

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เรื่อง

อาคารอัจฉริยะ

COMPUTER ASISSTED INSTRUCTION ON SMART BUILDING



นายวีรพล พิณอุดม

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต

ร.พ.

สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม

๒ 681๗

ครุศาสตรบัณฑิต

๒54๖

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....

ปีการศึกษา 2546

เลขทะเบียน..... 55877

วัน,เดือน,ปี..... 27 พ.ค. 2548

๓๕๗๘๖๕๔๓๒๑๐  
b.....  
i.....

ปริญญาานิพนธ์ : บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องอาคารอัจฉริยะ  
COMPUTER ASISSTED INSTRUCTION ON SMART BUILDING  
นักศึกษา : นายวีรพล พิณอุดม รหัส 45035076  
อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ชาติไทย จันเสน  
คณะ : วิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม  
ภาควิชา : วิศวกรรมศาสตร์สถาปัตยกรรม  
สาขาวิชา : สถาปัตยกรรม

.....  
ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ คณะกรรมการตรวจปริญญาานิพนธ์ได้ตรวจพิจารณาและเห็น  
ชอบแล้วจึงอนุมัติให้ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
กรรมบัณฑิต ประจำปีการศึกษา 2546

.....คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
(รศ.ดร.วีรวรรณ ชินะตระกูล)

.....ประธานกรรมการ  
(อาจารย์พัสดราภรณ์ มีศิริ)

.....กรรมการ  
(อาจารย์สมิทธิ หวังเจริญ)

.....กรรมการ  
(ผศ.สมพล ดำรงเสถียร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.....กรรมการ

(ผศ.สุรศักดิ์ กังขาว)

.....กรรมการ

(ผศ.สุทัศน์ จุฬามณี)

.....กรรมการ

(อาจารย์ สันติ กวินวงศ์ไพฑูริย์)

.....กรรมการ

(อาจารย์ เบญจวรรณ อุบลศรี)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ทศพร ไสดาบรรลุ)

.....กรรมการ

(อาจารย์ คัมพงค์ หนูบรรจง)

..... กรรมการและเลขานุการ

(อาจารย์ ชูเกียรติ แซ่ตั้ง)

.....กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

(อาจารย์ชาติไท จันเสน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์	: บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องอาคารอัจฉริยะ COMPUTER ASISSTED INSTRUCTION ON SMART BUILDING
นักศึกษา	: นายวีรพล พิณอุดม รหัส 45035076
อาจารย์ที่ปรึกษา	: อาจารย์ชาติไทย จันเสน
คณะ	: ครุศาสตร์อุตสาหกรรม
ภาควิชา	: ครุศาสตร์สถาปัตยกรรม
สาขาวิชา	: สถาปัตยกรรม

### บทคัดย่อ

ปัจจุบัน ซึ่งเป็นยุคสารสนเทศและเทคโนโลยี “คอมพิวเตอร์” มีบทบาทต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์โดยทั่วๆ ไป มากขึ้นเป็นลำดับ ไม่ว่าจะทางตรงหรือทางอ้อมมีการศึกษาและค้นคว้าเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์เพื่อนำไปใช้งานในสาขาอาชีพต่างๆ มากขึ้น เช่น วงการธุรกิจการค้า การธนาคาร การอุตสาหกรรม การแพทย์ การก่อสร้าง ฯลฯ เทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์นั้นไม่ได้จำกัดอยู่ในวงของสาขาอาชีพที่กล่าวมาแล้วนั้นแต่เพียงอย่างเดียวแต่สามารถประยุกต์ใช้กับงานต่างๆ ได้โดยไร้ขอบเขตขึ้นอยู่กับการสร้างสรรคขึ้นมาโดยเฉพาะอย่างยิ่งในทางการศึกษา ภาครัฐได้เล็งเห็นปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบันการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 หมวด 4 แนวการจัดการศึกษา มาตรา 22 ได้กล่าวถึงการจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้ และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ ในปัจจุบันมีการใช้สื่อการสอนประกอบการเรียนการสอนและมีการฝึกอบรมอย่างมากมายเป็นต้นว่า แผ่นภาพ แผนภูมิต่างๆ ชุดการสอนรายวิชา สื่อประกอบรูปและเสียงทั้งสไลด์และภาพยนตร์ ตลอดจนวิทยากรก้าวหน้าต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในวงการศึกษา นั้น เริ่มมีการใช้กันแพร่หลายเมื่อไม่นานนักคือเมื่อมีการประดิษฐ์เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ขึ้นมาใช้งาน เนื่องจากเป็นเครื่องมือขนาดเล็กและราคาไม่สูงเกินไปสำหรับสถาบันการศึกษาจะซื้อมาใช้ได้ ใช้งาน คอมพิวเตอร์ นับว่าเป็น นวัตกรรมอย่างหนึ่งซึ่งนำมาใช้ในวงการศึกษา สามารถใช้ได้ทั้งด้านการบริหารและใช้ในด้านการศึกษาที่เรียกว่า Computer Based Instruction : CBI คือการใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์หลัก ในการสอนเพื่อให้มีปฏิสัมพันธ์ ระหว่างผู้เรียนกับโปรแกรมบทเรียน CBI แบ่งออกเป็นคอมพิวเตอร์จัดการสอน (CMI) และคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อหาในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะสอดคล้องในรายวิชาการควบคุมสภาวะแวดล้อมในอาคาร ในหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต วิชาเอกเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม ปีพุทธศักราช 2543 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล เนื่องจากเนื้อหารายวิชา ว่าด้วยเรื่องที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีวัสดุ และโครงสร้างที่เหมาะสมเพื่อการออกแบบที่ถูกต้องและเหมาะสม ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของจุดมุ่งหมายรายวิชา เทคโนโลยีวัสดุในปัจจุบันมีความก้าวหน้ามากจึงจำเป็นที่นักศึกษาต้องเรียนรู้ เทคโนโลยี หรืออุปกรณ์ ประกอบอาคารที่ตอบสนองให้ผู้ใช้มีความสะดวกมากขึ้นในการอยู่อาศัยและการใช้งาน Smart Building หรือ Intelligent Building เป็นระบบอาคารอัจฉริยะที่มีการควบคุมระบบอาคารโดยคอมพิวเตอร์ นับเป็นเทคโนโลยีที่นักศึกษาน่าจะเรียนรู้เพื่อให้ทันกับยุคสมัย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ก็ด้วยความอนุเคราะห์จากผู้มีพระคุณทั้งหลายที่ข้าพเจ้ารัก หากไม่ได้ความอนุเคราะห์จากผู้มีพระคุณแล้วการทำปริญญาานิพนธ์เล่มนี้ก็คงจะทำได้ด้วยความยากลำบากและสำเร็จได้ยาก

ขอกราบเท้าขอบพระคุณคุณพ่อและคุณแม่ที่ส่งเสียเลี้ยงดูมาจนมีวันนี้  
 ขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษาที่เคารพรัก อาจารย์ ชาติไทย จัมเสน สำหรับคำแนะนำดีๆ  
 ขอขอบคุณอาจารย์ในวันขึ้นสอบปริญญาานิพนธ์ที่ให้ผมผ่าน  
 ขอขอบคุณอาจารย์ สันติ กวินวงศ์ไพบูลย์ ที่ส่งแรงใจเชียร์  
 ขอขอบคุณ คุณกรินทร์ ภู่นวลที่อนุเคราะห์ข้อมูล  
 ขอขอบคุณรุ่นพี่ มหา ที่ช่วยส่งสอนชุดยอดวิชา Authorware  
 ขอขอบคุณ เพื่อนๆ แก๊งเสี่ย เสี่ยzu , wut , aht ที่อยู่ด้วยกันมาตลอดจนจบ  
 ขอขอบคุณ นาง ที่ช่วยพิมพ์งานให้  
 ขอขอบคุณ แก๊งป้า สำหรับที่พักผ่อนบางช่วงเวลา  
 ขอขอบคุณ ต้อม ฮะ ที่ให้ยืมหนังสือFlash  
 ขอขอบคุณเพื่อนๆ ชาวราชวมงคลที่ ช่วยทดสอบ  
 สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณปริญญาานิพนธ์เล่มนี้ที่ช่วยให้ออกไปสู่โลกแห่งความอิสระเสียที

Freedom

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญแผนภูมิ	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2. วัตถุประสงค์ของการวิจัยในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	4
1.3. สมมุติฐานการวิจัยในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	5
1.4. ขอบเขตของการวิจัยในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	5
1.5. ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัยในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	6
1.6. นิยามศัพท์เฉพาะในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	6
1.7. วิธีดำเนินการวิจัยในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	7
1.8. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	8
บทที่ 2 การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 การศึกษาเอกสารด้านนโยบาย	10
2.2 การศึกษาเอกสารด้านการศึกษา	14
2.3 การศึกษาเนื้อหาวิชาที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	34
2.4 การศึกษากระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้น ของ Gagne	45
2.5 การศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้ (Learning Theory)	48
2.6 การศึกษาความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	49
2.7 การศึกษาการออกแบบและการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	54
2.8 การศึกษาจิตวิทยาของสี (COLOR PSYCHOLOGY)	55
2.9 การศึกษารูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	56
2.10 การศึกษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวข้องในงานวิจัย	59
2.11 การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<b>บทที่ 3</b>	<b>วิธีการดำเนินการวิจัย</b>	
3.1	ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	62
3.2	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	63
3.3	การเก็บรวบรวมข้อมูล	71
3.4	สถิติที่ใช้ในการวิจัย	74
3.5	การวิเคราะห์ข้อมูล	77
<b>บทที่ 4</b>	<b>ผลการวิเคราะห์ข้อมูล</b>	
4.1	การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์กับบทเรียน	78
4.2	การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของคะแนนสอบก่อนและหลังเรียน	79
4.3	การวิเคราะห์การประเมินความคิดเห็นของผู้คุณวุฒิด้านเนื้อหาและการผลิตสื่อ	80
<b>บทที่ 5</b>	<b>สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ</b>	
5.1	สรุปผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	82
5.2	อภิปรายผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	83
5.3	ข้อเสนอแนะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	83
<b>บรรณานุกรม</b>		
<b>ภาคผนวก</b>		
	ภาคผนวก ก ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	
	ภาคผนวก ข แบบประเมินสื่อการสอน	
	ภาคผนวก ค จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	
	ภาคผนวก ง ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	
	ภาคผนวก จ หนังสือราชการและขอความอนุเคราะห์	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดงจำนวนนักศึกษาที่เปิดรับเข้าศึกษาของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ระดับปริญญาตรี ในหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต ประจำปีการศึกษา 2546	16
ตารางที่ 2.2 แสดงการแบ่งหน่วย / บทเรียน / หัวข้อ	20
ตารางที่ 3.1 แสดงขอบเขตค่าความยากง่าย ( $p$ ) และความหมาย	67
ตารางที่ 3.2 แสดงขอบเขตค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) และความหมาย	67
ตารางที่ 3.3 แสดงขอบเขตค่าความเชื่อมั่น ( $rtt$ ) และความหมาย	67
ตารางที่ 3.4 แสดงระดับค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และความหมายของระดับความคิดเห็นของแบบประเมินระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ แบบมารถวนการ ประเมินค่า (Rating Scale)	70
ตารางที่ 3.5 แสดงระดับค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และความหมายของแบบประเมินระดับความพึงพอใจของเรียนแบบมาตราส่วนการประเมินค่า (Rating Scale)	71
ตารางที่ 3.6 แสดงขอบเขตค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และความหมาย	71
ตารางที่ 4.1 แสดงผลคะแนนการหาความยากง่ายและการจำแนกแบบทดสอบ 40 ข้อ	78
ตารางที่ 4.2 แสดงผลการบันทึกค่าคะแนนจากการทำ แบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในสมมุติฐานระดับ 80/80	79
ตารางที่ 4.3 แสดงผลการวิเคราะห์การประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านการผลิตสื่อ	80
ตารางที่ 4.4 แสดงผลการวิเคราะห์การประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา	81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญแผนภูมิ

