลือกแสดงเนื้อหาในแต่ละหน้าและปุ่มกลับสู่เมนูหลัก</li> </ul>
11		<ul style="list-style-type: none"> <li>- แสดงหน้าจอตัวอย่างแบบทดสอบท้ายบทเรียน (จากข้อสอบทั้งหมด 20 ข้อ)</li> <li>- และจะมีการรวมคะแนนทั้งหมดที่ทำได้ ซึ่งเหมือนกับแบบทดสอบก่อนบทเรียน (ดังภาพที่ 5)</li> <li>- มีเสียงดนตรีประกอบ</li> </ul>
12		<ul style="list-style-type: none"> <li>- แสดงหน้าจอการออกจากโปรแกรม เมื่อเลือกปุ่มออกจากโปรแกรม จากเมนูหลัก</li> <li>- แสดงรายชื่อผู้จัดทำ</li> <li>- มีเสียงดนตรีประกอบ</li> </ul>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

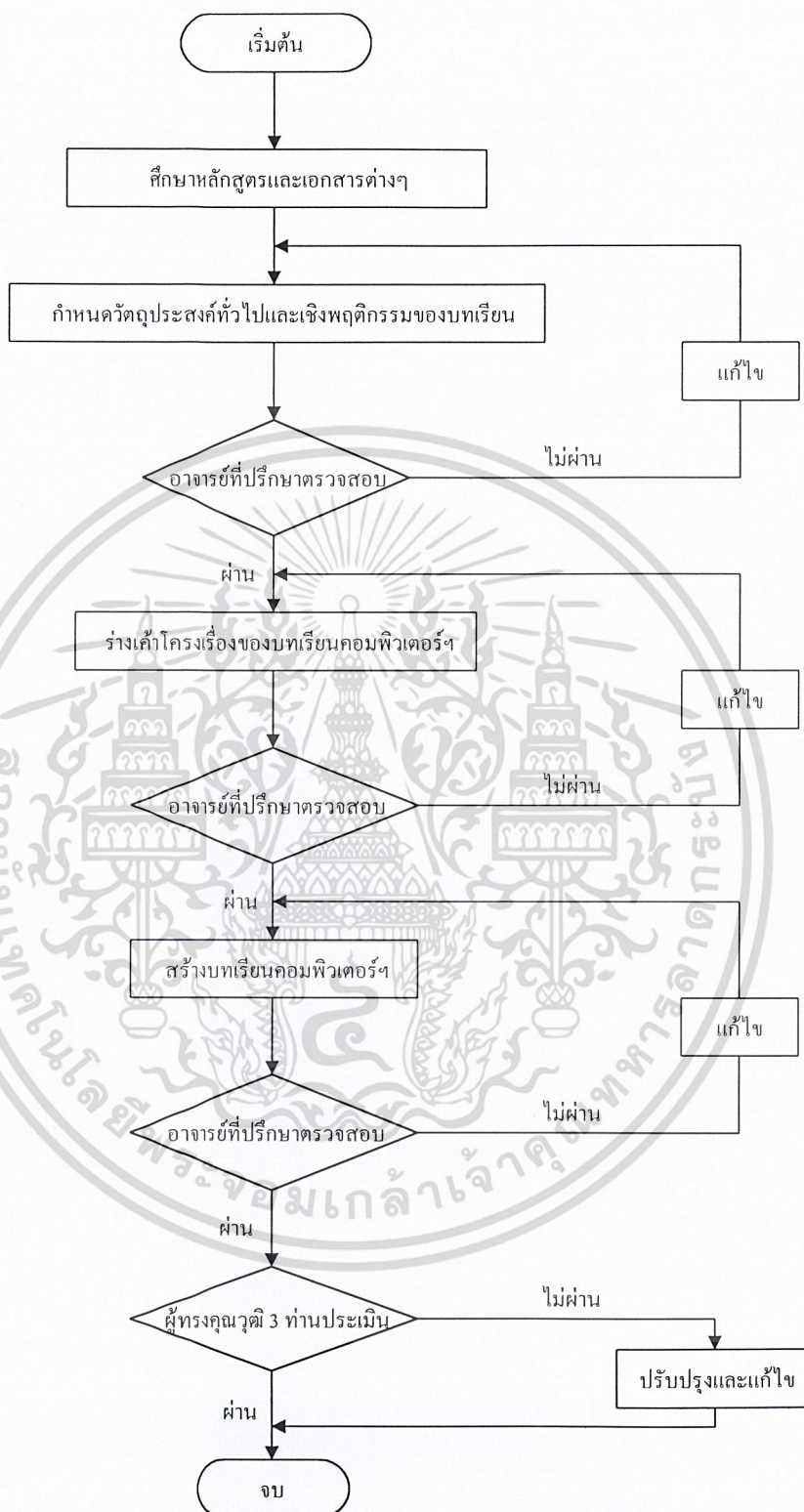
### 3.2 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Courseware Construction)

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้จะดำเนินตามสตอรี่บอร์ดที่ได้วางไว้ทั้งหมดนับตั้งแต่การออกแบบเฟรมเปล่าหน้าจอ การกำหนดสีที่จะใช้งานจริง รูปแบบของตัวอักษรที่จะใช้ ขนาดของตัวอักษร สีพื้นและสีของตัวอักษรและข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งรวมไปถึงการสร้างภาพ การสร้างเสียง การสร้างเงื่อนไขของบทเรียน การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาแต่ละเฟรมแต่ละหัวข้อ

ในการจัดสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการแพร่กระจายและการเดินทางของคลื่น นั้นมีขั้นตอนในการดำเนินงาน (ดังแสดงในรูปที่ 3.1) ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร เนื้อหารายวิชา และเอกสารต่างๆ
2. วิเคราะห์เนื้อหา กำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไป และกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
3. นำเนื้อหา วัตถุประสงค์ทั่วไป และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสนออาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขจนกว่าจะเหมาะสม
4. ร่างเค้าโครงเรื่องและสร้างสตอรี่บอร์ดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
5. นำเค้าโครงเรื่องที่ร่างเสร็จและสตอรี่บอร์ดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เสนออาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขจนกว่าจะเหมาะสม
6. สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
7. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างเสร็จเสนออาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขจนกว่าจะเหมาะสม
8. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างเสร็จ เสนอผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมและประเมินคุณภาพของบทเรียน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
9. ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะโดยปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
10. นำผลที่ได้จากการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้งด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อมาทำการวิเคราะห์ เพื่อหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าอยู่ในระดับใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

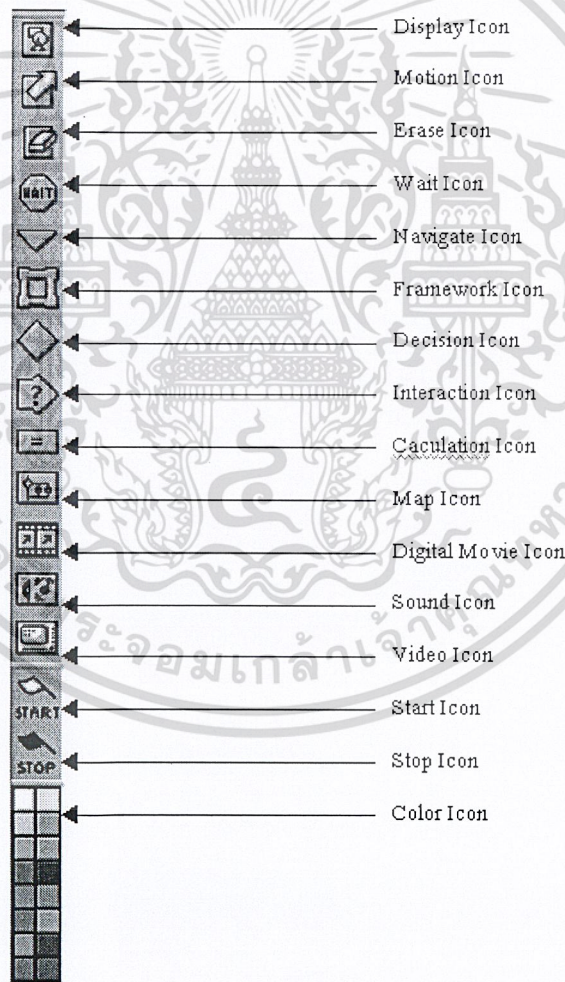


รูปที่ 3.1 แผนผังขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3 การเขียนโปรแกรม

การเขียนโปรแกรมนั้นจะต้องศึกษาการใช้งานของโปรแกรมและการใช้ฟังก์ชันต่างๆ ของโปรแกรมตลอดจนการประยุกต์ใช้โดยนำโปรแกรมอื่นมาช่วยในการสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อให้ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคุณภาพยิ่งขึ้น เช่น การใช้เครื่องมือที่มีอยู่บนตัว Tool Box ของการใช้โปรแกรม Authorware ซึ่งเป็นเครื่องมือหลักในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ทำตามวัตถุประสงค์ที่เราต้องการ Tool Box นี้จะมีลักษณะเป็นไอคอน (ไอคอน หมายถึง สัญลักษณ์ที่มีลักษณะเป็นรูปภาพ) ที่เรียงตามแนวตั้งอยู่บนหน้าต่างของโปรแกรม Authorware ซึ่งมีลักษณะและหน้าที่การทำงานดังนี้



รูปที่ 3.2 Tool Box ของโปรแกรม Authorware

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.1) การทำงานของ Tool Box

การทำงานของ Tool Box แบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

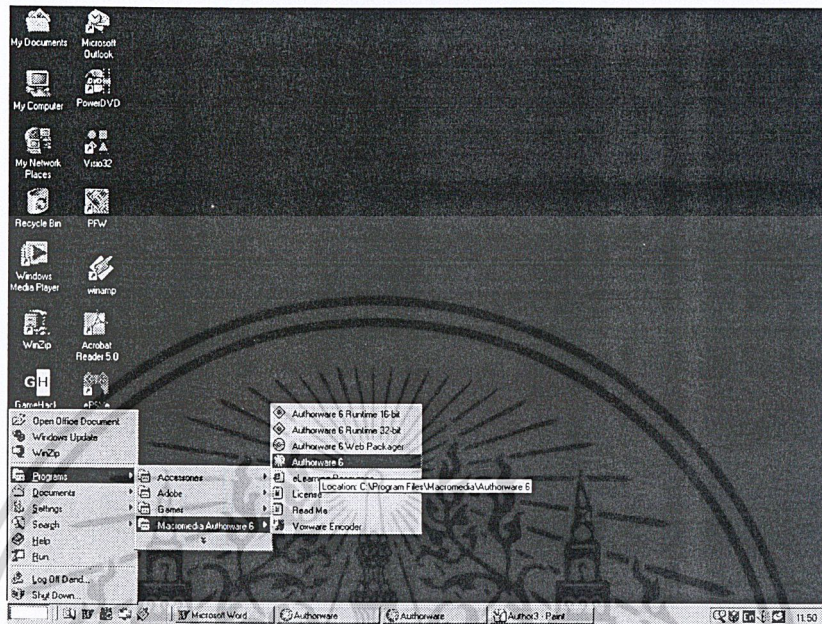
- 1) กลุ่มเครื่องมือสร้างสรรค์ (Creative tool group) ประกอบไปด้วย
  - 1.1) ไอคอน Display คือ เครื่องมือที่ใช้สร้างข้อความและรูปภาพเพื่อแสดงบนหน้าจอ
  - 1.2) ไอคอน Motion คือ เครื่องมือที่ใช้สร้างการเคลื่อนที่ให้กับวัตถุซึ่งอาจเป็นข้อความหรือรูปภาพต่างๆ
    - 1.3) ไอคอน Erase คือ เครื่องมือที่ใช้ลบวัตถุที่แสดงอยู่บนหน้าจอ
- 2) กลุ่มเครื่องมืออินเตอร์แอคทีฟ (Interactive tool group) ประกอบไปด้วย
  - 2.1) ไอคอน Wait คือ เครื่องมือที่ใช้สร้างการหน่วงเวลาในการแสดง
  - 2.2) ไอคอน Navigate คือ เครื่องมือที่ใช้กำหนดทิศทางการทำงานและยังช่วยในการทำ Hyper Text ด้วย
  - 2.3) ไอคอน Framework คือ เครื่องมือที่ใช้สร้างงานที่มีลักษณะเป็นหน้า (Page) และใช้ Framework ในการควบคุมการแสดงผลแต่ละหน้า
  - 2.4) ไอคอน Decision คือ เครื่องมือที่ใช้สร้างทางเลือกในการทำงาน
  - 2.5) ไอคอน Interaction คือ เครื่องมือที่ใช้สร้างการโต้ตอบกับผู้ใช้ในรูปแบบต่างๆ เช่น การสร้างปุ่มหรือช่องกรอกข้อความ เป็นต้น
  - 2.6) ไอคอน Calculation คือ เครื่องมือที่ใช้เขียน โปรแกรมสคริปต์ สำหรับการทำงานที่มีความซับซ้อนมากขึ้น มีการคำนวณหรือการเก็บค่าต่างๆ
  - 2.7) ไอคอน Map คือ เครื่องมือที่ใช้จัดหมวดหมู่ของ ไอคอนต่างๆ ที่สร้างเพื่อให้ดูง่ายขึ้น
3. กลุ่มเครื่องมือการนำเข้า (Import tool group) ประกอบไปด้วย
  - 3.1) ไอคอน Digital movie คือ เครื่องมือที่ใช้นำภาพจากไฟล์ภาพยนตร์มาแสดง
  - 3.2) ไอคอน Sound คือ เครื่องมือที่ใช้นำไฟล์เสียงมาแสดง
  - 3.3) ไอคอน Video คือ เครื่องมือที่ใช้นำภาพจากกล้องวิดีโอมาแสดง