หน้า

แผนภูมิที่ 2.1 แสดงโครงสร้างของบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชนิดเชิงเส้น (Liner Program)	52
แผนภูมิที่ 2.2 แสดงโครงสร้างของบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชนิดไม่เป็นเชิงเส้นแบบ (Branching Program)	53
แผนภูมิที่ 2.3 แสดงการนำเสนอบทเรียนแบบการศึกษาเนื้อหาใหม่ (Tutorial)	56
แผนภูมิที่ 2.4 แสดงการนำเสนอบทเรียนแบบฝึกปฏิบัติ (Drill and Practice)	57
แผนภูมิที่ 2.5 แสดงการนำเสนอบทเรียนแบบจำลอง (Simulation)	57
แผนภูมิที่ 2.6 แสดงการนำเสนอบทเรียนแบบเกมส์การสอน (Instructional Game)	58
แผนภูมิที่ 2.7 แสดงการนำเสนอบทเรียนแบบทดสอบ (Test)	58
แผนภูมิที่ 3.1 แสดงลำดับขั้นตอนการเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแต่ละวิทยาเขตของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล	63
แผนภูมิที่ 3.2 แสดงลำดับขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	65
แผนภูมิที่ 3.3 แสดงลำดับขั้นตอนการสร้างแบบฝึกหัดและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้	68
แผนภูมิที่ 3.4 แสดงลำดับขั้นตอนการนำเสนอของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อาคารอัจฉริยะ แบบชนิดเลือกบทเรียน (Branching Programming)	69
แผนภูมิที่ 3.5 แสดงตอนการสุ่มตัวอย่างแบบแยกประเภทของกลุ่มทดลองทำแบบทดสอบ	73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

“การศึกษาด้วยตนเอง” ตรงกับภาษาอังกฤษว่า “Independent study” จึงหมายถึง วิธีสำหรับการเรียนเนื้อหาวิชา (a body of content) โดยมีครูเป็นผู้พัฒนาและจัดโครงสร้างของวิธีการ (methodology) และเนื้อหา (content) การสอนโดยอาศัย โสตทัศนูปกรณ์ ซึ่งเป็นหัวใจของทัศนศึกษาดังกล่าว ผู้ซึ่งได้พัฒนาวิธีการนี้มาตั้งแต่เดิมที่มหาวิทยาลัย Purdue ได้แก่ S.N. Postlethwait ที่ได้ให้คำจำกัดความของ การศึกษาด้วยตนเองว่าเป็นโปรแกรมการเรียนที่ได้จัดเพื่อให้ผู้เรียนสามารถผ่านโปรแกรมด้วยอัตราความสามารถของตนเองเป็นการอุดช่องว่างในสิ่งที่เขาไม่รู้และละเว้นในสิ่งที่เขาได้รู้แล้ว ในทัศนศึกษาดังกล่าวการศึกษาด้วยตนเองจะใช้ประโยชน์จากเครื่องมือทุกชนิดที่จะช่วยให้การเรียนรู้บรรลุผลประสบการณ์การเรียนรู้ที่ตามมามีประสิทธิภาพและประสิทธิภาพและเกิดบูรณาการในประสบการณ์การเรียนรู้ในระบบการเรียนการสอนแบบการศึกษาด้วยตนเอง ครูจะทำหน้าที่เป็นผู้ติดต่อสื่อสารโดยมีนักเรียนเป็นผู้รับสารซึ่งต้องอาศัยบทเรียนและสื่อการเรียนการสอนเป็นตัวกลาง และประสิทธิภาพของการเรียนการสอนนั้นวัดได้โดย คุณภาพและปริมาณของการเปลี่ยนแปลงในพฤติกรรมของผู้เรียนในขบวนการเรียนการสอนนั้นจำเป็นที่ครูจะต้องอาศัยวิธีการของการสื่อสารคือเลือกจัดลำดับของประสบการณ์ที่จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจได้ถูกต้องและรวดเร็วโดยต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลและความเหมาะสมกับสถานการณ์และวัตถุประสงค์

ปัจจุบัน ซึ่งเป็นยุคสารสนเทศและเทคโนโลยี “คอมพิวเตอร์” มีบทบาทต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์โดยทั่วๆ ไป มากขึ้นเป็นลำดับ ไม่ว่าจะทางตรงหรือทางอ้อมมีการศึกษาและค้นคว้าเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์เพื่อนำไปใช้งานในสาขาอาชีพต่างๆ มากขึ้น เช่น วงการธุรกิจการค้า การธนาคาร การอุตสาหกรรม การแพทย์ การก่อสร้าง ฯลฯ เทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์นั้นไม่ได้จำกัดอยู่ในวงของสาขาอาชีพที่กล่าวมาแล้วนั้นแต่เพียงอย่างเดียวแต่สามารถประยุกต์ใช้กับงานต่างๆ ได้โดยไร้ขอบเขตขึ้นอยู่กับการสร้างสรรค์ขึ้นมาโดยเฉพาะอย่างยิ่งใน ทางการศึกษา ภาครัฐ ได้เล็งเห็นปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบันการศึกษาดำเนินการตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมวด 4 แนวการจัดการศึกษามาตรา 22 ได้กล่าวถึงการจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้ และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ (2542 : 17))

โดยผู้เรียนจะต้องมีเรียนด้วยตัวเองโดยการใช้สื่อการสอนประกอบการเรียนการสอน และมีการฝึกอบรวมอย่างมากมาเป็นต้นว่า แผนภาพ แผนภูมิต่างๆ ชุดการสอนรายวิชา สื่อประกอบรูปและเสียงทั้งสไลด์และภาพยนตร์ ตลอดจนวิทยากรกั้วหน้าต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในวงการศึกษา นั้น เริ่มมีการใช้กันแพร่หลายเมื่อไม่นานนักคือเมื่อมีการประดิษฐ์เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ขึ้นมาใช้งาน เนื่องจากเป็นเครื่องมือขนาดเล็กและราคาไม่สูงเกินไปสำหรับสถาบันการศึกษาจะซื้อมาใช้ได้ทั้งด้าน การบริหารและใช้ในด้าน การเรียนการสอน ที่เรียกว่า Computer Based Instruction : CBI คือการใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์หลัก ในการสอนเพื่อให้มีปฏิสัมพันธ์ ระหว่างผู้เรียนกับโปรแกรมบทเรียน CBI แบ่งออกเป็นคอมพิวเตอร์จัดการสอน (CMI) และคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) กิตานันท์ มลิทอง (2536 : 185)

โปรแกรมที่ใช้ในการศึกษาหรือคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรียกว่า Computer-Assisted Instruction หรือที่ทั่วไปเรียกว่า บทเรียน CAI

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นสื่อการเรียนการสอนอีกรูปแบบหนึ่งที่สามารถอธิบายเนื้อหา แสดงภาพประกอบ แสดงการเคลื่อนไหวของภาพ ทำให้ผู้เรียนได้เข้าใจ และได้เห็นถึงส่วนที่เกิดการเปลี่ยนแปลงต่างๆ นอกจากนั้นแล้ว บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังสามารถที่จะให้ ผู้เรียน เรียนได้ด้วยตนเองอย่างอิสระ และให้ผลย้อนกลับอย่างมีประสิทธิภาพสามารถตอบสนองต่อผู้เรียนได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งจะทำให้ผู้เรียน ได้ทราบผลการเรียนรู้ของตนเอง ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่เห็นได้ชัดเจนก็คือ สามารถช่วยเสริมแรง จูงใจให้แก่ผู้เรียนได้ โดยการออกแบบโปรแกรมให้มีภาพ เสียง และให้สามารถโต้ตอบกับผู้เรียนได้อย่างรวดเร็ว อรรถพรณ พรสีมา (2530 : 88) การให้ข้อมูลป้อนกลับเป็นกระบวนการหนึ่งที่สำคัญในด้านเป็นตัวเสริมแรง ซึ่งจะทำให้ นักศึกษาเกิดความสนใจการเรียนรู้ มีแรงจูงใจในการเรียนรู้และความก้าวหน้าของตนเกิดการเรียนรู้ขณะให้ข้อมูลป้อนกลับ ทำให้มีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนสามารถแก้ไขข้อบกพร่องของตนเองได้ และวิธีการทำให้รู้ผลการกระทำอย่างทันทีทันใดว่า คำตอบนั้น ถูก-ผิด ซึ่งถือว่าเป็น Reinforcement เพราะถือว่า การรู้ผลการเรียนจะช่วยให้การเรียนดีขึ้น พรรณี ชูทัย (2528 : 176) และปัจจุบันพบว่า การให้ข้อมูลป้อนกลับของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่วนมากจะเป็นโปรแกรมที่จำกัดอยู่เพียงแค่การบอกให้ทราบคำตอบของตนว่าถูกหรือผิดเท่านั้นคือถ้าผู้เรียนตอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถูกก็จะได้รับรางวัล หรือคำชมเชยแล้วผ่านไปเรียนกรอบต่อไป ถ้าตอบผิดคอมพิวเตอร์ อาจจะแสดงความเสียใจ ให้กำลังใจหรือเฉยเมย และให้ผู้เรียนเรียนใหม่อีกครั้ง ถ้าผู้เรียนตอบไม่ถูกอีก คอมพิวเตอร์ก็จะเฉลยคำตอบให้ *ภู่วรรณและประภาส จงสภิตย์วัฒนา (2529 : 563-569)*

การให้รู้ผลของการกระทำเพียงแค่ว่า ถูก-ผิด หรือ ใช่-ไม่ใช่ โดยที่ผู้เรียนไม่สามารถที่จะอธิบายหรือให้เหตุผลได้ว่าทำไมคำตอบถูกจึงถูก จะทำให้ผู้เรียนไม่มีความมั่นใจในการกระทำของตนเข้าใจไปอย่างผิดๆ นั้นหมายถึงการไม่บรรลุวัตถุประสงค์ของการศึกษา ดังนั้นถ้าได้มีการเพิ่มคำอธิบายถึงกระบวนการให้ได้มาซึ่งคำตอบนั้นน่าจะช่วยให้ผู้เรียนมีความมั่นใจในการกระทำของตนเองมากขึ้นได้ซึ่ง *นุชน้อย กิจทรัพย์ไพบรณกิจ (2532 : 32)* ได้กล่าวว่าคำอธิบายที่เพิ่มเข้าไปนั้นทำให้นักศึกษารู้ว่าทำไมคำตอบที่เฉลยจึงถูกต้องนักศึกษาจะรู้ที่มารายละเอียดและขั้นตอนของเนื้อหา มองเห็นวิธีการให้ได้มาซึ่งคำตอบนั้น ทำให้นักศึกษาแก้ไขความเข้าใจผิดของตนเองได้ทันที ก่อให้เกิดความมั่นใจในตนเองที่จะเรียนรู้อีกต่อไป และ *ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2521 : 73)* ได้กล่าวว่าในกรณีที่ผู้เรียนตอบผิด สามารถทราบคำตอบที่ถูกต้องเป็นอย่างไร ผู้เรียนจะสามารถแก้ไขความเข้าใจได้ทันที ไม่ทำให้นักศึกษาเข้าใจผิดๆ ถ้าไม่มีผลย้อนกลับอาจจะทำให้ ผู้เรียนไม่แน่ใจว่าตนทำถูกต้องมากน้อยแค่ไหน อาจจะก่อให้เกิดความท้อแท้และเบื่อหน่ายได้

ในรายวิชาการควบคุมสภาวะแวดล้อมในอาคาร ในหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต วิชาเอกเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม ปีพุทธศักราช 2543 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล เนื่องจากเนื้อหาวิชาว่าด้วยเรื่องที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีวัสดุ และโครงสร้างที่เหมาะสมเพื่อการออกแบบที่ถูกต้องและเหมาะสม ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของจุดมุ่งหมายรายวิชา เทคโนโลยีวัสดุในปัจจุบันมีความก้าวหน้ามากจึงจำเป็นที่นักศึกษาต้องเรียนรู้ เทคโนโลยี หรืออุปกรณ์ประกอบอาคารที่ตอบสนองให้ผู้ที่มีความสะดวกมากขึ้นในการอยู่อาศัยและการใช้งาน Smart Building หรือ Intelligent Building เป็นระบบอาคารอัจฉริยะที่มีการควบคุมระบบอาคารโดยคอมพิวเตอร์ นับเป็นเทคโนโลยีที่นักศึกษาน่าจะเรียนรู้เพื่อให้ทันกับยุคสมัย อีกทั้งเพื่อให้นักศึกษาสามารถออกแบบสถาปัตยกรรมที่ใช้เทคโนโลยีประกอบกับตัวสถาปัตยกรรมได้อย่างเหมาะสม แต่เนื่องด้วยรายวิชาออกแบบสถาปัตยกรรม มีหน่วยกิจปฏิบัติมากกว่าหน่วยกิจบรรยายจึงมีความจำเป็นที่นักศึกษาจะต้องศึกษาเพิ่มเติมนอกเวลาเรียน จึงมีความจำเป็นที่จะต้องใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาหรือ CAI เข้ามาช่วยเสริมในการเรียนการสอน เพื่อให้นักศึกษาได้เกิดการเรียนรู้ที่กว้างไกลขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## รายวิชา

การควบคุมสภาวะแวดล้อมในอาคาร 12-140-344 ( 2-3-3) Environmental Control in Building

### จุดมุ่งหมายรายวิชา

- ศึกษาอิทธิพลของสภาพแวดล้อมทางกายภาพที่มีผลต่อมนุษย์และสถาปัตยกรรม
- เข้าใจวิธีวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำไปสู่แก้ปัญหาการออกแบบอาคารและอุปกรณ์ต่างๆที่สามารถควบคุมสภาวะแวดล้อมในอาคารได้อย่างเหมาะสม
- เข้าใจในการจัดการนำพลังงานจากธรรมชาติมาใช้ให้เป็นประโยชน์กับงานสถาปัตยกรรม เช่นการใช้แสงสว่างธรรมชาติ การระบายอากาศ
- เห็นความสำคัญของการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการควบคุมอาคาร
- มีทักษะที่ดีในการทำงานในห้องปฏิบัติการ

### คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาอิทธิพลของสภาพแวดล้อมทางกายภาพที่มีผลต่อมนุษย์และสถาปัตยกรรมการแก้ปัญหาด้วยการออกแบบอาคารและอุปกรณ์ต่างๆที่สามารถควบคุมสภาวะแวดล้อมในอาคารได้อย่างเหมาะสม รวมถึงการนำพลังงานจากธรรมชาติมาใช้ให้เป็นประโยชน์กับงานสถาปัตยกรรม เช่นการใช้แสงสว่างธรรมชาติ การระบายอากาศ พร้อมทั้งทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ หน่วยการเรียน/บทเรียน/หัวข้อ:

สถาปัตยกรรมที่สอดคล้องกับเทคโนโลยีวัสดุการควบคุมอาคาร เทคโนโลยีกับสถาปัตยกรรม ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับสถาปัตยกรรมเทคโนโลยีการด้านการก่อสร้าง การควบคุมสภาวะแวดล้อมในอาคาร เพื่อการออกแบบอาคารที่ตอบสนองกับระบบอัตโนมัติ หรือ Smart Building

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.2.1 เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง Smart Building สำหรับนักศึกษาระดับสถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต เทคโนโลยีสถาปัตยกรรม และผู้ที่สนใจในเรื่อง Smart Building

1.2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง Smart Building

1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาก่อนและหลังเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง Smart Building

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.3 สมมุติฐานการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.3.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

1.3.2 หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง Smart Building นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

### 1.4 ขอบเขตของการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.4.1 การวิจัยนี้ใช้เนื้อหาเรื่อง Smart Building ซึ่งเป็นหน่วยในแผนการสอนรายวิชาการควบคุมสภาวะแวดล้อมในอาคาร 12-140-344 ( 2-3-3) Environmental Control in Building ตามหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต วิชาเอกเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม ปีพุทธศักราช 2543 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

#### 1.4.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.4.2.1 ประชากร คือ นักศึกษาสถาปัตยกรรมศาสตร์ชั้นปีที่ 3 ระดับสถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต ที่ลงทะเบียนในปีการศึกษา 2546 ในสถานศึกษาดังต่อไปนี้

1.4.2.1.1 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ศูนย์กลางราชมงคล

1.4.2.1.2 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ

1.4.2.2 กลุ่มตัวอย่าง นักศึกษาสถาปัตยกรรมศาสตร์ชั้นปีที่ 3 ระดับสถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต ที่ลงทะเบียนในปีการศึกษา 2546 ในสถานศึกษาดังต่อไปนี้

1.4.2.2.1 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ศูนย์กลางราชมงคล

1.4.2.2.2 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ

กลุ่มตัวอย่างจะแบ่งเป็นกลุ่ม สถานศึกษาละ 20 คน ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย

#### 1.4.3 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย คือ

1.4.3.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variables) ได้แก่ ระยะเวลาในการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ ก่อนเรียนและหลังเรียน

1.4.3.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variables) คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง Smart Building

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.5 ข้อตกลงเบื้องต้นของการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.5.1 การวิจัยครั้งนี้ไม่คำนึงถึงความแตกต่างทางด้านอายุ เพศ เศรษฐกิจ อารมณ์ สังคม รวมทั้งเวลาที่ใช้ในการเรียนการสอน

1.5.2 ผู้เรียนจะต้องมีความสนใจเกี่ยวกับเรื่อง Smart Building

1.5.3 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ต้องตั้งใจเรียน และทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ด้วยความตั้งใจเต็มความสามารถด้วยตนเอง

1.5.4 คะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ จะใช้เป็นคะแนนเพื่อแสดงผลประสิทธิ ภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง Smart Building

1.5.5 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นเป็นแบบเพื่อสอน (Tutorial) โดยใช้ โปรแกรม Macromedia flash Mx, Macromedia Autoware, photoshop 6 บนเครื่อง IBM PC หรือเทียบเคียง ซึ่งทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows Thai Edition