### 3.3.2 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ 3 มิติ เรื่องการแพร่กระจาย และการเดินทางของคลื่น โดยโปรแกรม Macromedia Authorware Version 6

เราสามารถสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามโครงร่างหรือสคริปที่เราได้ร่างไว้แล้วตามหัวข้อที่ 3.1.2 (การสร้างสตอรี่บอร์ด) ในที่นี้จะแสดงการเขียนโปรแกรมในหนึ่งหน้า โดยจะยกตัวอย่างจากการสร้างหน้าจอแรกที่จะเข้าสู่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

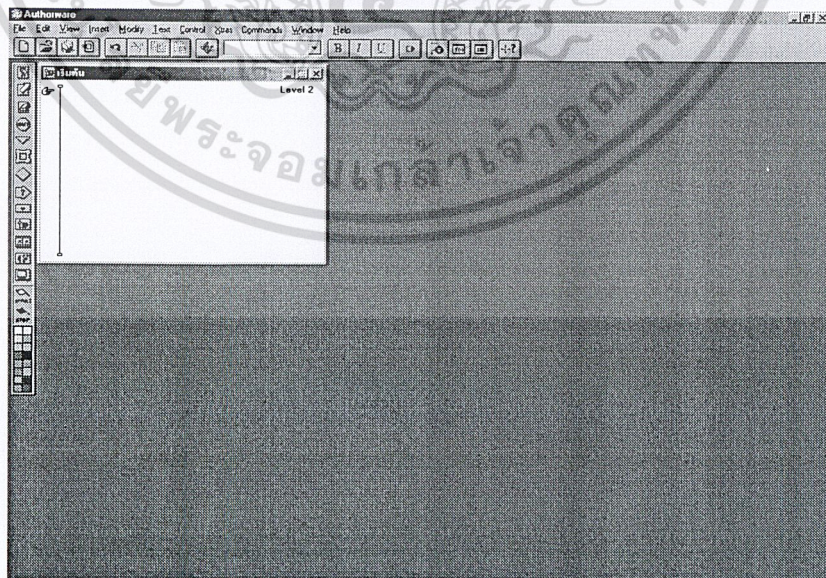
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เริ่มจากการเข้าโปรแกรม Authorware Version 6 ดังรูปที่ 3.3



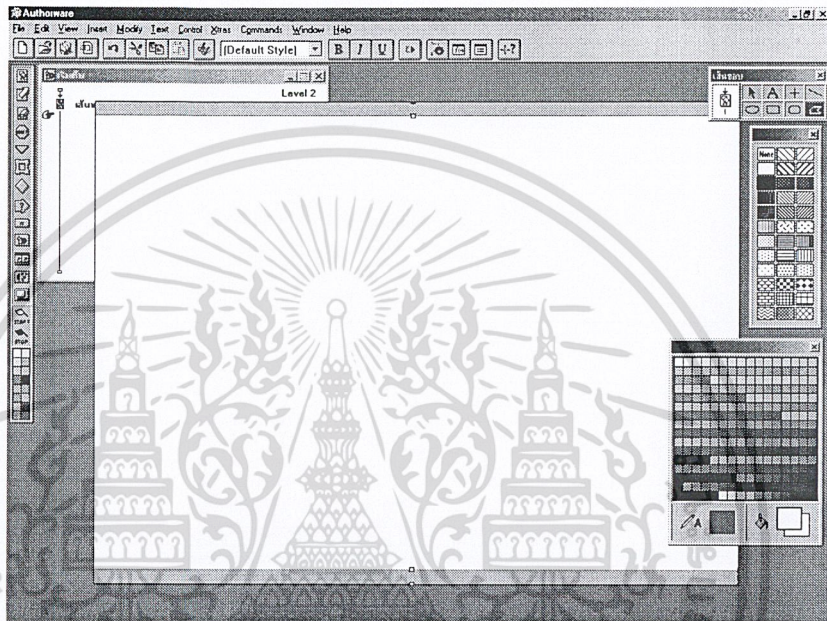
รูปที่ 3.3 การเข้าโปรแกรม Authorware Version 6

2. จากนั้นเลือกเมนู File > New > File เพื่อสร้างชิ้นงานใหม่ โดยตั้งชื่อว่า “เริ่มต้น” ดังรูปที่ 3.4



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับอาจารย์งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
รูปที่ 3.4 การสร้างชิ้นงานใหม่ ชื่อว่า “เริ่มต้น”  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

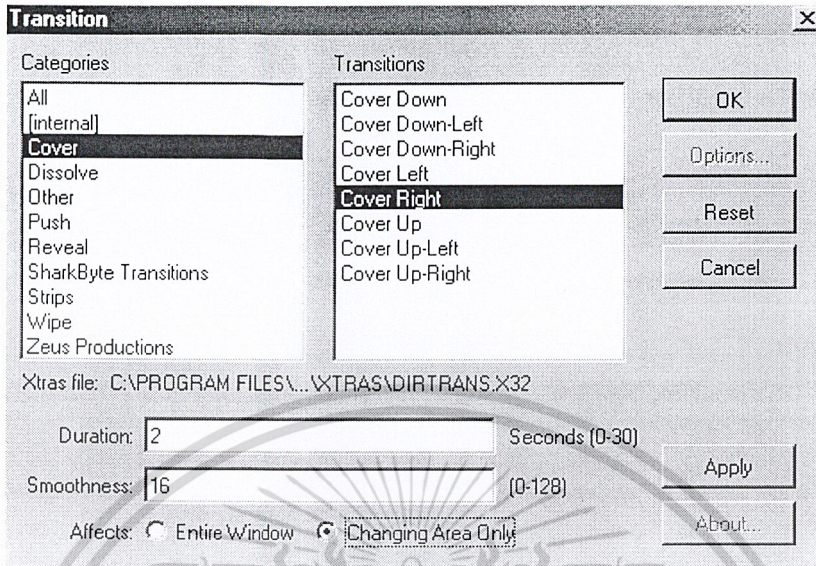
3. ลากไอคอน Display มาวางไว้บนเส้น Flowline แล้วตั้งชื่อว่า “เส้นขอบ” เพื่อสร้างชิ้นงานแรกเป็นเส้นขอบของหน้าจอ
4. จากนั้นดับเบิลคลิกเข้าไปในไอคอน Display แล้วทำการสร้างเส้นขอบขึ้นมา เลือกสี ลวดลายหรือขนาดของเส้นขอบ ตามความต้องการ โดยแสดงให้เห็นดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 การสร้างชิ้นงานแรกซึ่งแสดงเส้นขอบบนหน้าจอ

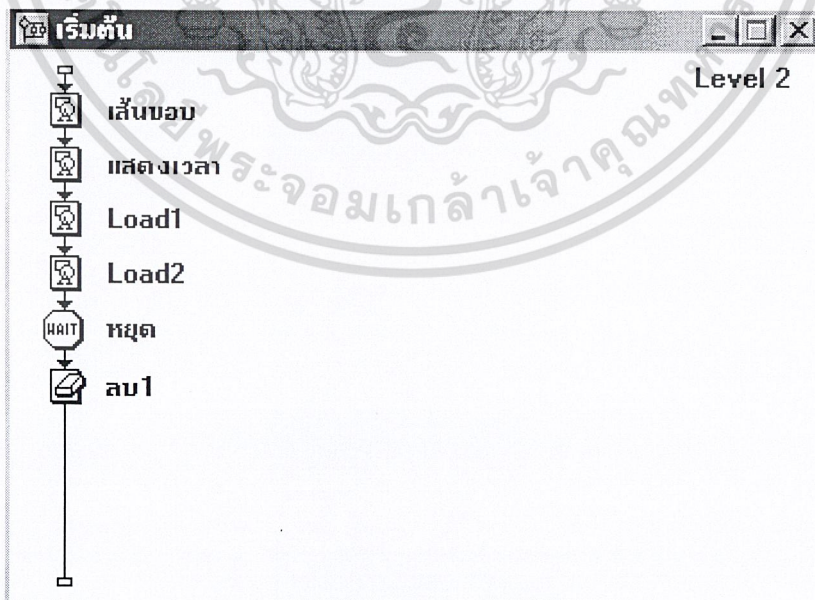
5. และยังสามารถกำหนดรูปแบบการแสดงผลของชิ้นงานได้หลากหลายรูปแบบ อีกทั้งยังสามารถใส่ลูกเล่นในชิ้นงานแต่ละชิ้นได้ โดยการกำหนดเลือกเมนู Modify > Icon > Transition ดังแสดงในรูปที่ 3.6 ซึ่งจะปรากฏเป็นหน้าจอ Transition เพื่อให้สามารถเลือกรูปแบบการแสดงผลได้ตามความต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 หน้าจอ Transition

6. ต่อมาทำการสร้างหน้าจอแรกที่จะเข้าสู่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยเริ่มจากการสร้างเส้นขอบซึ่งเป็นชิ้นงานแรกก่อน จากนั้นสร้างชิ้นงานที่สอง คือ การแสดงเวลาและสร้างชิ้นงานที่ 3 (Load1), 4 (Load2) ตามต้องการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูปที่ 3.7 การสร้างชิ้นงานต่างๆ บนเส้น Flowline ในหน้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. จากข้อที่ 6. สามารถกำหนดการทำงานของหน้าจอแรกนี้ได้อีก โดยในที่นี้จะกำหนดให้ภาพมีการหน่วงเวลาโดยการหยุดรอก่อนประมาณ 5 วินาที ก่อนที่จะเข้าสู่หน้าจอต่อไป ซึ่งจะใช้ไอคอน Wait ในการหน่วงเวลา (สามารถกำหนดเวลาหรือลูกเล่นอื่นๆ ได้อีก) ดังรูปที่ 3.7
8. เมื่อสร้างชิ้นงานในหน้าจอแรกทั้งหมดเสร็จเรียบร้อยแล้ว เราสามารถดูรูปแบบชิ้นงานที่เราสร้างได้โดยการรันการทำงานของโปรแกรม ซึ่งใช้ปุ่ม Control Panel ที่มีอยู่ในโปรแกรม Authorware Version 6 ช่วยในการควบคุมการแสดงผลหน้าจอแรกที่เราสร้างขึ้น ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 การเข้าสู่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สำเร็จแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4 การสร้างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสร้างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

- 1) ศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียน
- 2) กำหนดหัวข้อและสร้างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยได้แบ่งการประเมินออกเป็น 2 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา จำนวน 2 หน่วยย่อย หน่วยละ 8 ข้อ และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 2 หน่วยย่อย หน่วยละ 12 ข้อ โดยใช้แบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ในการให้คะแนน โดยมีสูตรและเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

#### 2.1) ระดับความคิดเห็น 5 ระดับ

- |         |   |
|---------|---|
| 5 คะแนน | คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ ดีมาก       |
| 4 คะแนน | คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ ดี          |
| 3 คะแนน | คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ ปานกลาง     |
| 2 คะแนน | คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ พอใช้       |
| 1 คะแนน | คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ ควรปรับปรุง |