## 1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer-Assisted Instruction) หมายถึง โปรแกรม คอมพิวเตอร์ที่ได้นำเนื้อหาเรื่อง ลักษณะและองค์ประกอบของ Smart Building แบบต่างๆ และ ลำดับวิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ คอมพิวเตอร์จะช่วยนำบทเรียนที่เตรียมไว้อย่างเป็นระบบ มา เสนอในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับนักศึกษาแต่ละคนโดยรูปแบบการดำเนินบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนเป็นแบบเส้นตรงผู้เรียนสามารถเข้าสู่รายการเลือกได้ตลอดเวลาแสดงผลคะแนนได้ สามารถบันทึกชื่อ เลขที่ วัน เวลาที่ใช้ในการเรียน คะแนนแต่ละข้อของแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ รายงานผลได้ทั้งบนจอคอมพิวเตอร์และปริ้นท์เตอร์

แบบฝึกหัด หมายถึง เครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดความก้าวหน้าทางการเรียน ในระหว่างที่ผู้ เรียน เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง Smart Building

แบบทดสอบ หมายถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับ ประเมินผลนักเรียนก่อนและหลังเรียน เรื่อง Smart Building เป็นแบบปรนัย ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดย ผ่านการหาคุณภาพของแบบทดสอบแล้ว โดยตัวเลือกจะถูกสุ่มด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง แบบประเมินที่ผู้ทรง คุณวุฒิประเมินด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนของกลุ่มตัวอย่างจากการทำแบบทดสอบ เรื่อง Smart Building หลังจากเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และจากการเรียนปกติโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ระยะเวลาในการสอน หมายถึง ช่วงเวลาที่กำหนดขึ้นเพื่อทำการทดสอบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง Smart Building ซึ่งแบบเป็น 2 ช่วง คือ ก่อนเรียนและหลังเรียน

ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 80/80 หมายถึง เกณฑ์ที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียน ซึ่ง

80 ตัวแรก หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาทั้งหมด ที่ทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนได้ถูกต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มในแบบฝึกหัดระหว่างเรียน ( $E_1$ )

80 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาทั้งหมด ที่ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ถูกต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มในแบบทดสอบหลังเรียน ( $E_2$ )

#### 1.7 วิธีดำเนินการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เพื่อให้การวิจัยเป็นไปตามวัตถุประสงค์และมีประสิทธิภาพ จึงกำหนดวิธีการดำเนินการวิจัย ดังขั้นตอนต่อไปนี้

##### ตอนที่ 1 การสร้างและหาประสิทธิภาพของสื่อ

1. ศึกษาค้นหาข้อมูลในการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) และสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) จากเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้องจากแหล่งต่างๆ
2. ศึกษาวิเคราะห์หลักสูตร และเนื้อหาวิชา เพื่อความสมบูรณ์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)

##### 2.1 วางแผนการผลิตแบบเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) โดยกำหนดขั้นตอน ดังนี้

- 2.1.1 กำหนดเนื้อหาและจัดประสบการณ์เป็นหมวดหมู่
- 2.1.2 แบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็นหน่วยย่อย
- 2.1.3 กำหนดหัวเรื่อง
- 2.1.4 กำหนดมโนทัศน์และกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- 2.1.5 กำหนดกิจกรรมการเรียนและสื่อการสอน
- 2.1.6 กำหนดแบบการประเมินผล

##### 2.2 สร้างแบบเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ให้ตรงกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้จัดทำคู่มือการสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.3 นำชุดการสอนไปหาประสิทธิภาพกับกลุ่มตัวอย่างตามขั้นตอน

2.3.1 ทดลองแบบ 1 : 1 เพื่อแก้ไขข้อบกพร่อง

2.3.2 ทดลองแบบกลุ่มเล็ก เพื่อทำการปรับปรุงแบบเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.3.3 ทดลองภาคสนามกับกลุ่มตัวอย่าง

### ตอนที่ 2 ทดลองใช้สื่อ

1. หาประสิทธิภาพของแบบเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามเกณฑ์มาตรฐานและวิเคราะห์ผล

1.1 ทดสอบโดยใช้เครื่องมือ Pre-test

1.2 ทดสอบโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)

1.3 ทดสอบโดยใช้เครื่องมือ Post-test

1.4 หาค่าความเชื่อมั่นของสื่อฯ โดยใช้เครื่องมือ T-test

2. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

3. นำเสนอผลงานการวิจัย

#### 1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นการเอานวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษามาใช้ ในการปรับปรุงระบบและวิธีสอนให้บรรลุตามความมุ่งหมายของแผนการศึกษาแห่งชาติ

2. ผลของการวิจัย จะเป็นแนวทางในการปรับปรุงวิธีการ การเรียนการสอนทางด้านสถาปัตยกรรมให้สอดคล้องกับความต้องการและสภาพเศรษฐกิจ สังคม ของประเทศ

3. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ที่สร้างขึ้น จะเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนทางสถาปัตยกรรมและสาขาอื่นๆ ในโอกาสต่อไป

4. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ที่สร้างขึ้น จะเป็นแนวทางให้ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาได้มองเห็นประโยชน์ และมีความสนใจที่จะสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ขึ้นเอง หรือนำเอาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ที่มีผู้สร้างขึ้นแล้วไปใช้ เพื่อให้การสอนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

5. เป็นการรวบรวมเนื้อหาวิชาไว้เพื่อจะเป็นประโยชน์ในการศึกษาค้นคว้าทางด้านสถาปัตยกรรมในโอกาสต่อไป

6. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เป็นการเสนอแนะวิธีการสอนอีกวิธีหนึ่งที่สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการสอนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. เป็นการแนะแนวทางในการทำปริญญานิพนธ์อีกประเภทหนึ่งของภาควิชาครุศาสตร์  
อุตสาหกรรม
8. เป็นการเสนอแนะแนวทางการพัฒนาการเรียนการสอนทางด้านครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และยังสามารถก้าวทันวิทยาการใหม่ๆ ได้
9. จะได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง "Smart Building" สำหรับการสอน  
วิชาการควบคุมสภาวะแวดล้อมในอาคาร ที่มีประสิทธิภาพ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่เกี่ยวข้องกับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาการควบคุมสภาวะแวดล้อม เรื่อง อาคารอัจฉริยะเป็นการศึกษาและรวบรวมข้อมูลต่างๆ เพื่อใช้ศึกษาเพื่อวิจัยใน

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังมีรายละเอียดดังนี้

#### 2.1 การศึกษาเอกสารด้านนโยบาย

##### 2.1.1 การศึกษาแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 9 (พ.ศ. 2545-2549)

มีวัตถุประสงค์หลักที่จะพัฒนาประเทศไทยให้มีความเจริญก้าวหน้า โดยให้ความสำคัญที่ยึดหลักปรัชญา “เศรษฐกิจพอเพียง” อันจะเป็นการพัฒนาประเทศไทยให้ยั่งยืนต่อไปในอนาคต

จากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 9 จะเห็นได้ว่าแผนมุ่งเน้นในการอนุรักษ์พลังงานและการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์เพื่อการพัฒนาประเทศที่สำคัญ

##### 2.1.2 การศึกษานโยบายการพลังงาน

2.1.2.1 ส่งเสริมการใช้พลังงานแบบผสมผสาน โดยสนับสนุนให้มีการพัฒนาการใช้ประโยชน์จากก๊าซธรรมชาติซึ่งเป็นทรัพยากรภายในประเทศ ให้เป็นแหล่งพลังงานหลักของประเทศ

2.1.2.2 ส่งเสริมการจัดหาและการใช้พลังงานทดแทนอย่างมีประสิทธิภาพ โดยเร่งสำรวจพัฒนาและจัดหาแหล่งพลังงานทดแทน รวมทั้งสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีแนวใหม่เพื่อการประหยัดพลังงาน

2.1.2.3 มุ่งเน้นการจัดการด้านพลังงานเพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของภาคการผลิตและสร้างเสถียรภาพด้านราคาของพลังงาน โดยดำเนินมาตรการการเงิน การคลัง รวมทั้งแนวทางในการบริหารจัดการงานที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 การศึกษาการศึกษานโยบายสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน (สพท.)

2.1.3.1. นโยบายเร่งรัดในการสำรวจและพัฒนาด้านพลังงาน โดยเร่งทำการจัดหาแหล่งพลังงานหมุนเวียนและพลังงานทดแทน จากทั้งในและต่างประเทศให้มีปริมาณเพียงพอกับความต้องการของประเทศ

2.1.3.2. นโยบายเร่งรัดในการส่งเสริมสร้างความเข้าใจให้มีการใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและประหยัด โดยจะต้องไม่มีการทำลายสิ่งแวดล้อมและความสมดุลของชาติรวมทั้งเร่งการดำเนินงานอนุรักษ์พลังงานอย่างต่อเนื่องตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535

2.1.3.3. นโยบายส่งเสริมการให้ทุนอุดหนุนการวิจัยแก่นักศึกษาระดับอุดมศึกษา พ.ศ. 2546 ของกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน (สนพ.) ประจำปีงบประมาณการศึกษา 2546

2.1.4 การศึกษาแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 9 (พ.ศ. 2545-2549) วัตถุประสงค์

1. เพื่อขยายและยกระดับความรู้พื้นฐานของประชาชนทั้งมวลให้กว้างขวางและสูงขึ้นถึงระดับมัธยมศึกษา อย่างเสมอภาคเท่าเทียมกัน
2. เพื่อพัฒนาการศึกษาให้มีคุณภาพ สอดคล้องกับความต้องการของบุคคล ชุมชน และประเทศให้ผู้เรียนได้มีการพัฒนาเต็มศักยภาพ
3. เพื่อให้การศึกษาไทยสร้างศักยภาพในการพึ่งพาตนเองและการสร้างความก้าวหน้าและมั่นคงของเศรษฐกิจไทยในประชาคมโลก บนฐานแห่งความเป็นไทย

2.1.5 การศึกษานโยบายการพัฒนาการศึกษา

เพื่อให้การพัฒนาการศึกษาของไทยในช่วงปี 2545-2549 เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ จึงได้กำหนด นโยบายการพัฒนาการศึกษาเป็น 5 ด้านดังนี้

1. เร่งขยายและยกระดับความรู้พื้นฐานของประชาชนทั้งมวล มุ่งให้ประชาชนเข้าถึงการศึกษาขั้นพื้นฐานที่มีคุณภาพอย่างกว้างขวางโดยเสมอภาคและเท่าเทียมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.ปฏิรูประบบการเรียนการสอน มุ่งปรับเปลี่ยนกระบวนการเรียนการสอนให้เอื้ออำนวยต่อการพัฒนาขีดความสามารถของผู้เรียนได้อย่างเต็มศักยภาพ ตามจุดประสงค์ของแต่ละระดับการศึกษาและประเภทการศึกษาโดยมีความรู้ความสามารถและทักษะพื้นฐานที่ดีและเข้มแข็งพอที่จะออกไปประกอบอาชีพ หรือศึกษาต่อในระดับการศึกษาที่สูงขึ้น มีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ในการใฝ่การเรียนรู้ มีระเบียบวินัย มีคุณธรรมในการอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคม

3.ปฏิรูปการผลิตและการพัฒนาความเป็นครู มุ่งปรับปรุงและพัฒนากระบวนการผลิต การฝึกอบรมและการพัฒนาครูประจำการ ให้ครูมีศักยภาพเพื่อพัฒนาการเรียนรู้อบรมสั่งสอนผู้เรียนให้มีคุณภาพสามารถดำรงชีวิตในสังคมที่เปลี่ยนแปลงได้อย่างเป็นสุข รวมทั้งการพัฒนาวิชาชีพ ครูให้เป็นวิชาชีพชั้นสูงเป็นที่ยอมรับและยกย่องในสังคมโดยสร้างและปรับปรุงปัจจัยแวดล้อมต่างๆ ให้เกื้อหนุนต่อการประกอบวิชาชีพครู

4.เร่งผลิตและพัฒนากำลังคนทั้งระดับกลางและระดับสูง มุ่งพัฒนาศักยภาพของประเทศในการพึ่งพาตนเอง สร้างความก้าวหน้าและความมั่นคงของเศรษฐกิจในประชาคมโลกบนพื้นฐานแห่งความเป็นไทย

5.ปฏิรูประบบบริหารและการจัดการการศึกษา มุ่งเปลี่ยนแนวคิดเกี่ยวกับการบริหารและการจัดการของรัฐใหม่ เพื่อให้มีการจัดการศึกษามีอิสระและเสรีมากขึ้นปรับเปลี่ยนการตัดสินใจในพื้นที่ทุกส่วนของสังคม ตั้งแต่ประชาชน ครอบครัว ชุมชน สถาบันทางสังคมองค์กรเอกชน ธุรกิจเอกชนและองค์กรของรัฐ มีส่วนร่วมและรับผิดชอบการจัดการศึกษาอย่างเต็มศักยภาพ มีรูปแบบการจัดการศึกษาที่หลากหลาย มีการจัดการศึกษาที่ได้คุณภาพและสร้างความเป็นธรรมแก่คนในสังคมมากขึ้น สามารถตอบสนองความต้องการของบุคคล สังคมและประเทศได้อย่างรวดเร็วตามสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป

2.1.6 การศึกษาพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542

หมวดที่ 1 บททั่วไป (ความมุ่งหมายและหลักการ)

มาตรา 6 การจัดการศึกษาต้องเป็นไปเพื่อพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้ และคุณธรรม มีจริยธรรม และวัฒนธรรมในการดำรงชีวิตสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### หมวดที่ 3 ระบบการศึกษา

มาตรา 15 การศึกษาตามอัธยาศัย เป็นการศึกษาที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตัวเองตามความสนใจ ศักยภาพ ความพร้อมและโอกาส โดยศึกษาจากบุคคล ประสบการณ์ สังคม สภาพแวดล้อม สื่อและแหล่งความรู้อื่นๆ

### หมวดที่ 4 แนวการจัดการศึกษา

มาตรา 22 การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ

มาตรา 23 การจัดการศึกษา ทั้งการจัดการศึกษาในระบบ การศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย ต้องเน้นความสำคัญทั้งความรู้ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้และบูรณาการตามความเหมาะสมของแต่ละระดับการศึกษา ความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีรวมทั้งความรู้ความเข้าใจและประสบการณ์เรื่องการจัดการ การบำรุงรักษาและการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุลยั่งยืน

### หมวดที่ 9 เทคโนโลยีเพื่อการศึกษา

มาตรา 63 รัฐต้องส่งเสริมคลี่คลายความถดถอยด้านเทคโนโลยีเพื่อประโยชน์สำหรับการศึกษา

มาตรา 64 รัฐต้องส่งเสริมให้มีการผลิต และพัฒนาบทเรียนและเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา

มาตรา 65 ให้มีการพัฒนาบุคลากรทั้งด้านผู้ผลิต และผู้ใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษา เพื่อให้มีความรู้ความสามารถ

มาตรา 66 ผู้เรียนมีสิทธิได้รับการพัฒนาขีดความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษา

มาตรา 67 รัฐต้องส่งเสริมให้มีการวิจัยและพัฒนาการผลิตและการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา

บทเฉพาะกาล

การดำเนินการปรับปรุงแก้ไขเพื่อเป็นไปตามบัญญัติ แห่งพระราชบัญญัตินี้ ต้องทำภายในระยะเวลา 5 ปี นับตั้งแต่วันที่พระราชบัญญัตินี้ใช้บังคับ

2.1.7 การศึกษาโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง อาคารอัจฉริยะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- โปรแกรมระบบปฏิบัติการ Windows XP
- โปรแกรม Macromedia Authoware 6

โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างภาพนิ่งและ

- โปรแกรม 3D Studio MAX 5

โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างตัวอักษรภาพนิ่งและภาคเคลื่อนไหว

- โปรแกรม Adobe Premire 6
- โปรแกรม Macromedia Flash MX

โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างและบันทึกเสียงในโปรแกรม Macromedia Authoware 6.0

- โปรแกรม Gold Wave

โปรแกรมที่ใช้ในการตกแต่งภาพนิ่งและภาคเคลื่อนไหว

- โปรแกรม Adobe Premire 6.0

โปรแกรมที่ใช้ในการช่วยตัดต่อภาพและเสียง

- โปรแกรม Adobe Premire 6.0

โปรแกรมที่ช่วยเหลือในการแปลงนามสกุลของไฟล์ในงานสร้างภาพเคลื่อนไหวและ  
บันทึกงาน

- โปรแกรม WINDOW MOVIES MAKER

โปรแกรมที่ช่วยเหลือในการแปลงนามสกุลของไฟล์ในงานบันทึกเสียง

- โปรแกรม Nero Burning Rom

## 2.2 การศึกษาเอกสารด้านการศึกษา

การส่งเสริมสนับสนุนการผลิตสื่อการเรียนการสอนที่ทันสมัย เพื่อสร้างทัศนคติและการเรียนรู้  
ด้านพลังงาน ให้เป็นประโยชน์แก่สังคม เพื่อเพิ่มทักษะในการเรียนรู้และวิเคราะห์ให้แก่บัณฑิต ครู  
อาจารย์ผู้มีความรู้ความสามารถและความเข้าใจในการสอนเรื่องของการออกแบบอาคารที่ต้องการนำ  
อนุรักษ์พลังงานทดและควบคุมสภาวะแวดล้อมมาประยุกต์ใช้กับเทคโนโลยีอย่างเหมาะสม

2.2.1 การศึกษาหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิตประจำปีการศึกษา 2546 วิชาเอก  
เทคโนโลยีสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วิสัยทัศน์

สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลเป็นผู้นำในการจัดการศึกษาและพัฒนากำลังคนปฏิบัติการ ให้มีความชำนาญด้านวิชาชีพและเทคโนโลยี มีคุณภาพตามมาตรฐานสากลภายใต้การบริหารจัดการที่เป็นอิสระรวมทั้งพัฒนางานสู่ความเป็นเลิศ ให้กับสังคมการวิเคราะห์การประเมินความคิดเห็นของผู้คณาณัติด้านเนื้อหาและการผลิตสื่อ

## ปรัชญาการศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล จัดการศึกษาโดยมุ่งพัฒนากำลังคนให้มีคุณสมบัติพร้อมที่จะประยุกต์และพัฒนาเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาสังคมและเศรษฐกิจของประเทศ

ชื่อหลักสูตร

ชื่อภาษาไทย

หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต

วิชาเอกเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม

ชื่อภาษาอังกฤษ

Bachelor of Architecture Program in Architectural Technology

ชื่อปริญญา

ชื่อเต็มภาษาไทย

สถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีสถาปัตยกรรม)

ชื่อย่อภาษาไทย

สถ.บ. (เทคโนโลยีสถาปัตยกรรม)

ชื่อเต็มภาษาอังกฤษ

Bachelor of Architecture (Architectural Technology)

ชื่อย่อภาษาอังกฤษ

B.Arch. (Architectural Technology)

หน่วยงานรับผิดชอบ

ภาควิชาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล กระทรวงศึกษาธิการ

## วัตถุประสงค์ของหลักสูตร

- เพื่อผลิตสถาปนิกและนักวิชาการปฏิบัติการที่สามารถปฏิบัติงานสถาปัตยกรรมในสภาพปัจจุบันได้

- เพื่อผลิตสถาปนิกที่มีความสามารถพิเศษเชิงปฏิบัติการงานสถาปัตยกรรมและงานด้านอื่นที่เกี่ยวข้อง เช่น การวางแผนและควบคุมงานก่อสร้าง การประมาณราคา ฯลฯ ทั้งนี้โดยมีความรู้พื้นฐานในงานออกแบบ การค้นคว้า และวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เพื่อผลิตสถาปนิกที่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีความก้าวหน้าให้ทันต่อวิทยาการเทคโนโลยี สามารถแก้ปัญหาด้วยหลักการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อหาข้อสรุปอย่างมีเหตุผล

- เพื่อเสริมสร้างคุณธรรม จริยธรรม มีระเบียบวินัย ตรงต่อเวลา ซื่อสัตย์สุจริตสำนึก ในจรรยาบรรณวิชาชีพที่มีความรับผิดชอบต่อนักที่และสังคม

- เพื่อปรับปรุงโครงสร้างของหลักสูตรและจัดหมวดวิชาให้สอดคล้อง

- เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของผู้มีสิทธิเข้าศึกษา ให้สอดคล้องกับแนวทางหลักสูตรของคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และนโยบายของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