#### 2.2) เกณฑ์การประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

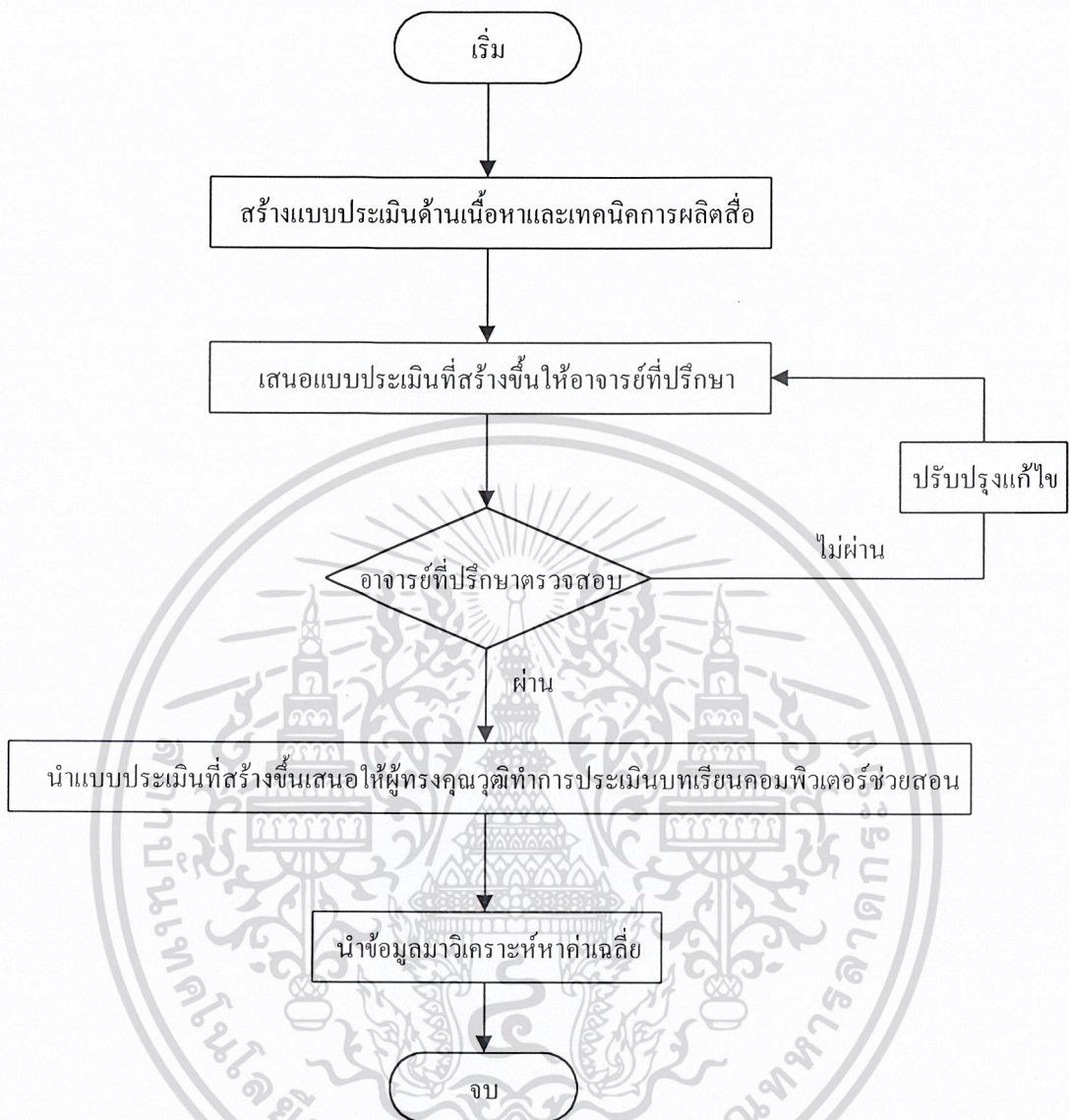
- |             |   |
|-------------|---|
| 4.50 - 5.00 | คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ ดีมาก       |
| 3.50 - 4.49 | คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ ดี          |
| 2.50 - 3.49 | คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ ปานกลาง     |
| 1.50 - 2.49 | คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ พอใช้       |
| 1.00 - 1.49 | คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ ควรปรับปรุง |

- 3) นำแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้ เสนออาจารย์ที่ปรึกษา และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมตรวจสอบ เพื่อไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

- 4) ให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อทำการประเมิน

- 5) นำแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ประเมินแล้วมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ซึ่งผลการประเมินแต่ละรายการจะต้องมีค่าเฉลี่ย 3.50 ขึ้นไป จึงจะถือว่ามีความเหมาะสม แต่ถ้าผลการประเมินต่ำกว่า 3.50 ก็ต้องทำการแก้ไขในส่วนที่บกพร่องเพื่อให้มีคุณภาพที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### การทดลองและผลการทดลอง

#### 4.1 บทนำ

บทนี้เป็นการกล่าวถึงผลการทดลองในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการแพร่กระจายและการเดินทางของคลื่นและสามารถหาคุณภาพของตัวบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้จากการนำเอาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการแพร่กระจายและการเดินทางของคลื่นนี้ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินผลทั้งด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อ

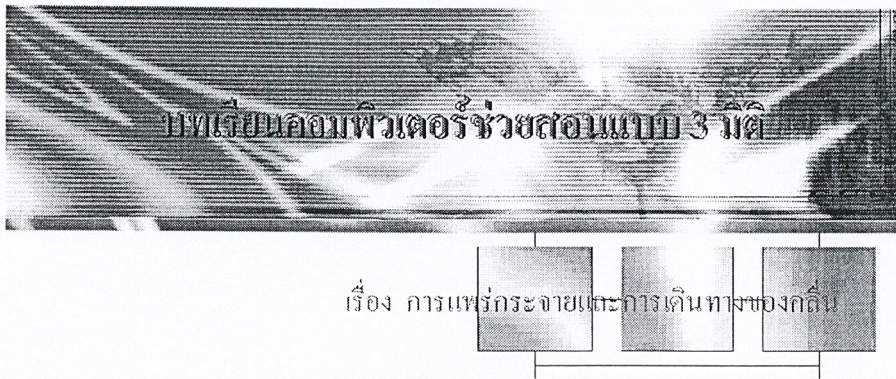
#### 4.2 ผลการทดลอง

1. ผลการสร้างบทเรียน โดยแสดงขั้นตอนการเข้าสู่บทเรียนที่หน้าจอหลักๆ

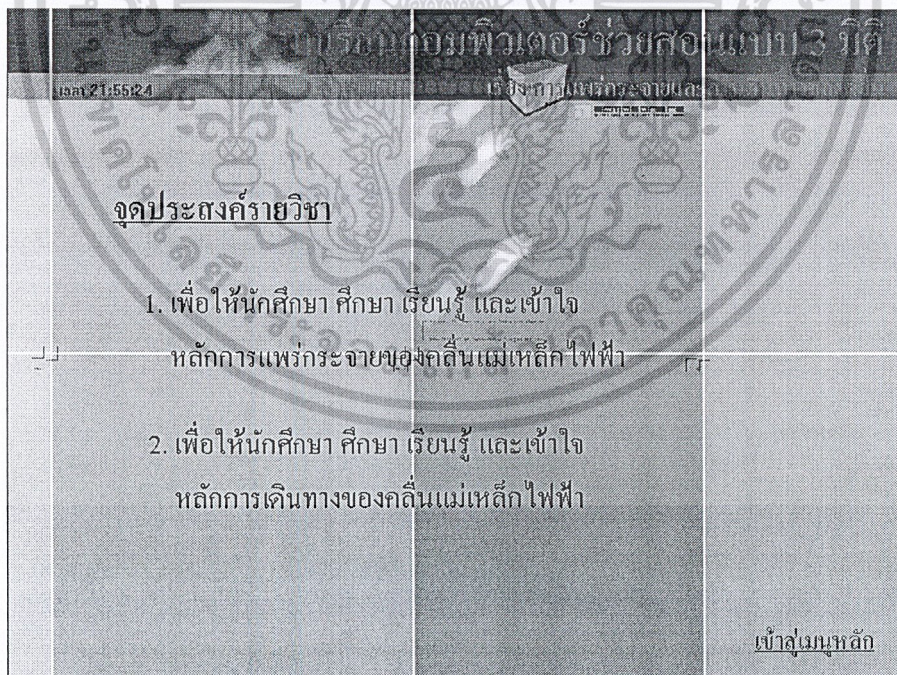


รูปที่ 4.1 การเริ่มเข้าสู่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

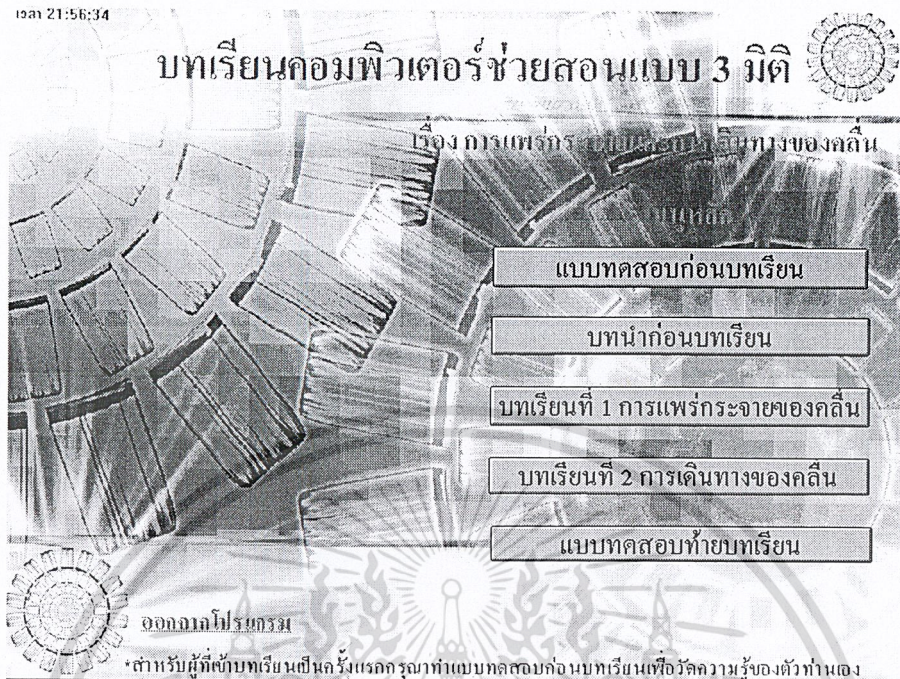


รูปที่ 4.2 หน้าจอชื่อโครงการ

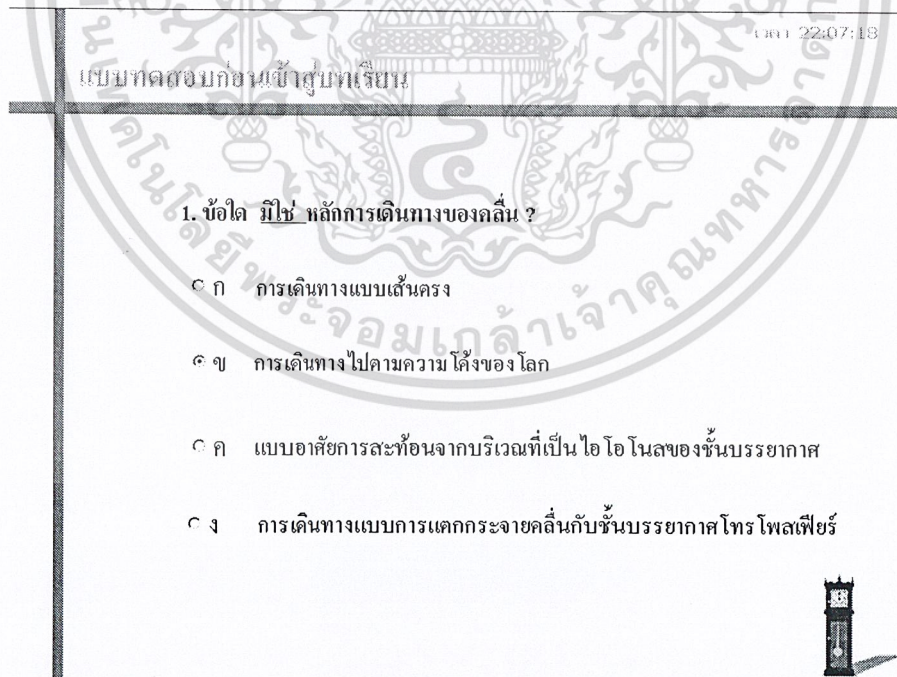


รูปที่ 4.3 จุดประสงค์รายวิชาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 หน้าจอเมนูหลัก



รูปที่ 4.5 หน้าจอตัวอย่างแบบทดสอบก่อนเข้าสู่บทเรียน (จากทั้งหมด 20 ข้อ อยู่ในภาคผนวก จ)  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สรุปคะแนนในการทำแบบทดสอบก่อนบทเรียน

คุณได้คะแนน 5 คะแนน



จากทั้งหมด 20 คะแนน

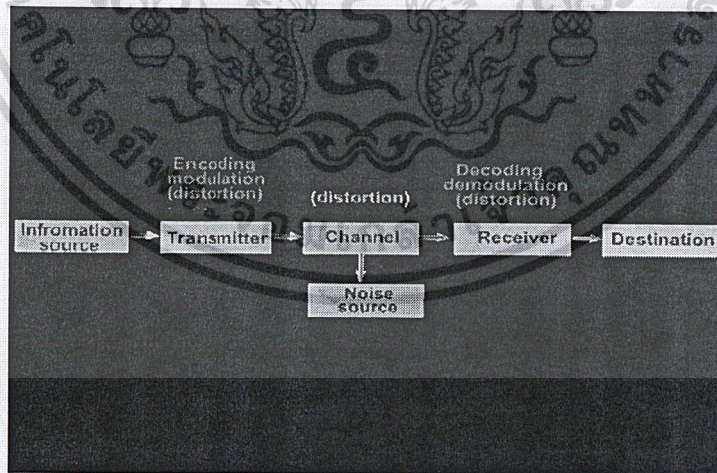
ขอให้คุณโชคดีในการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน เพื่อวัดความรู้ที่ได้จากการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้  
กลับไปยังบทหลัก

รูปที่ 4.6 ตัวอย่างการสรุปคะแนนที่ได้จากทดสอบก่อนบทเรียน

## บทนำ

เรื่องการแผ่กระจายและการเดินทางของคลื่น  
Radiation And Propagation of Waves

หน้า 22



รูปแผนผังการทำงานของระบบการสื่อสาร

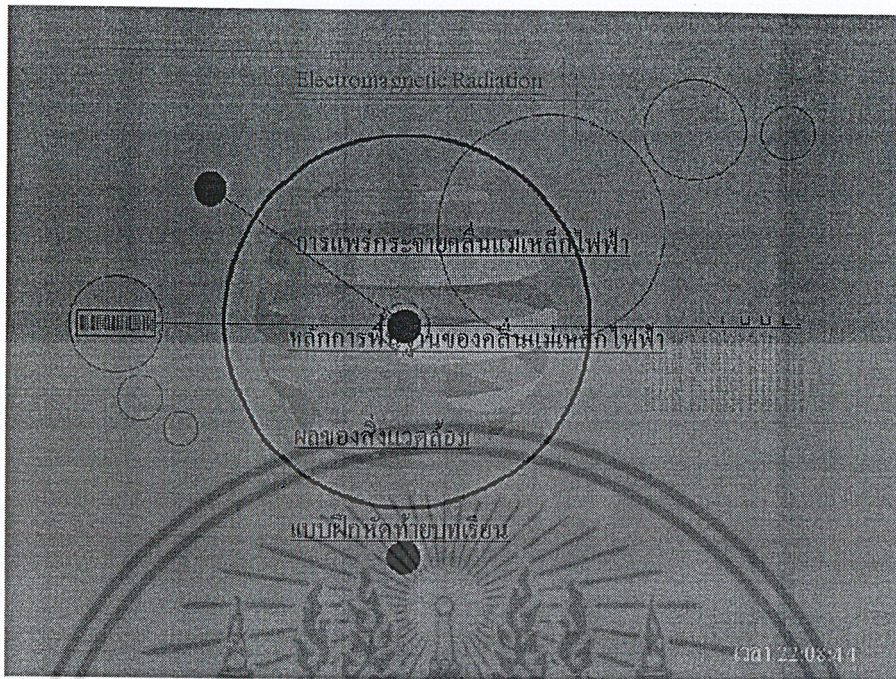
ย้อนกลับ

กลับไปยังบทหลัก

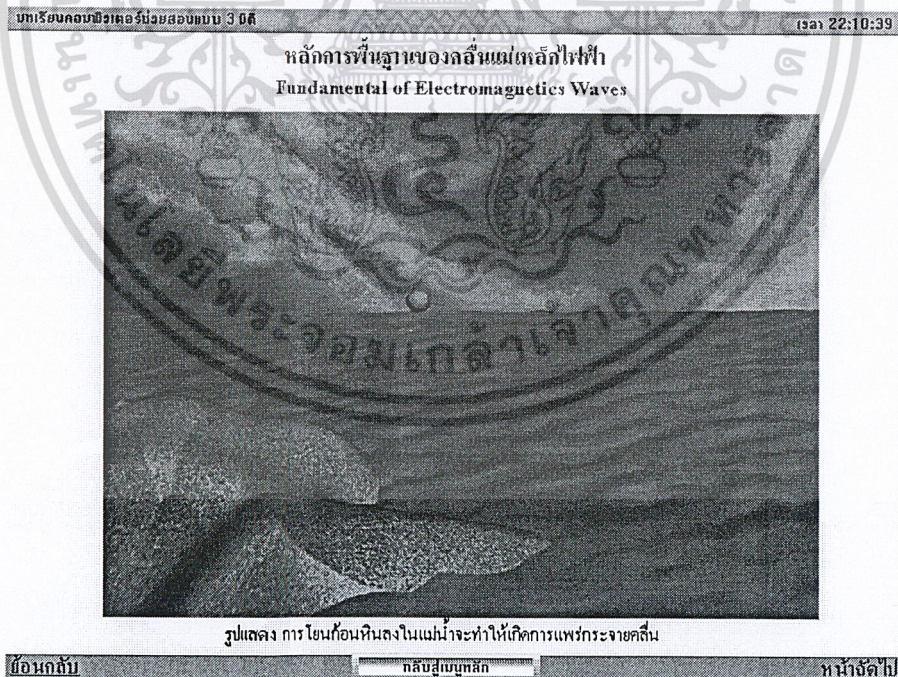
หน้าถัดไป

รูปที่ 4.7 หน้าจอตัวอย่างของบทนำ เรื่องการแพร่กระจายและการเดินทางของคลื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

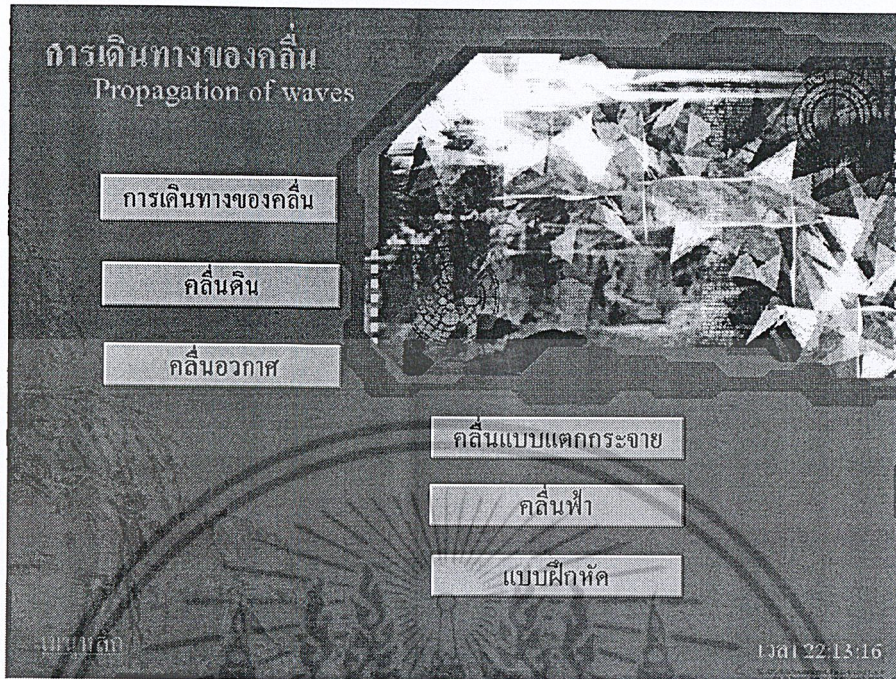


รูปที่ 4.8 หน้าจอเมนูย่อยของบทเรียนที่ 1 เรื่องการแพร่กระจายคลื่นแม่เหล็กแม่เหล็กไฟฟ้า

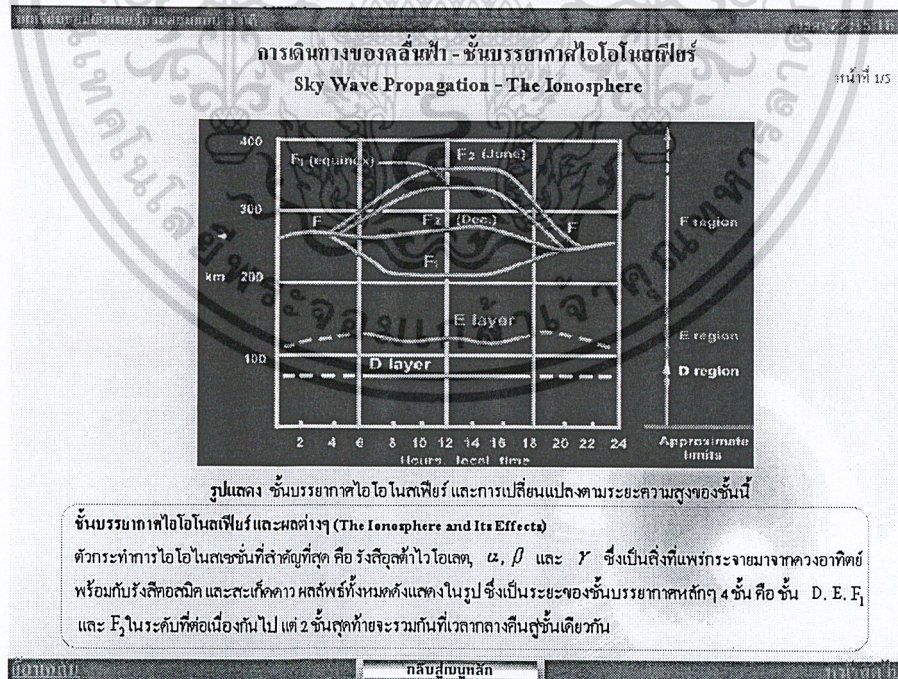


รูปที่ 4.9 การเข้าสู่เนื้อหาในเมนูย่อยของบทเรียนที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 หน้าจอเมนูย่อยของบทเรียนที่ 2 เรื่องการแพร่กระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า



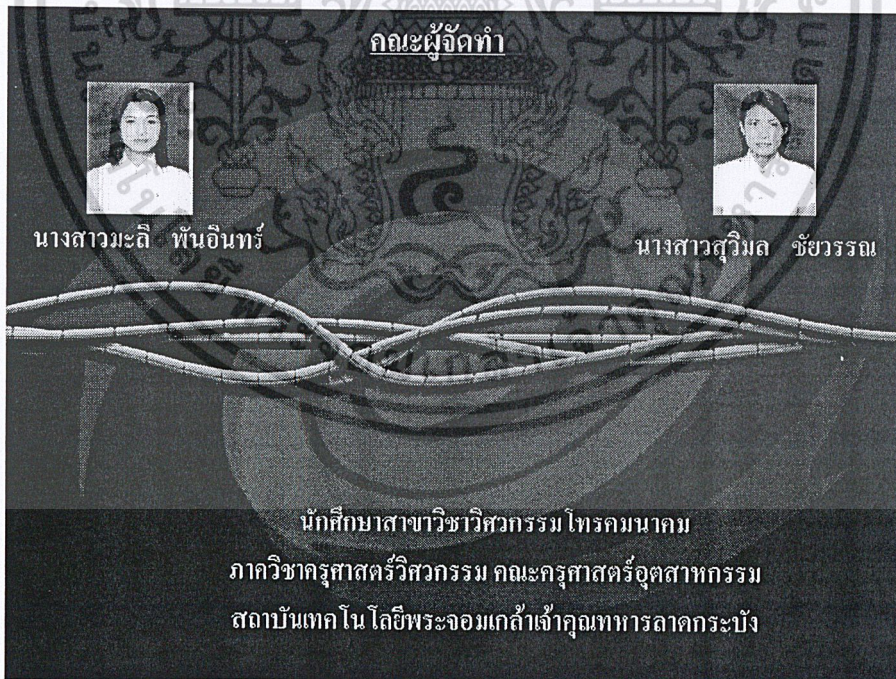
รูปที่ 4.11 การเข้าสู่เนื้อหาในเมนูย่อยของบทเรียนที่ 2 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีลักษณะการเคลื่อนที่แบบใด ?