- เพื่อผลิตสถาปนิกที่มีความรู้และทักษะเฉพาะด้านเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม

- เพื่อผลิตบุคลากรด้านสถาปัตยกรรมที่มีความรู้ ความสามารถสอดคล้องกับสภาพสังคม เศรษฐกิจ และความต้องการของตลาดแรงงาน

- เพื่อผลิตสถาปนิกมีความสำนึกในจรรยาบรรณแห่งอาชีพ รับผิดชอบต่อนักที่และสังคม

ตารางที่ 2.1 แสดงจำนวนนักศึกษาที่เปิดรับเข้าศึกษาของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ระดับปริญญาตรี ในหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต ประจำปีการศึกษา 2546

จำนวนนักศึกษาปริญญาตรี	ปีการศึกษา				
	2543	2544	2545	2546	2547
ชั้นปีที่ 1	60	60	30	30	30
ชั้นปีที่ 2	-	-	-	-	-
ชั้นปีที่ 3	-	-	60	60	60
ชั้นปีที่ 4	-	-	-	-	-
ชั้นปีที่ 5	-	-	-	-	-
รวมนักศึกษา	60	60	90	90	90

หลักสูตร

- จำนวนหน่วยกิตรวมตลอดหลักสูตร 180 หน่วยกิต
- โครงสร้างหลักสูตร
- 1. หมวดวิชาศึกษาทั่วไป 32 หน่วยกิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## 8. คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาอิทธิพลของสภาพแวดล้อมทางกายภาพที่มีผลต่อมนุษย์และสถาปัตยกรรม การแก้ปัญหาด้วยการออกแบบอาคารและอุปกรณ์ต่างที่สามารถควบคุมสภาวะแวดล้อมในอาคารได้อย่างเหมาะสมรวมถึงการนำพลังงานจากธรรมชาติมาใช้ให้เป็นประโยชน์กับงานสถาปัตยกรรม เช่น การใช้แสงสว่างธรรมชาติ การระบายอากาศ พร้อมทั้งทำการทดลองห้องปฏิบัติการ

### 2.2.2 การศึกษาการประเมินผลรายวิชา

รายวิชานี้แบ่งเป็น 18 หน่วย แยกได้ 18 บทเรียน การจัดและประเมินผลรายวิชาจะดำเนินการ ดังนี้

#### 1. วิธีการ

ดำเนินการรวบรวมข้อมูลเพื่อการประเมินผลแยกเป็นส่วนจากคะแนนเต็ม ทั้งรายวิชา 100 คะแนน

1. ผลงานที่มอบหมาย 25 คะแนนหรือร้อยละ 25
2. พิจารณาจากจิตวิสัย (กิจนิสัย ความตั้งใจ และการร่วมกิจกรรม) 5 คะแนน หรือร้อยละ 5
3. การทดสอบแต่ละหน่วยเรียน 70 คะแนน หรือร้อยละ 70 โดยจัดแบ่งน้ำหนักคะแนนในแต่ละหน่วยตามร่างหน้าถัดไป

#### 2. เกณฑ์ผ่านรายวิชา

ผู้ที่ผ่านรายวิชาจะต้องปฏิบัติดังนี้

1. มีเวลาเข้าชั้นเรียนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 ของเวลาเรียน
  2. คะแนนรวมทั้งรายวิชาไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนรวม
- #### 3. เกณฑ์ค่าระดับคะแนน
1. พิจารณาเกณฑ์ผ่านรายวิชาตามข้อ 2 ผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์ข้อ 2 จะได้รับค่าระดับคะแนน F
  2. ผู้ที่ผ่านเกณฑ์ข้อ 2 จะได้รับค่าระดับคะแนนตามเกณฑ์ ดังนี้

คะแนนร้อยละ	80	ขึ้นไปได้ A+
คะแนนร้อยละ	75-79	ได้ B+
คะแนนร้อยละ	70-74	ได้ B
คะแนนร้อยละ	65-69	ได้ C+
คะแนนร้อยละ	60-64	ได้ C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คะแนนร้อยละ	55-59	ได้ D+
คะแนนร้อยละ	50-54	ได้ D
คะแนนต่ำกว่าร้อยละ	50	ได้ F



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 แสดงการแบ่งหน่วย / บทเรียน / หัวข้อ

หน่วยที่	รายการ	เวลา (คาบ)	
		ท	ป
1.	แนะนำรายวิชา กรอบความคิดในควบคุมสถานะแวดล้อม		
	1.1 แนะนำรายวิชา การเรียนการสอน 1.1.1 คำอธิบายรายวิชา 1.1.2 จุดประสงค์รายวิชา 1.1.3 เกณฑ์การให้คะแนน 1.2 พลังงาน กำลัง และการบริโภค 1.3 พลังงานและขบวนการออกแบบ (Energy(Desihn Process ) 1.4 การอนุรักษ์พลังงาน 1.4.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้พลังงานในอาคาร 1.4.2 การอนุรักษ์พลังงานในงานระบบ - การอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศ - การอนุรักษ์พลังงานในระบบไฟฟ้า - การอนุรักษ์พลังงานในระบบสุขาภิบาล การอนุรักษ์พลังงานในระบบความร้อน - การอนุรักษ์พลังงานโดยใช้ระบบควบคุม 1.5 การตรวจสอบพลังงาน (Energy Audit) - กฎเกณฑ์ที่เกี่ยวข้อง - การตรวจสอบพลังงาน		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 แสดงการแบ่งหน่วย / บทเรียน / หัวข้อ (ต่อ)

หน่วยที่	รายการ	เวลา (คาบ)	
		ท	ป
2.	ภาวะอากาศและภูมิอากาศ	3	
	2.1 ลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศ 2.1.1 นิยามเกี่ยวกับโลกและดวงอาทิตย์ 2.1.2 ผลกระทบของอุณหภูมิอากาศกับความเป็นอยู่ของมนุษย์ 2.1.3 สภาพลม ฟ้า อากาศ 2.2 การจำแนกลักษณะภูมิอากาศโดยการอาศัยอุณหภูมิ 2.3 ภูมิอากาศของประเทศไทย - สถิติของลม ฟ้า อากาศ ของแต่ละจังหวัด - การพยากรณ์อากาศ 2.4 การวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศจาก Psychometric Chart 2.5 การออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงานในสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้น		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 แสดงการแบ่งหน่วย / บทเรียน / หัวข้อ (ต่อ)

หน่วยที่	รายการ	เวลา (คาบ)	
		ท	ป
3.	สภาวะที่น่าสบาย	3	
	<p>3.1 ความต้องการพื้นฐานของมนุษย์</p> <p>3.1.1 ความรู้สึกกร่นหนาวที่พอเหมาะ (Thermal Comfort)</p> <p>3.1.2 การมีแสงสว่างที่เหมาะสมและเพียงพอ (Lighting Comfort)</p> <p>3.1.3 การมีคุณภาพเสียงที่พอเหมาะ (Acoustical Comfort)</p> <p>3.1.4 ความต้องการทัศนวิสัยที่สบายตา (Visual Comfort)</p> <p>3.1.5 การที่มีคุณภาพอากาศที่ดี (Indoor Air Quality)</p> <p>3.1.6 การที่ความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน (Security and Safety)</p> <p>3.1.7 เทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology)</p> <p>3.2 สภาวะน่าสบายทางด้านความร้อน</p> <p>3.2.1 ตัวแปรที่มีผลต่อความรู้สึกสบายด้านสภาพแวดล้อม</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- อุณหภูมิอากาศ (Air temperature)</li> <li>- ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)</li> <li>- อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (Mean Radiant Temperature)</li> <li>- ความเร็วลม (Air Velocity)</li> </ul> <p>3.2.2 ตัวแปรที่มีผลต่อความรู้สึกสบายด้านตัวบุคคล</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- เสื้อที่สวมใส่ (Clo-Velocity)</li> </ul> <p>อัตราการเผาผลาญพลังงานในร่างกาย (Metabolism Rate)</p>		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 แสดงการแบ่งหน่วย / บทเรียน / หัวข้อ (ต่อ)

หน่วยที่	รายการ	เวลา (คาบ)	
		ท	ป
5.	การโคจรของดวงอาทิตย์ และปริมาณรังสีดวงอาทิตย์	3	
	5.1 ขอบเขตของสภาวะนำสบาย 5.1.1 พลังงานรังสีดวงอาทิตย์ 5.1.2 ลักษณะรังสีที่ได้รับจากดวงอาทิตย์ 5.1.3 การถ่ายเทรังสีความร้อน 5.1.4 การสะท้อนของวัตถุที่กระทำกับรังสีดวงอาทิตย์ 5.2 รังสีดวงอาทิตย์กับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิประจำวัน 5.3 ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ใน เวลา เดือน ในแต่ละจังหวัด 5.4 ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่มีผลต่อการออกแบบอาคาร 5.4.1 ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่มีผลต่อการรอบอาคาร 5.4.2 ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่มีผลต่อการวางอาคาร 5.4.3 ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่มีผลต่อตำแหน่งห้อง 5.5 การใช้ประโยชน์จากพลังงานดวงอาทิตย์ 5.5.1 ระบบทำความร้อนโดยอาศัยส่วนประกอบของอาคารเป็นสื่อ 5.5.2 ระบบทำความเย็นโดยอาศัยส่วนประกอบของอาคาร 5.5.3 พลังงานแสงแดดในระบบเครื่องกล 5.5.4 ระบบการรวมพลังงานมาใช้ร่วมกัน 5.5.5 ตัวอย่างบ้านพลังงานแสงอาทิตย์		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 แสดงการแบ่งหน่วย / บทเรียน / หัวข้อ (ต่อ)