- ก Longitudinal
- ข Transverse
- ค Refraction
- ง Interference



รูปที่ 4.12 หน้าจอตัวอย่างแบบทดสอบท้ายบทเรียน (จากทั้งหมด 20 ข้ออยู่ในภาคผนวก จ)



รูปที่ 4.13 หน้าจอรายชื่อผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.3 วิธีการดำเนินการทดลองหาคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นนี้ไปหาคุณภาพของตัวบทเรียน โดยการนำเอาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินผลทั้งทางด้านเนื้อหาและด้านการผลิตสื่อ

2. วิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้จากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ

### 4.4 ผลการหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้งด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

#### 4.4.1 ผลการหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเนื้อหา

การประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการแพร่กระจายและการเดินทางของคลื่น (ด้านเนื้อหา) ทำการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน โดยประเมินเนื้อหาของแต่ละหัวข้อเรื่องย่อยของบทเรียน ซึ่งประกอบไปด้วยเรื่องการแพร่กระจายของคลื่นและการเดินทางของคลื่น ซึ่งผลการประเมินมีรายละเอียดดังในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยและระดับคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ด้านเนื้อหา) ในหัวข้อย่อย เรื่องการแพร่กระจายของคลื่น

รายการประเมิน	X	ระดับคุณภาพ
1. เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	4	ดี
2. การแบ่งเนื้อหามีความเหมาะสม	4	ดี
3. ความถูกต้องของเนื้อหา	3.67	ดี
4. ความเหมาะสมในการจัดลำดับการนำเสนอเนื้อหา	4	ดี
5. ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	3.67	ดี
6. ความเหมาะสมของภาพในด้านการสื่อความหมาย	3.67	ดี
7. บทเรียนมีลักษณะจูงใจ น่าสนใจในการเรียน	3.33	ปานกลาง
8. บทเรียนสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์การเรียนการสอนต่างๆ ได้	3.33	ปานกลาง
รวม	3.71	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยและระดับคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ด้านเนื้อหา) ในหัวข้อ  
ย่อย เรื่องการเดินทางของคลื่น

รายการประเมิน	$\bar{X}$	ระดับคุณภาพ
1. เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	4	ดี
2. การแบ่งเนื้อหามีความเหมาะสม	4	ดี
3. ความถูกต้องของเนื้อหา	3.33	ปานกลาง
4. ความเหมาะสมในการจัดลำดับการนำเสนอเนื้อหา	4	ดี
5. ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	3.33	ปานกลาง
6. ความเหมาะสมของภาพในด้านการสื่อความหมาย	4	ดี
7. บทเรียนมีลักษณะจูงใจ น่าสนใจในการเรียน	3.67	ดี
8. บทเรียนสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์การเรียนการสอนต่างๆ ได้	3.67	ดี
รวม	3.75	ดี

#### 4.4.2 ผลการหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

การประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการแพร่กระจายและการเดินทางของคลื่น (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ) ทำการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน โดยประเมินเนื้อหาของแต่ละหัวข้อเรื่องย่อยของบทเรียน ซึ่งประกอบไปด้วยเรื่องการแพร่กระจายของคลื่นและการเดินทางของคลื่น ซึ่งผลการประเมินมีรายละเอียดดังในตารางที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยและระดับคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ) ในหัวข้อย่อย เรื่องการแพร่กระจายของคลื่น

รายการประเมิน	$\bar{X}$	ระดับคุณภาพ
1. การวางรูปแบบของหน้าจอ	4.67	ดีมาก
2. ความเหมาะสมในการนำเสนอบทเรียน	5	ดีมาก
3. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	3.67	ดี
4. ความเหมาะสมของสีตัวอักษรหรือหน้าฉาก	3.33	ปานกลาง
5. ความเหมาะสมของสีพื้นหลัง	3.67	ดี
6. ความเหมาะสมของเสียงบรรยาย	2.33	พอใช้
7. ความเหมาะสมของเสียงประกอบ	2.33	พอใช้
8. ความเหมาะสมของสีของภาพกราฟิก	2.67	ปานกลาง
9. ความเหมาะสมของภาพในด้านการสื่อความหมาย	4.67	ดีมาก
10. ความเหมาะสมของภาพกราฟิก	4.67	ดีมาก
11. บทเรียนมีลักษณะจูงใจ น่าสนใจในการเรียน	4.67	ดีมาก
12. ความสะดวกและง่ายต่อการใช้โปรแกรม	5	ดีมาก
รวม	3.89	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยและระดับคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ) ในหัวข้อย่อย เรื่องการเดินทางของคลื่น

รายการประเมิน	$\bar{X}$	ระดับคุณภาพ
1. การวางรูปแบบของหน้าจอ	4.67	ดีมาก
2. ความเหมาะสมในการนำเสนอบทเรียน	5	ดีมาก
3. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	4.33	ดี
4. ความเหมาะสมของสีตัวอักษรหรือน้ำฉาก	3	ปานกลาง
5. ความเหมาะสมของสีพื้นหลัง	4	ดี
6. ความเหมาะสมของเสียงบรรยาย	2.67	ปานกลาง
7. ความเหมาะสมของเสียงประกอบ	2.67	ปานกลาง
8. ความเหมาะสมของสีของภาพกราฟิก	3.67	ดี
9. ความเหมาะสมของภาพในด้านการสื่อความหมาย	4.67	ดีมาก
10. ความเหมาะสมของภาพกราฟิก	4.67	ดีมาก
11. บทเรียนมีลักษณะจูงใจ น่าสนใจในการเรียน	4.67	ดีมาก
12. ความสะดวกและง่ายต่อการใช้โปรแกรม	5	ดีมาก
รวม	4.08	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5

## บทสรุป

### 5.1 สรุป

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ 3มิติ เรื่องการแพร่กระจายและการเดินทางของคลื่นนี้ สามารถนำไปใช้เป็นพื้นฐานประกอบการเรียนการสอนในวิชาวิศวกรรมสายอากาศ เพื่อให้นักศึกษาสามารถทำความเข้าใจในเนื้อหาได้ง่ายขึ้น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ประกอบด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและแบบทดสอบ โดยใช้โปรแกรม Macromedia Authorware version 6 และโปรแกรม 3 D Studio MAX 4 มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2. สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ 3มิติ เรื่องการแพร่กระจายและการเดินทางของคลื่นนี้ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามความสามารถของตนเอง ทำให้การเรียนมีประสิทธิภาพมากขึ้นเนื่องจากข้อได้เปรียบในเรื่องของภาพ สี เสียง การให้ข้อมูลป้อนกลับ การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนการสอนและยังลดปัญหาความแตกต่างระหว่างบุคคลอีกด้วย

3 ท่านประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อให้ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีคุณภาพและสามารถนำไปใช้งานได้มีประสิทธิภาพพบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ 3มิติ เรื่องการแพร่กระจายและการเดินทางของคลื่นนี้ ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีคุณภาพดีทั้งด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อและสามารถนำไปใช้งานได้มีประสิทธิภาพ จากการประเมินคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิ 6 ท่าน

### 5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข

จากการดำเนินการสร้างและทดสอบ โครงการพบว่ามีปัญหาเกิดขึ้นหลายประการ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ปัญหา ฟังก์ชันในการเขียน โปรแกรมการสร้างภาพทำได้ยากและต้องใช้เวลาในการออกแบบภาพแต่ละภาพ

แนวทางการแก้ไข ขอคำแนะนำเกี่ยวกับการเขียน โปรแกรมจากผู้ที่มีความชำนาญในการเขียนโปรแกรมการสร้างภาพ

2. ปัญหา ใช้เวลาในการศึกษาโปรแกรมที่เกี่ยวข้องในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนาน โดยเฉพาะ โปรแกรม 3D studio MAX 4 ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้เวลาศึกษานานและยาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง การนำเอกสารนี้ไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย การนำเอกสารนี้ไปใช้ในการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แนวทางการแก้ไข** ศึกษาวิธีการใช้งาน โปรแกรม 3D studio MAX 4 ไว้ล่วงหน้าและหากไม่เข้าใจควรจะปรึกษาผู้ที่มีความชำนาญในการใช้งานโปรแกรม 3D studio MAX 4

**3. ปัญหา** ทางด้านฮาร์ดแวร์ ได้แก่ การทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ช้ามาก โดยเฉพาะการรัน (Run) ภาพ 3 มิติที่สร้างจากโปรแกรม 3D studio MAX 4

**แนวทางการแก้ไข** เพิ่มหน่วยความจำ (RAM) ให้เครื่องคอมพิวเตอร์ หรือเปลี่ยนเป็นใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพในการทำงานสูง เช่น คอมพิวเตอร์รุ่น Pentium 4

**4. ปัญหา** การเอาข้อมูลจากภายนอกเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์มักจะเกิดไวรัสแฝงตัวอยู่เสมอ ทำให้เครื่องมีปัญหาบ่อยๆ

**แนวทางการแก้ไข** ควรจะมีการสแกนไวรัสก่อนทุกครั้งที่น่าเอาข้อมูลจากภายนอกมาใช้งานหรือหลีกเลี่ยงการใช้งานข้อมูลจากภายนอก

### 5.3 แนวทางการพัฒนา

1. พัฒนาโปรแกรมให้มีเนื้อหาเพิ่มขึ้นหรือลดลง ได้ตามความต้องการ เหมาะกับสถานที่เวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงในอนาคตได้
2. สามารถนำโปรแกรมอื่นที่สามารถจะเชื่อมต่อระหว่างตัวโปรแกรม Authorware กับโปรแกรมอื่นเพื่อทำให้เกิดรูปลักษณะในรูปแบบใหม่ๆ ได้
3. สามารถเพิ่ม เปลี่ยนสีการเคลื่อนไหวของภาพในลักษณะอื่นๆ ที่สามารถทำให้เกิดการเร้าใจแก่ผู้เรียนและดึงดูดความสนใจของผู้เรียนให้มากขึ้นได้ โดยอาจใช้โปรแกรมสร้างภาพอื่นๆ เช่น Photoshop 7, Coreldraw 6 ฯลฯ มาช่วยในการตกแต่งภาพ
4. สามารถนำเอาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ไปใช้ในการสอนภาคสนามได้
5. สามารถนำไปประยุกต์กับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งอาศัยโปรแกรมอื่น เช่น โปรแกรม สามารถนำไปใช้เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และนำไปประยุกต์ใช้กับระบบการสอนทางไกลผ่านอินเทอร์เน็ตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

ถนอมพร เลาหจรัสแสง. หลักการออกแบบและสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยโปรแกรม. พิมพ์ครั้งที่

ที่ 2. กรุงเทพฯ : วงกลมโปรดักชั่น. 2541

คุณพล กิ่งสุคนธ์. การสร้าง CAI ด้วย Macromedia Authorware 6. นนทบุรี : อินโฟเพรส. 2545

ไพโรจน์ คชชา. คู่มือการใช้งานคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพฯ : คอมแพคท์พริ้นท์.

2540

George, K.N. and Bernard, D.V. **Electronic Communication Systems**. Singapore : McGraw –

Hill.1992



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ 3 มิติ

## เรื่อง การแพร่กระจายและการเดินทางของคลื่น

### ระบบที่ต้องการ

1. เครื่อง IBM PC หรือ Compatible
2. CPU Pentium II ขึ้นไป
3. Memory 128 Megabyte ขึ้นไป
4. CD-ROM ไม่ควรมีค่า Speed ต่ำกว่า 40X เพราะจะทำให้การแสดงผลช้า
5. Mouse
6. Windows 98 Thai Edition, Windows ME หรือ Window XP

### การติดตั้งและการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ 3 มิติ เรื่องการแพร่กระจายและการเดินทางของคลื่น สามารถเข้าสู่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้จากแผ่น CD-ROM โดยตรง ซึ่งเป็นการทำงาน (RUN) โปรแกรมโดยอัตโนมัติ
2. เมื่อเข้าสู่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะปรากฏหน้าจอตามรูปที่ ก.1 พร้อมเสียงเพลงประกอบ ซึ่งเป็นการเริ่มเข้าสู่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งรูปที่ ก.1 การเริ่มเข้าสู่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

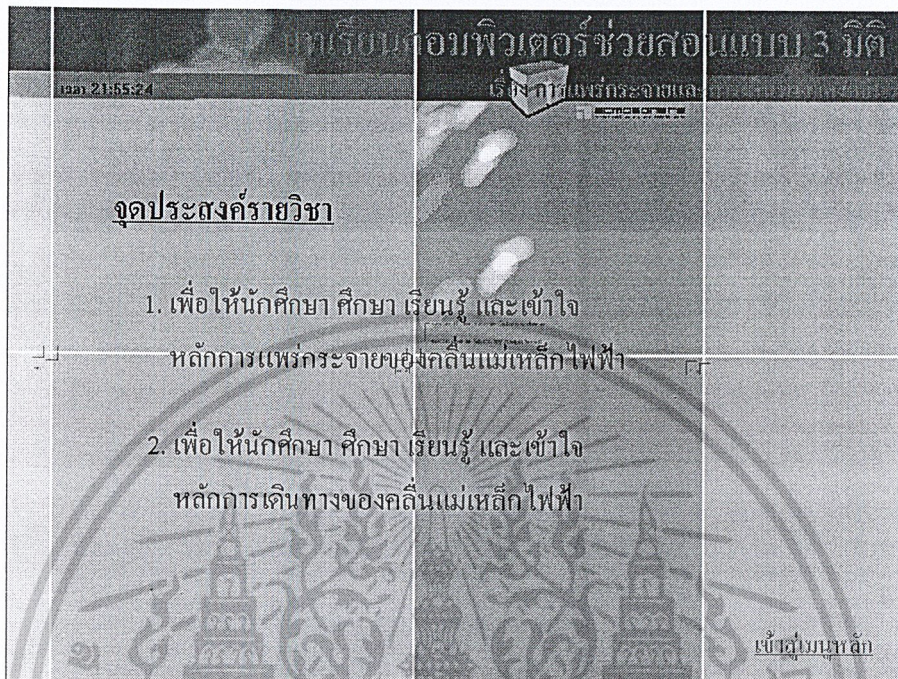
3. หลังจากนั้นก็จะเข้าสู่ในส่วนของหน้าจอที่แสดงชื่อของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังรูปที่ ก.2 ซึ่งจะแสดงผลต่อเนื่องกันโดยอัตโนมัติและสามารถเข้าสู่หน้าต่อไปโดยการนำเมาส์ไปคลิกส่วนที่เป็นการเข้าสู่จุดประสงค์รายวิชา



รูปที่ ก.2 หน้าจอชื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. จากนั้นจะเข้าสู่จุดประสงค์รายวิชา ดังรูปที่ ก.3 และคลิกเมาส์เพื่อเข้าสู่หน้าเมนูหลัก



รูปที่ ก.3 หน้าจอจุดประสงค์รายวิชาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

5. หน้านี้จะแสดงเมนูหลัก (Main Menu) ดังรูปที่ ก.4 สามารถเลือกเมนูโดยการคลิกเมาส์คลิกที่ตำแหน่งต่างๆ ซึ่งในส่วนของเมนูหลักจะแบ่งออกเป็น 5 ส่วนใหญ่ๆ คือ
- 5.1 แบบทดสอบก่อนบทเรียน
  - 5.2 บทนำ
  - 5.3 บทเรียนที่ 1
  - 5.4 บทเรียนที่ 2
  - 5.5 แบบทดสอบท้ายบทเรียน
  - 5.6 ออกจากโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.4 หน้าจอเมนูหลัก

6. ต่อมาใช้เมาส์คลิกที่ปุ่มแบบทดสอบก่อนบทเรียน เพื่อเข้าไปทำแบบทดสอบวัดความรู้ก่อนเข้าสู่บทเรียน โดยจะปรากฏหน้าจอตามรูปที่ ก.5 แบบทดสอบก่อนบทเรียนเป็นแบบ 4 ตัวเลือกมีทั้งหมด 20 ข้อ การทำแบบทดสอบต้องทำให้ครบทั้งหมด 20 ข้อจากนั้นจะทำการรวมคะแนนที่ได้ทั้งหมดว่ามีความรู้ก่อนการเรียนหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบทดสอบก่อนเข้าสู่บทเรียน

1. ข้อใด ไม่ใช่ หลักการเดินทางของคลื่น ?

- ก การเดินทางแบบเส้นตรง
- ข การเดินทางไปตามความโค้งของโลก
- ค แบบอาศัยการสะท้อนจากบริเวณที่เป็นไอโอโนสเฟียร์ของชั้นบรรยากาศ
- ง การเดินทางแบบการแตกกระจายคลื่นกับชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์



## รูปที่ ก.5 หน้าจอแบบทดสอบก่อนเข้าสู่บทเรียน

7. เมื่อทำแบบทดสอบก่อนบทเรียนจนครบทุกข้อแล้วจะปรากฏหน้าจอการสรุปคะแนนที่ทำได้ในการทำแบบทดสอบก่อนบทเรียน ซึ่งจะแสดงให้เห็นดังรูปที่ ก.6

## สรุปคะแนนในการทำแบบทดสอบก่อนบทเรียน

คุณได้คะแนน 5 คะแนน



ซากทั้งหมด 20 คะแนน

ขอให้คุณโชคดีในการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน  
เพื่อวัดความรู้ที่ได้จากการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้

กสขบสอชบสค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
รูปที่ ก.6 จอภาพการสรุปผลการทำแบบทดสอบก่อนบทเรียน  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. เมื่อทำแบบทดสอบก่อนบทเรียนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ใช้เมาส์คลิกที่ปุ่มกลับไปเมนูหลัก ซึ่งจะปรากฏหน้าจอเมนูหลักดังรูปที่ ก.4 จากนั้นก็จะเข้าสู่บทเรียนที่ 1 ซึ่งเป็นเรื่องการแพร่กระจายของคลื่น โดยจะปรากฏเป็นเมนูย่อยดังรูปที่ ก.7



รูปที่ ก.7 หน้าจอเมนูย่อยของบทเรียนที่ 1 เรื่องการแพร่กระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

9. สามารถเลือกหัวข้อเรื่องที่ต้องการเรียนได้โดยการใช้เมาส์คลิกเลือกหัวข้อที่ตำแหน่งต่างๆ ซึ่งในส่วนของเมนูย่อยของบทเรียนที่ 1 จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

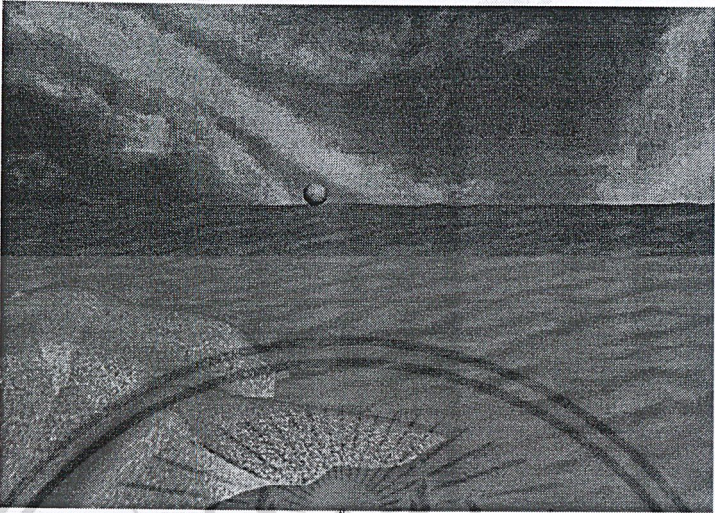
- 9.1 การแพร่กระจายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
- 9.2 หลักการพื้นฐานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
- 9.3 ผลของสิ่งแวดลอม

10. คลิกเมาส์เลือกเมนูย่อยตามหัวข้อที่ต้องการจะศึกษาได้ตามความต้องการ อาทิเช่น เลือกหัวข้อเรื่องหลักการพื้นฐานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าก็จะเข้าสู่เนื้อหาของบทเรียนดังรูปที่ ก.8 ซึ่งเนื้อหาจะเรียงลำดับตั้งแต่นำที่ 1-18 อีกทั้งยังสามารถศึกษาได้ที่ละหน้าโดยใช้เมาส์คลิกที่ลูกศรด้านซ้าย (หน้าที่ผ่านมา), ลูกศรด้านขวา (หน้าถัดไป) และกลับสู่เมนูหลักเพื่อเลือกหัวข้อเรื่องที่ต้องการจะศึกษาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทเรียนคอมพิวเตอร์หน่วยสอบแบบ 3 ปีค เวลา 22:10:39

**หลักการพื้นฐานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า**  
**Fundamental of Electromagnetics Waves**



รูปแสดง การโหมก่อนหันทลงในแม่น้ำจะทำให้เกิดการแพร่กระจายคลื่น

ย้อนกลับ กลับสู่บทหลัก หน้าถัดไป

**รูปที่ ก.8 การเข้าสู่เนื้อหาในเมนูย่อยของบทเรียนที่ 1**


11. สามารถศึกษาเนื้อหาและรายละเอียดของเนื้อหาในบทเรียนที่ 2 โดยใช้เมาส์คลิกที่บทเรียนที่ 2 ในหน้าจอต้อนรับ จากนั้นก็จะเข้าสู่เมนูย่อยของบทเรียนที่ 2 เรื่องการเดินทางของคลื่น ดังรูปที่ ก.9

**การเดินทางของคลื่น**  
**Propagation of waves**

การเดินทางของคลื่น

คลื่นคืบ

คลื่นอวกาศ



คลื่นแบบแตกกระจาย

คลื่นฟ้า

แบบฝึกหัด

หน้าหลัก เวลา 22:13:16

เอกสารนี้เป็นรูปที่ 4.9 หน้าจอต้อนรับของบทเรียนที่ 2 เรื่องการเดินทางของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งเป็นการดำเนินการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. คลิกเมาส์เลือกหัวข้อเรื่องที่เราต้องการเรียนได้โดยการใช้เมาส์คลิกเลือกหัวข้อที่ตำแหน่งต่างๆ (ทำเหมือนข้อ 9) ซึ่งในส่วนของเมนูย่อยของบทเรียนที่ 1 จะแบ่งออกเป็น 5 ส่วน คือ

12.1 การเดินทางของคลื่น

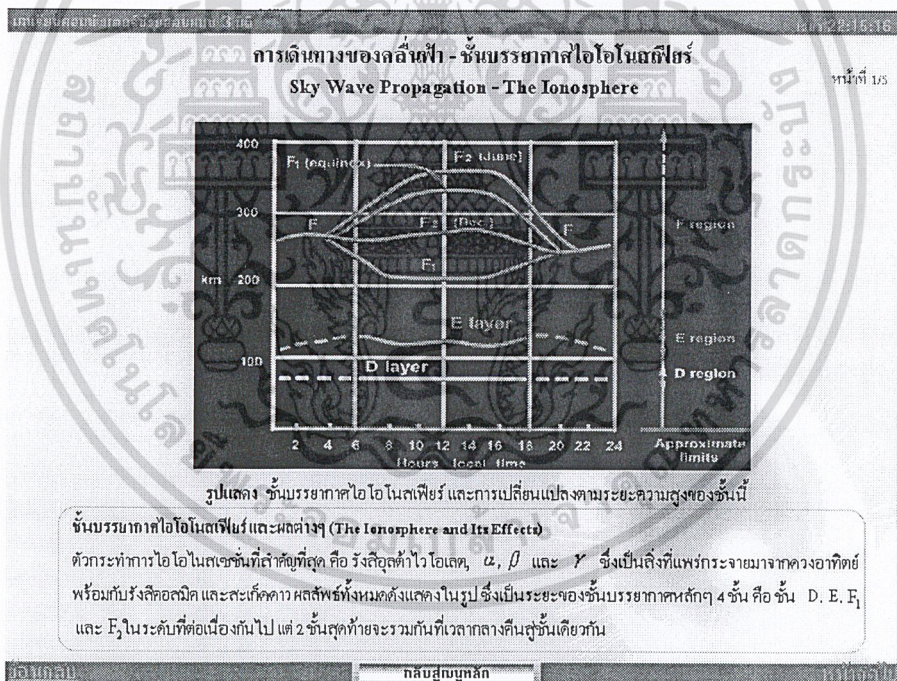
12.2 คลื่นดิน

12.3 คลื่นอวกาศ

12.4 คลื่นฟ้า

12.5 คลื่นแตกกระจาย

13. คลิกเมาส์เลือกเมนูย่อยตามหัวข้อที่ต้องการจะศึกษาได้ตามความต้องการ อาทิเช่น เลือกหัวข้อเรื่องคลื่นฟ้าก็จะเข้าสู่เนื้อหาของบทเรียนดังรูปที่ ก.10 ซึ่งเนื้อหาจะเรียงลำดับตั้งแต่นำที่ 1-5 อีกทั้งยังสามารถศึกษาได้ที่หน้าโดยใช้เมาส์คลิกที่ลูกศรด้านซ้าย (หน้าที่ผ่านมา), ลูกศรด้านขวา (หน้าถัดไป) และกลับสู่เมนูหลักได้เพื่อเลือกหัวข้อเรื่องที่ต้องการจะศึกษาต่อไป



รูปที่ ก.10 การเข้าสู่เนื้อหาในเมนูย่อยของบทเรียนที่ 2

14. เมื่อศึกษาเนื้อหาจากบทเรียนที่ 1 และบทเรียนที่ 2 เรียบร้อยแล้ว สุดท้ายก็ต้องเข้าสู่การทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน ดังรูปที่ ก.11 เพื่อวัดความรู้ ความเข้าใจที่ได้จากการเรียนรู้จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ ซึ่งข้อสอบจะเป็นแบบ 4 ตัวเลือก มีทั้งหมด 20 ข้อและมีรูปแบบการรวมคะแนนเหมือนกับแบบทดสอบก่อนบทเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นับว่าผิดเงื่อนไขไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีมติให้แจ้งเตือนหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีลักษณะการเคลื่อนที่แบบใด ?