หน่วยที่	รายการ	เวลา (คาบ)	
		ท	ป
6.	รังสีความร้อนและพฤติกรรมถ่ายเทความร้อน	3	
	6.1 รังสีดวงอาทิตย์และการถ่ายเทความร้อน 6.1.1 ต้นกำเนิดรังสีความร้อนและรังสีความร้อน 6.1.2 ประเภทของรังสีความร้อน 6.1.3 คุณสมบัติการถ่ายเทความร้อน - การนำความร้อน (Conduction) - การพาความร้อน (Convection) - การแผ่รังสีความร้อน (Transmitivity) 6.2 พฤติกรรมของวัสดุต่อการกระทำความร้อน 6.2.1 พฤติกรรมจากผิววัสดุ - การดูดซับรังสีความร้อน (Absorptivity) - การสะท้อนรังสีความร้อน (Reflectivity) - การแผ่รังสีความร้อน (Transmitivity) 6.2.2 พฤติกรรมของมวลสาร - ค่าความจุความร้อน (Heat Capacity) - การหน่วงเหนี่ยวความร้อน (Thermal Time Lag) 6.2.3 พฤติกรรมอุณหภูมิผิววัสดุในสภาพแวดล้อมจริง (Sol-Air Temperature)		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 แสดงการแบ่งหน่วย / บทเรียน / หัวข้อ (ต่อ)

หน่วยที่	รายการ	เวลา (คาบ)	
		ท	ป
7.	การเลือกวัสดุประกอบอาคารและการคำนวณสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน U	3	
	7.1 หน่วยของพลังงานความร้อนและการแปรรูปของพลังงาน 7.1.1 หน่วยของพลังงาน 7.1.2 ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและพลังงาน 7.2 คุณสมบัติของวัสดุทางด้านความร้อน 7.2.1 ค่าการนำความร้อน (Conductivity-k, Conductance-C) 7.2.2 ค่าต้านทานความร้อน (Resistance-R), สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U) 7.2.3 ค่าความจุความร้อนจำเพาะ, ค่าความจุความร้อน (Specific Heat, Heat Capacity) 7.3 ปริมาณความร้อนและการส่งผ่านความร้อน 7.3.1 ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการส่งผ่านความร้อน 7.3.2 ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U)		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 แสดงการแบ่งหน่วย / บทเรียน / หัวข้อ (ต่อ)

หน่วยที่	รายการ	เวลา (คาบ)	
		ท	ป
10.	การควบคุมสภาพแวดล้อมทางด้านลม	3	
	10.1 กระแสลมและการระบายอากาศ 10.1.1 กระแสลม 10.1.2 การระบายอากาศ 10.1.3 ลักษณะการระบายอากาศประเภทต่างๆ 10.2 ตำแหน่งช่องเปิด 10.2.1 แนวทางการไหลเวียนของกระแสลม เนื่องจากรูปแบบและองค์ประกอบของช่องเปิดเข้า-ออก 10.2.2 การปรับปรุงแบบกระแสลมโดยการจัดภูมิทัศน์		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 แสดงการแบ่งหน่วย / บทเรียน / หัวข้อ (ต่อ)

หน่วยที่	รายการ	เวลา (คาบ)	
		ท	ป
11.	การควบคุมสภาวะแวดล้อมทางด้านลม	3	
	11.1 ระยะห่างระหว่างแนวอาคาร 11.2 แนวทางการแก้ปัญหาความร้อนภายในอาคารโดยใช้กระแสลม 11.2.1 การศึกษาอาคารตัวอย่าง 11.2.2 ทดสอบอาคารตัวอย่างโดยใช้โต๊ะน้ำ 11.3 การระบายอากาศด้วยปล่อง (Stack Ventilation) 11.4 คุณภาพและปริมาณของอากาศที่นำเข้า		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 แสดงการแบ่งหน่วย / บทเรียน / หัวข้อ (ต่อ)

หน่วยที่	รายการ	เวลา (คาบ)	
		ท	ป
12.	ช่องเปิดที่มีผลต่อความร้อนภายในอาคาร	3	
	12.1 หน้าที่ในการแลกเปลี่ยนพลังงานของช่องเปิด 12.2 กระจกประกอบช่องเปิด 12.2.1 ประเภทของกระจก 12.2.2 คุณสมบัติของกระจก 12.2.3 การถ่ายเทความร้อนผ่านกระจก 12.2.4 การพิจารณาเลือกใช้กระจก 12.2.5 ตัวอย่างอาคารที่ใช้กระจกเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน 12.3 ลักษณะรูปแบบช่องเปิด และคุณสมบัติของช่องเปิด 12.4 รังสีดวงอาทิตย์ที่มีผลต่อช่องเปิด 12.5 การถ่ายเทความร้อนของช่องเปิดผ่านม่านช่องเปิด 12.6 ระบายของช่องเปิดที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อน 12.7 ผลของการเปิดช่องในอดีตและปัจจุบันต่อค่าการถ่ายเทความร้อน 12.8 รังสีตรงดวงอาทิตย์ส่องเข้าภายในทางช่องเปิดทิศต่างๆ		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 แสดงการแบ่งหน่วย / บทเรียน / หัวข้อ (ต่อ)

หน่วยที่	รายการ	เวลา (คาบ)	
		ท	ป
13.	อุปกรณ์บังคับ	3	
	13.1 รูปแบบอุปกรณ์บังคับ 13.1.1 วัสดุประกอบอุปกรณ์บังคับ 13.1.2 ชนิดของอุปกรณ์บังคับ 13.1.3 เงามที่ปรากฏกับชนิดของอุปกรณ์บังคับ 13.1.4 ลักษณะอุปกรณ์บังคับที่มีผลต่อมุมมอง 13.2 การคำนวณการบังคับในกับช่องเปิด 13.2.1 ขั้นตอนการออกแบบอุปกรณ์บังคับ 13.2.2 ทิศทางเดินของดวงอาทิตย์ 13.2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างทิศทางของดวงอาทิตย์และผนังอาคาร 13.2.4 มุมที่ทำให้เกิดเงา 13.2.5 การคำนวณอุปกรณ์บังคับแนวนอน 13.2.6 การคำนวณอุปกรณ์บังคับตั้ง 13.2.7 การหาเงาของอาคารที่ตกลงบน		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 แสดงการแบ่งหน่วย / บทเรียน / หัวข้อ (ต่อ)

หน่วยที่	รายการ	เวลา (คาบ)	
		ท	ป
14..	แสงสว่างและการมองเห็น	3	
	14.1 แสงและการมองเห็น 14.1.1 การกำเนิดแสงและพฤติกรรมของแสง 14.1.2 การวัดความสว่าง (หน่วยต่างๆ) 14.1.3 อุณหภูมิของแสงและความรู้สึก 14.2 ชนิดของหลอดไฟและการใช้งาน 14.2.1 ชนิดของหลอดไฟแบบต่างๆ 14.2.2 ลักษณะและความเหมาะสมในการใช้งาน 14.3 ชนิดของโคมไฟและการใช้งาน 14.3.1 รูปแบบการกระจายแสงของโคมไฟ 14.3.2 กราฟการกระจายแสงของหลอดไฟและโคมไฟ 14.3.3 ค่าความต้องการแสงบนพื้นที่ต่างๆและการคำนวณจัดวางดวงโคม		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 แสดงการแบ่งหน่วย / บทเรียน / หัวข้อ (ต่อ)

หน่วยที่	รายการ	เวลา (คาบ)	
		ท	ป
15.	การใช้แสงธรรมชาติในอาคาร	3	
	15.1 ขอบเขตและความต้องการแสงธรรมชาติในอาคาร 15.1.1 ตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับแสงธรรมชาติ 15.1.2 วิธีการนำแสงธรรมชาติมาใช้อย่างคุ้มค่า 15.2 กรณีศึกษาอาคารตัวอย่างการใช้แสงธรรมชาติ 15.2.1 ขั้นตอนการออกแบบ 15.2.2 บทสรุปของการออกแบบแสงธรรมชาติ		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 แสดงการแบ่งหน่วย / บทเรียน / หัวข้อ (ต่อ)

หน่วยที่	รายการ	เวลา (คาบ)	
		ท	ป
16.	เสียงและปรากฏการณ์ของคลื่นเสียง	3	
	16.1 เสียงและคลื่นเสียง 16.1.1 กำลังเสียง และระดับกำลังเสียง (Power and sound power level) 16.1.2 ความเข้มเสียง และระดับความเข้มเสียง (Intensity and Intensity) 16.1.3 ระดับความดันเสียง (Sound Pressure level) 16.2 มาตรฐานวัดเสียง และระดับเสียง 16.3 ความสามารถในการได้ยินเสียงของคน 16.3.1 เสียงตรง (Direct sound) 16.3.2 เสียงสะท้อน (Indirect sound) - Reverberation Time - Echo 16.3.3 ระดับความดันเสียงภายในห้องปิด		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 แสดงการแบ่งหน่วย / บทเรียน / หัวข้อ (ต่อ)

หน่วยที่	รายการ	เวลา (คาบ)	
		ท	ป
17.	การควบคุมเสียงภายในอาคาร	3	
	17.1 แหล่งกำเนิดของเสียงรบกวน 17.1.1 แหล่งกำเนิดเสียงที่เกิดภายนอกอาคาร 17.1.2 แหล่งกำเนิดเสียงภายในอาคาร 17.2 การส่งเสียงผ่านเข้าภายในอาคาร 17.2.1 เสียงที่ผ่านระบบเปลือกอาคาร โดยอาศัยอากาศเป็นตัวกลาง (Airborne Sound) 17.2.2 เสียงที่ผ่านผิวพื้นที่แข็ง (Solid body) 17.3 ควบคุมเสียงจากภายนอกเข้าสู่อาคาร 17.3.1 การลดระดับเสียงด้วยองค์ประกอบที่ตั้งอาคาร 17.3.2 การลดระดับเสียงด้วยวัสดุเปลือกอาคาร และฉนวนกันเสียง 17.4 การควบคุมคุณภาพเสียงภายในอาคาร		
18	สอบปลายภาค		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.3 การศึกษาเนื้อหาวิชาที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในวงการสถาปัตยกรรมปัจจุบัน มีเรื่อง เกี่ยวกับ เทคโนโลยี อาคาร ที่กำลังเป็นที่สนใจอย่างมาก เรื่องหนึ่ง คือ การออกแบบ อาคาร อัจฉริยะ หรือ Intelligent building โดย เป็นเรื่องที่กำลัง อยู่ในความ สนใจ ของสถาปนิกทั่วโลก มีข่าวว่า ที่ประเทศในแถบ ยุโรป ได้จัดตั้ง กลุ่มที่เกี่ยวกับ เรื่องนี้ โดยเฉพาะ มีชื่อว่า “European Intelligent Building Group” มีการประชุม และสัมมนา ทางวิชาการ เรื่องนี้ หลายครั้ง ใน หนึ่งปี รวมทั้ง สถานศึกษา หลายแห่ง ในต่างประเทศ เปิดสอนวิชา เทคโนโลยี การออกแบบ อาคารอัจฉริยะ ในระดับ ประกาศนียบัตร (Diploma) อีกด้วย จากข้อมูลเหล่านี้ แสดงให้เห็นว่า ในต่างประเทศ มีการตื่นตัวในเรื่องนี้กันอย่างมาก บทความนี้จะให้รายละเอียดเกี่ยวกับอาคารอัจฉริยะโดยสังเขปเพื่อเป็นการให้ข้อมูลที่ถูกต้องในเรื่องนี้ เนื่องจากเมื่อราว 4-5ปี ที่ผ่านมา มีการนำ คำๆนี้ ไปใช้ผิดความจริง เป็นอย่างมาก ในการโฆษณาขายอาคาร เจ้าของอาคารเกือบทุกอาคารในขณะนั้นจะกล่าวอ้างว่าอาคารของตนเป็นอาคารอัจฉริยะ โดยหวัง สร้างภาพ เพื่อผลในการขาย พื้นที่ ทำให้ผู้คนทั่วไป เกิดความฉงน และเข้าใจผิดในเรื่องนี้เป็นอย่างมาก นอกจากนี้บทความนี้ยังมีวัตถุประสงค์ให้ผู้สนใจเรื่องเรื่องนี้ ใช้เป็นแนวทางในการศึกษาเพิ่มเติมโดยละเอียดได้ต่อไปในอนาคตอีกด้วย