- ก Longitudinal
- ข Transverse
- ค Refraction
- ง Interference



รูปที่ ก.11 หน้าจอแบบทดสอบท้ายบทเรียน

15. เมื่อทำแบบทดสอบท้ายบทเรียนเรียบร้อยแล้วจากนั้นจะทำการรวมคะแนนเพื่อให้ทราบว่าเราได้รับความรู้จากการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ได้ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งเอาไว้หรือไม่ หากทำคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ก็สามารถกลับไปเมนูหลัก เพื่อศึกษาเนื้อหาเพิ่มเติม

16. ในกรณีที่ต้องการออกจากโปรแกรม สามารถกลับสู่เมนูหลักเพื่อเลือกออกจากโปรแกรมได้ ดังแสดงตามรูปที่ ก.12 ซึ่งจะแสดงรายชื่อผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

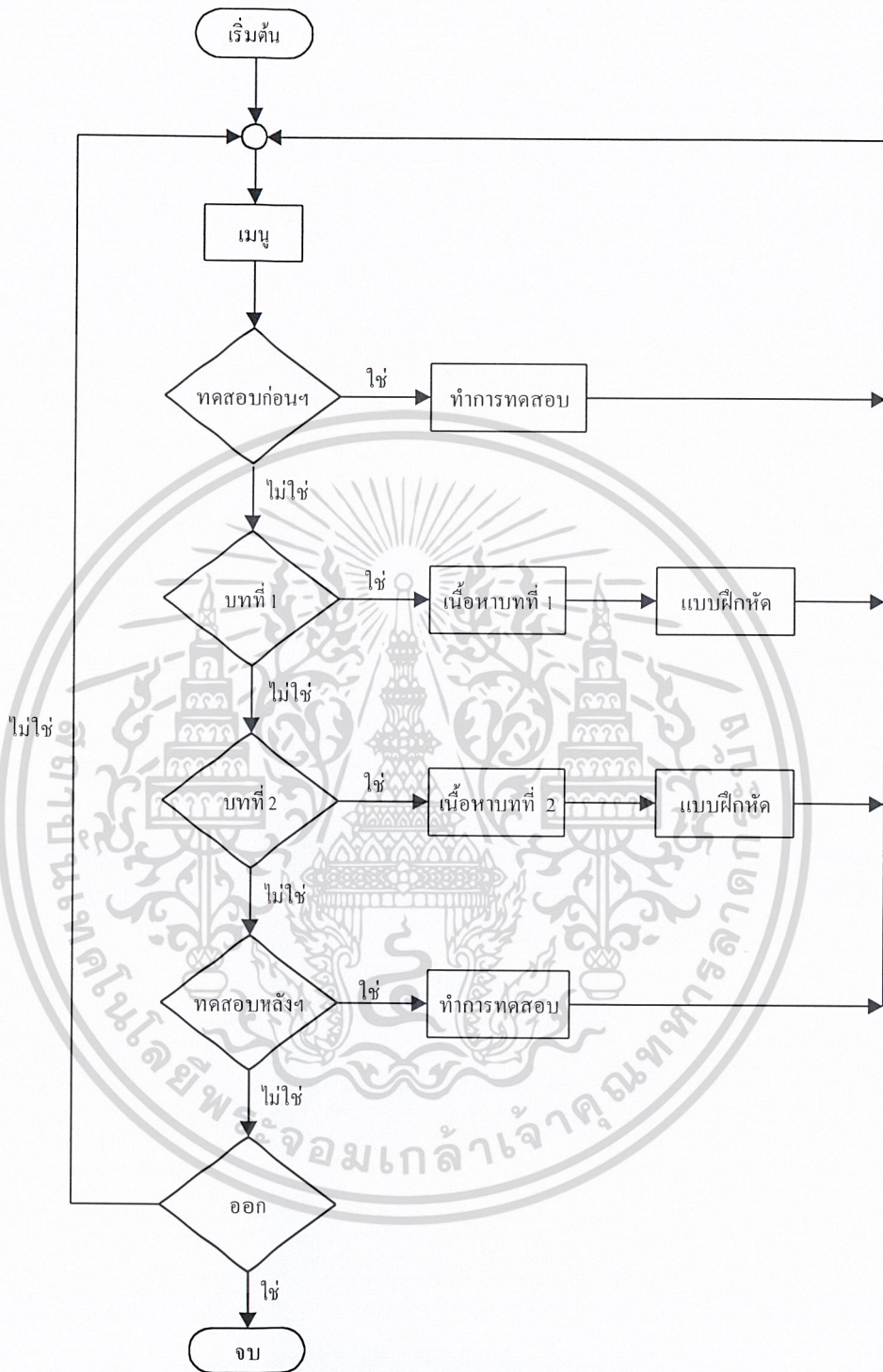


รูปที่ ก.12 หน้าจอภาพเมื่อออกจากโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.1 แผนผังการทำงานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก  
แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน  
สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิทั้งด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ  
(ด้านเนื้อหา) เรื่องการแพร่กระจายของคลื่น

คำชี้แจง ✓ โปรดทำเครื่องหมายลงในช่องตามความคิดเห็นของท่าน

คะแนนระดับความคิดเห็น คือ ดีมาก = 5, ดี = 4, ปานกลาง = 3, น้อย = 2, ควรปรับปรุง = 1

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. ด้านเนื้อหา					
1.1 เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์.....	.....	.....	.....	.....	.....
1.2 การแบ่งเนื้อหา มีความเหมาะสม.....	.....	.....	.....	.....	.....
1.3 ความถูกต้องของเนื้อหา.....	.....	.....	.....	.....	.....
1.4 ความเหมาะสมในการจัดลำดับการนำเสนอ เนื้อหา.....	.....	.....	.....	.....	.....
1.5 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้.....	.....	.....	.....	.....	.....
1.6 ความเหมาะสมของภาพในการสื่อ ความหมาย.....	.....	.....	.....	.....	.....
1.7 บทเรียนมีลักษณะจูงใจ น่าสนใจในการ เรียน.....	.....	.....	.....	.....	.....
1.8 บทเรียนสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์การ เรียนการสอนต่างๆ ได้.....	.....	.....	.....	.....	.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ  
(ด้านเนื้อหา) เรื่องการเดินทางของคลื่น

คำชี้แจง ✓ โปรดทำเครื่องหมายลงในช่องตามความคิดเห็นของท่าน

คะแนนระดับความคิดเห็น คือ ดีมาก = 5, ดี = 4, ปานกลาง = 3, น้อย = 2, ควรปรับปรุง = 1

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. ด้านเนื้อหา					
1.1 เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์.....	.....	.....	.....	.....	.....
1.2 การแบ่งเนื้อหา มีความเหมาะสม.....	.....	.....	.....	.....	.....
1.3 ความถูกต้องของเนื้อหา.....	.....	.....	.....	.....	.....
1.4 ความเหมาะสมในการจัดลำดับการนำเสนอ เนื้อหา.....	.....	.....	.....	.....	.....
1.5 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้.....	.....	.....	.....	.....	.....
1.6 ความเหมาะสมของภาพในการสื่อ ความหมาย.....	.....	.....	.....	.....	.....
1.7 บทเรียนมีลักษณะจูงใจ น่าสนใจในการ เรียน.....	.....	.....	.....	.....	.....
1.8 บทเรียนสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์การ เรียนการสอนทั่วไปได้.....	.....	.....	.....	.....	.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ  
(ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ) เรื่องการเดินทางของคลื่น

คำชี้แจง ✓ โปรดทำเครื่องหมายลงในช่องตามความคิดเห็นของท่าน

คะแนนระดับความคิดเห็น คือ ดีมาก = 5, ดี = 4, ปานกลาง = 3, น้อย = 2, ควรปรับปรุง = 1

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ					
1.1 การวางรูปแบบของหน้าจอ.....	.....	.....	.....	.....	.....
1.2 ความเหมาะสมในการนำเสนอบทเรียน.....	.....	.....	.....	.....	.....
1.3 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร.....	.....	.....	.....	.....	.....
1.4 ความเหมาะสมของสีตัวอักษรหรือหน้า ฉาก.....	.....	.....	.....	.....	.....
1.5 ความเหมาะสมของสีพื้นหลัง.....	.....	.....	.....	.....	.....
1.6 ความเหมาะสมของเสียงบรรยาย.....	.....	.....	.....	.....	.....
1.7 ความเหมาะสมของเสียงประกอบ.....	.....	.....	.....	.....	.....
1.8 ความเหมาะสมของสีของภาพกราฟิก.....	.....	.....	.....	.....	.....
1.9 ความเหมาะสมของภาพในด้านการสื่อความ หมาย.....	.....	.....	.....	.....	.....
1.10 ความเหมาะสมของภาพกราฟิก.....	.....	.....	.....	.....	.....
1.11 บทเรียนมีลักษณะจูงใจ น่าสนใจในการ เรียน.....	.....	.....	.....	.....	.....
2.12 ความสะดวกและง่ายต่อการใช้โปรแกรม.....	.....	.....	.....	.....	.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ  
(ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ) เรื่องการแพร่กระจายของคลื่น

คำชี้แจง  $\checkmark$  โปรดทำเครื่องหมายลงในช่องตามความคิดเห็นของท่าน

คะแนนระดับความคิดเห็น คือ ดีมาก = 5, ดี = 4, ปานกลาง = 3, น้อย = 2, ควรปรับปรุง = 1

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ					
1.1 การวางรูปแบบของหน้าจอ.....	.....	.....	.....	.....	.....
1.2 ความเหมาะสมในการนำเสนอบทเรียน.....	.....	.....	.....	.....	.....
1.3 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร.....	.....	.....	.....	.....	.....
1.4 ความเหมาะสมของสีตัวอักษรหรือหน้า ฉาก.....	.....	.....	.....	.....	.....
1.5 ความเหมาะสมของสีพื้นหลัง.....	.....	.....	.....	.....	.....
1.6 ความเหมาะสมของเสียงบรรยาย.....	.....	.....	.....	.....	.....
1.7 ความเหมาะสมของเสียงประกอบ.....	.....	.....	.....	.....	.....
1.8 ความเหมาะสมของสีของภาพกราฟิก.....	.....	.....	.....	.....	.....
1.9 ความเหมาะสมของภาพในด้านการสื่อความ หมาย.....	.....	.....	.....	.....	.....
1.10 ความเหมาะสมของภาพกราฟิก.....	.....	.....	.....	.....	.....
1.11 บทเรียนมีลักษณะจูงใจ น่าสนใจในการ เรียน.....	.....	.....	.....	.....	.....
2.12 ความสะดวกและง่ายต่อการใช้โปรแกรม.....	.....	.....	.....	.....	.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ง  
รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพบทเรียน  
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้งด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## รายนามผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

### 1. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

1. อาจารย์พระวุฒิ สุวรรณจันทร์ รองคณบดีฝ่ายพัฒนา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. ดร. สมชาย หมั่นสายญาติ อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3. อาจารย์พงษ์เกียรติ เขษจุพิทักษ์สกุล อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

### 2. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

1. ผศ. อรรถพร ฤทธิเกิด อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. ดร. ฉันทนา โหมดมณี อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3. ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบทดสอบ เรื่องการแพร่กระจายและการเดินทางของคลื่น

ข้อสอบทั้งหมดมี 2 ชุด ชุดละ 20 ข้อ โดยแบ่งออกเป็น แบบทดสอบก่อนบทเรียนและแบบทดสอบท้ายบทเรียน

### แบบทดสอบก่อนบทเรียน

1. ข้อใด มิใช่ หลักการเดินทางของคลื่น ?

- ก. การเดินทางแบบเส้นตรง
- ข. การเดินทางไปตามความโค้งของโลก
- ค. แบบอาศัยการสะท้อนจากบริเวณที่เป็นไอโอโนสเฟสของชั้นบรรยากาศ
- ง. การเดินทางแบบการแตกกระจายคลื่นกับชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์

2. เราใช้คุณสมบัติของสิ่งใดในการทดลองการแพร่กระจายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ?

- ก. อากาศ
- ข. สูญญากาศ
- ค. น้ำ
- ง. อุณหภูมิ

3. กำลังใด ๆ ที่เดินทางออกมาสู่สุญญากาศ เรียกว่าอะไร ?

- ก. escape on purpose
- ข. electromagnetic wave
- ค. Superrefraction
- ง. Straight line

4. ใครคือผู้คิดค้นทฤษฎีของการแพร่กระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ?

- ก. Alexander Graham Bell
- ข. N.S Kapany
- ค. James Clerk Maxwell
- ง. G.A. Hockham

5. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีลักษณะการเคลื่อนที่แบบใด ?

- ก. Longitudinal
- ข. Transverse
- ค. Refraction
- ง. Interference

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. Polarization แสดงลักษณะตามข้อใด ?
- ความสามารถของสายนำสัญญาณในปล่อยกระแสออกมา
  - การกลับตัวตามธรรมชาติของคลื่นที่กระจายในอากาศ
  - การกระจายคลื่นออกเป็นกันในทุกทิศทางในอากาศ
  - การเดินทางไปตามแนวขวางในสุญญากาศ
7. โดยทั่วไป เราใช้หน่วยใดในการวัดค่าการลดทอนของคลื่น ?
- หน่วยวัตต์
  - หน่วยแอมแปร์
  - หน่วยเดซิเบล
  - หน่วยเคลวิน
8. สภาพชั้นบรรยากาศที่แตกต่างกันมักจะทำให้เกิดสิ่งใดกับคลื่นที่เดินทางผ่านไป ?
- การหักเห
  - การแพร่กระจาย
  - การแทรกสอด
  - การดูดซับ
9. การดูดซับของคลื่นในชั้นบรรยากาศเกิดจากสิ่งใด ?
- ออกซิเจน
  - เมฆหมอก
  - ไอน้ำ
  - ถูกทุกข้อ
10. เหตุใดเราจึงกล่าวได้ว่ามุมของการสะท้อนจะเท่ากับมุมตกกระทบ ?
- เพราะคลื่นตกกระทบและคลื่นสะท้อนมีความถี่เดียวกัน
  - เพราะคลื่นตกกระทบและคลื่นสะท้อนมีความยาวคลื่นเท่ากัน
  - เพราะคลื่นตกกระทบ และคลื่นสะท้อนเดินทางด้วยความเร็วเท่ากัน
  - ถูกทุกข้อ
11. ค่า  $p$  หรือ reflection coefficient คือค่าใด ?
- ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อน
  - ค่าสัมประสิทธิ์การหักเห
  - ค่าสัมประสิทธิ์การสอดแทรก
  - ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
 ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากทางสถาบันฯ เพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. การสอดแทรกของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เกิดจากสาเหตุใด ?
- เกิดขึ้นเมื่อคลื่นสองคลื่นที่เดินทางออกจากแหล่งจ่ายที่ต่างกันและมาถึงจุดหนึ่งพร้อมกัน
  - เกิดขึ้นเมื่อคลื่นสองคลื่นที่เดินทางออกจากแหล่งจ่ายเดียวกันและมาถึงจุดหนึ่งพร้อมกัน
  - เกิดขึ้นเมื่อคลื่นสองคลื่นที่เดินทางออกจากแหล่งจ่ายเดียวกันและมาถึงจุดหนึ่งไม่พร้อมกัน
  - ไม่มีข้อใดถูก
13. รูปแบบการแพร่กระจายด้วยการสอดแทรกตรงกับจุดที่หักล้างกัน เรียกว่าอะไร ?
- นัล (nulls)
  - โลบ (lobes)
  - Ground Surface
  - Elevation
14. การสอดแทรกของคลื่นเป็นสิ่งที่เราควรคำนึงถึงในระบบใดมากที่สุด ?
- ระบบสัญญาณวิทยุ
  - ระบบการส่ง
  - ระบบดาวเทียม
  - ระบบเรดาร์
15. สิ่งใดเป็นส่วนสำคัญที่ต้องพิจารณาถึงในการป้องกันส่วนที่มีลักษณะเรียวยาว ของการแพร่กระจายคลื่น ?
- การหักเห
  - การสะท้อน
  - การเลี้ยวเบน
  - การสอดแทรก
16. ความถี่ที่สูงกว่าย่าน HF ทั่ว ๆ ไปคลื่นจะเดินทางแบบใด ?
- แบบสะท้อน
  - แบบเส้นตรง
  - แบบหักเห
  - แบบรอบความโค้งของโลก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17. การเดินทางของคลื่นแบบเส้นตรง เราเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าอะไร ?
- คลื่นฟ้า
  - คลื่นอวกาศ
  - คลื่นดิน
  - คลื่นแบบแตกกระจาย
18. คลื่นชนิดใดที่อาศัยการสะท้อนด้วยชั้นไอโอโนสของชั้นบรรยากาศ ?
- คลื่นฟ้า
  - คลื่นอวกาศ
  - คลื่นดิน
  - คลื่นแบบแตกกระจาย
19. ข้อใดเป็นวิธีการปรับปรุงการเดินทางของคลื่นแบบพื้นฐาน ?
- วิธีแตกกระจายกับชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์
  - วิธีใช้ดาวเทียมที่อยู่กับที่
  - วิธีส่งคลื่นไปสะท้อนกับชั้นไอโอโนสของชั้นบรรยากาศ
  - ถูกทั้ง ก. และ ข.
20. ชั้นบรรยากาศที่ช่วยในการเดินทางของคลื่นคือชั้นบรรยากาศใด ?
- ชั้น E
  - ชั้น D
  - ชั้น F1
  - ชั้นโทรโพสเฟียร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### แบบทดสอบท้ายบทเรียน

1. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีลักษณะการเคลื่อนที่แบบใด ?
  - ก. Longitudinal
  - ข. Transverse
  - ค. Refraction
  - ง. Interference
2. การดูดซับของคลื่นในชั้นบรรยากาศเกิดจากสิ่งใด ?
  - ก. ออกซิเจน
  - ข. เมฆหมอก
  - ค. ไอน้ำ
  - ง. ถูกทุกข้อ
3. ใครคือผู้คิดค้นทฤษฎีของการแพร่กระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ?
  - ก. Alexander Graham Bell
  - ข. N.S Kapany
  - ค. James Clerk Maxwell
  - ง. G.A. Hockham
4. โดยทั่วไป เราใช้หน่วยใดในการวัดค่าการลดทอนของคลื่น ?
  - ก. หน่วยวัตต์
  - ข. หน่วยแอมแปร์
  - ค. หน่วยเดซิเบล
  - ง. หน่วยเคลวิน
5. เราใช้คุณสมบัติของสิ่งใดในการทดลองการแพร่กระจายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ?
  - ก. อากาศ
  - ข. สูญญากาศ
  - ค. น้ำ
  - ง. อุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. กำลังใด ๆ ที่เดินทางออกมาสู่สุญญากาศ เรียกว่าอะไร ?
  - ก. escape on purpose
  - ข. electromagnetic wave
  - ค. Superrefraction
  - ง. Straight line
7. ค่า  $p$  หรือ reflection coefficient คือค่าใด ?
  - ก. ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อน
  - ข. ค่าสัมประสิทธิ์การหักเห
  - ค. ค่าสัมประสิทธิ์การสอดแทรก
  - ง. ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ
8. การสอดแทรกของคลื่นเป็นสิ่งที่เราควรคำนึงถึงในระบบใดมากที่สุด ?
  - ก. ระบบสัญญาณวิทยุ
  - ข. ระบบการส่ง
  - ค. ระบบดาวเทียม
  - ง. ระบบเรดาห์
9. Polarization แสดงลักษณะตามข้อใด ?
  - ก. ความสามารถของสายนำสัญญาณในปล่อยกระแสออกมา
  - ข. การกลับตัวตามธรรมชาติของคลื่นที่กระจายในอากาศ
  - ค. การกระจายคลื่นออกเป็นกันในทุกทิศทางในอากาศ
  - ง. การเดินทางไปตามแนวขวางในสุญญากาศ
10. สิ่งใดเป็นส่วนสำคัญที่ต้องพิจารณาถึงในการป้องกันส่วนที่มีลักษณะเรียวๆ ของการแพร่กระจายคลื่น ?
  - ก. การหักเห
  - ข. การสะท้อน
  - ค. การเลี้ยวเบน
  - ง. การสอดแทรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. การเดินทางของคลื่นแบบเส้นตรง เราเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าอะไร ?
  - ก. คลื่นฟ้า
  - ข. คลื่นอวกาศ
  - ค. คลื่นดิน
  - ง. คลื่นแบบแตกกระจาย
12. ความถี่ย่าน VLF เราใช้ในการสื่อสารด้านใด ?
  - ก. การสื่อสารบนเครื่องบิน
  - ข. การสื่อสารดาวเทียม
  - ค. การสื่อสารบนเรือ
  - ง. การสื่อสารไมโครเวฟ
13. รังสีใดที่เป็นตัวกระทำการไอโอไนสชันที่สำคัญที่สุด ?
  - ก. รังสีแกมมา
  - ข. รังสีอัลตราไวโอเล็ต
  - ค. รังสีเอ็กซ์เรย์
  - ง. ถูกทุกข้อ
14. ชั้นบรรยากาศชนิดใดที่เกิดการสูญหายไปในเวลากลางคืน ?
  - ก. ชั้น E
  - ข. ชั้น F1
  - ค. ชั้น F2
  - ง. ชั้น Es
15. ตัวการสำคัญในการทำให้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าย้อนกลับสู่โลกด้วยชั้นหนึ่งของชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์คือข้อใด ?
  - ก. การสะท้อน
  - ข. การหักเห
  - ค. การแทรกสอด
  - ง. การเลี้ยวเบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16. ความถี่ใดที่มีค่าความถี่สูงสุดและยังคงสะท้อนกลับสู่โลกโดยชั้นบรรยากาศนั้น ๆ ?
- ความถี่เสมือนจริง
  - ความถี่วิกฤติ
  - ความถี่สมมุติ
  - ความถี่สูงสุด
17. เราสามารถหาความถี่ใช้งานได้สูงสุด (MUF) จากสูตรใด ?
- $MUF = f_c \sec \theta$
  - $MUF = f_c \cos \theta$
  - $MUF = f_c \tan^{-1} \theta$
  - $MUF = f_c \sec^{-1} \theta$
18. การเปลี่ยนแปลงของดวงอาทิตย์ในเกือบปีที่มีผลต่อความสูงของชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ ?
- 10 ปี
  - 11 ปี
  - 12 ปี
  - 15 ปี
19. ปรากฏการณ์ SIDs (Sudden Ionosphere Disturbances) เกิดจากอะไร ?
- การเปลี่ยนแปลงการหมุนของดาวเทียม
  - การนับจุดดับบนดวงอาทิตย์
  - การกระพริบของแสงอาทิตย์
  - การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของดวงอาทิตย์
20. สาเหตุใดที่ทำให้สัญญาณบนหน้าจอของเครื่องรับโทรทัศน์เกิดเป็นเงาขึ้น ?
- เกิดจากการเลี้ยวเบน
  - เกิดจากการสอดแทรก
  - เกิดจากการหักเห
  - เกิดจากการสะท้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เฉลยแบบทดสอบ

## แบบทดสอบก่อนบทเรียน

- |       |       |
|-------|-------|
| 1. ง  | 11. ก |
| 2. ข  | 12. ข |
| 3. ก  | 13. ก |
| 4. ค  | 14. ง |
| 5. ข  | 15. ค |
| 6. ข  | 16. ข |
| 7. ค  | 17. ข |
| 8. ง  | 18. ก |
| 9. ง  | 19. ง |
| 10. ค | 20. ง |

## แบบทดสอบก่อนบทเรียน

- |       |       |
|-------|-------|
| 1. ข  | 11. ข |
| 2. ง  | 12. ค |
| 3. ค  | 13. ข |
| 4. ค  | 14. ก |
| 5. ข  | 15. ข |
| 6. ก  | 16. ก |
| 7. ก  | 17. ก |
| 8. ง  | 18. ข |
| 9. ข  | 19. ค |
| 10. ค | 20. ข |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้แต่ง



ชื่อ-สกุล	นางสาวมะลิ พันอินทร์
วัน เดือน ปีเกิด	22 กันยายน พ.ศ. 2523
ภูมิลำเนา	70/1 ถ. พิชณุโลก อำเภอเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก 65000
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนโรจนวิทย์มาลาเบียง จังหวัดพิษณุโลก
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี จังหวัดพิษณุโลก
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคพิษณุโลก
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคพิษณุโลก
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. จึงเข้มแข็งแม่หมดแรงในวันนี้
คติพจน์	จงทำดีแม้ไม่มีใครสรรเสริญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้แต่ง



ชื่อ-สกุล	นางสาวสุวิมล ชัยวรรณ
วัน เดือน ปีเกิด	1 กันยายน พ.ศ. 2522
ภูมิลำเนา	433 ถนน แม่เมาะเหนือ ตำบลแม่เมาะ อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง 52220 โทรศัพท์ 0-5433-0266
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียน กฟผ. แม่เมาะวิทยานุเคราะห์ จังหวัดลำปาง
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนแม่เมาะวิทยา จังหวัดลำปาง
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคลำปาง
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคลำปาง
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
คติพจน์	การรู้จักพอ คือ สิ่งทีประเสริฐสุดในชีวิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้