### อาคารอัจฉริยะคืออะไร

ในการเรียกติดๆว่าเป็นอาคารอัจฉริยะนั้นเราใช้เรียกในแง่ตรงข้ามกับที่ใช้ในวงการกล้องถ่ายรูป ตัวอย่างเช่น กล้องที่ใช้งานง่ายๆ เป็นระบบอัตโนมัติ ทั้งหมด โดยคนใช้ไม่ต้องทำอะไร นอกจากเล็งภาพ กดปุ่ม เราเรียกกล้อง ชนิดนี้ว่า กล้องปัญญาอ่อน ไม่อีกเรียกว่า กล้องอัจฉริยะ ซึ่งน่าจะเรียกชื่อนี้ มากกว่า น่ากลัวคนตั้งชื่อ จะประชดคนใช้งาน เสียมากกว่า กระมัง ถือเป็นโชคดีที่วงการอสังหาริมทรัพย์ไม่ตามอย่างการเรียกชื่อในวงการกล้องถ่ายรูป ขึ้นใช้ แนวทางเดียวกัน คงไม่มีใคร มาซื้อตึก หรือเช่าพื้นที่ในอาคาร แบบนี้เป็นแน่

อาคารอัจฉริยะ มีชื่อเรียกได้หลายชื่อ ตั้งแต่ ตึกฉลาด (Smart Building) อาคารเทคโนโลยีขั้นสูง (High Tech Building, High Tech Real Estate) แต่ชื่อ ที่ฮิตที่สุด คงเป็น “Intelligent building” ซึ่งคนไทยนำมาแปลเป็นคำว่า อาคารอัจฉริยะ จริงๆแล้วคำว่า “Intelligent” ไม่ถึงขั้นฉลาดเป็นอัจฉริยะ แต่ เป็นแค่ ฉลาด-รู้จักคิด เท่านั้น คนไทยคงเห็นว่าไม่ขลังเลยยกฐานะให้เป็นอัจฉริยะเสียเลยให้ดูสูงส่งหน่อย ไม่แน่ว่า ฝรั่งมาเห็น คนไทย ใช้คำแบบนี้ อาจ เปลี่ยนมาเรียกเป็น “Genius Architectural” ก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความหมายของอาคารอัจฉริยะมีหลายแง่ แต่คำจำกัดความง่าย ๆ ที่เคยลงในนิตยสาร New York Time มีใจความว่า อาคารที่ฉลาดคือ “อาคารที่มี เครื่องคอมพิวเตอร์ เป็นสมองส่วนกลาง มีระบบประสาทที่เป็นสายไฟฟ้าและสายสัญญาณ พร้อมอุปกรณ์ตรวจจับอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Sensors) อยู่ ตามบริเวณ ต่างๆ ทั่วอาคาร คอยเป็นหูเป็นตาให้กับระบบคอมพิวเตอร์ที่จะสามารถตรวจสอบ, รายงานและควบคุมอุปกรณ์ของอาคารได้ตลอดเวลา โดยเจ้าของอาคารและ ผู้ใช้งานสามารถใช้ประโยชน์จากการควบคุมนี้ โดยการสั่งการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆได้จากศูนย์ควบคุมส่วนกลางนั่นเอง นอกจากนี้ คอมพิวเตอร์ และ ระบบ สื่อสารส่วนกลางยังใช้ประโยชน์ในการติดต่อสื่อสารข้อมูลระหว่างผู้ใช้งานในอาคารนั้นๆอีกด้วย”

คำจำกัดความอื่นๆ เช่น “อาคารอัจฉริยะคืออาคารที่ได้รับการออกแบบโดยใช้เทคนิคการก่อสร้างที่ก้าวหน้า มี ความแตกต่าง จาก อาคารธรรมดา ในทุกๆแง่ มีการติดตั้งอุปกรณ์ ที่รับรู้ ข้อมูลต่างๆของอาคาร โดยข้อมูลนั้นจะถูกส่งไปยังระบบประมวลผลกลาง ซึ่งมีความสามารถ ในการวิเคราะห์ข้อมูล ที่ได้รับ แล้ว สั่งการ ให้ระบบของอาคาร ปรับเปลี่ยนตามสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป โดยผลที่ต้องการคือผู้ใช้งานอาคารได้รับผลประโยชน์สูงสุด” ซึ่ง จะว่าไปแล้ว อาคารอัจฉริยะ จะต้องทำงานได้คล้ายสิ่งมีชีวิตคือมีการรับรู้และสามารถตอบสนองกับสิ่งเร้าทั้งจากภายในและภายนอก อีกทั้ง สามารถปรับตัว ให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม เพื่อให้ตนเองมีการใช้ชีวิตได้อย่างประดิดประนอยนั่นเอง

ประวัติความเป็นมาของการพัฒนาอาคารอัจฉริยะ

ในราวปลายทศวรรษที่ 70 ได้มีการพัฒนาระบบเครื่องกลและไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดย การนำระบบคอมพิวเตอร์ เข้ามาควบคุม การทำงาน ให้เป็นแบบ รวมศูนย์ มีการติดตามและ ดูแลการทำงานของเครื่องจักรผ่านตัวรับสัญญาณ และ เพิ่มประสิทธิภาพ ของระบบให้สามารถตอบสนองกับสภาพแวดล้อมที่ถูกต้องแม่นยำมากขึ้น เทคโนโลยีนี้เป็นปัจจัยแรกๆที่ก่อให้เกิดระบบอาคารอัจฉริยะ

แนวความคิดในการพัฒนาและออกแบบอาคารให้เป็นอาคารอัจฉริยะมีมาตั้งแต่ราวปี พ.ศ. 2524 (ค.ศ.1981) โดยในทศวรรษที่ 80 เริ่มมีการนำระบบควบคุมแบบอัตโนมัติมาใช้ใน ระบบรักษาความปลอดภัย, ระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคาร แต่ในสมัยแรกระบบต่างๆมักถูกออกแบบให้ทำงานอย่างอิสระ ขาดการประสานและทำงานร่วมกัน

อาคารอัจฉริยะในยุคแรกๆเช่นอาคาร Lloyds นั้นเป็นอาคารที่มีความทันสมัยมากในยุคนั้น โครงการนี้ ประกอบด้วย ระบบ ควบคุมอาคาร แบบอัตโนมัติ ที่ใช้ เทคโนโลยี ใหม่ล่าสุด ในขณะนั้น มีระบบบริหารอาคาร (Building Management System) ขั้นยอด แต่สิ่งที่ขาดไปคือความสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการประสานระบบทั้งหมดให้สามารถทำงานร่วมกัน ระบบส่วนใหญ่ในยุคนี้ถูกออกแบบให้ทำงานแยกกันเป็นอิสระ ปัญหาส่วนหนึ่งมาจาก ค่าใช้จ่ายที่สูงและเจ้าของอาคารไม่เต็มใจที่จะต้องลงทุนในระบบนี้ เนื่องจาก ไม่เห็น ความสำคัญ ในเรื่องนี้

องค์ประกอบของอาคารอัจฉริยะ

องค์ประกอบใหญ่ๆของอาคารอัจฉริยะนั้นต้องประกอบด้วยส่วนต่างๆ ที่ส่วนคือ

1. ระบบบริหารอาคาร (Building Management System)
2. งานระบบอาคาร (Building System)
3. ระบบโครงสร้างอาคาร (Building Structure)
4. ส่วนให้บริการลูกค้า (Tenants Service)

โดยรายละเอียดของแต่ละส่วนมีดังนี้

#### 1.ระบบบริหารอาคาร (Building Management System )

ระบบบริหารอาคาร มาจากแนวความคิดที่ว่า การใช้ระบบอัตโนมัติในการบริหารระบบและทรัพยากรของอาคารจากส่วนกลาง จะสามารถช่วยสร้างประสิทธิภาพในการทำงานของอาคารโดยรวม

ปัจจุบัน การที่มีเทคโนโลยีการสื่อสารและความก้าวหน้าของซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ทำให้ระบบนี้มีการทำงานได้เป็นอย่างดี ทั้งการเฝ้าดูและควบคุมได้จากจุดๆเดียว ระบบบริหารอาคารยังแบ่งออกได้หลายอย่างดังนี้

-การบริหารสิ่งอำนวยความสะดวกและการบริหารงานซ่อมบำรุง (Facility & Maintenance Management)

งานส่วนนี้ทำหน้าที่ควบคุมและตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบต่างๆเช่น ระบบปรับอากาศ, ระบบ ระบายอากาศ, ระบบป้องกันเพลิงไหม้, ระบบ รักษา ความปลอดภัย ระบบ สุขาภิบาล และ ระบบอื่นๆ โดยเน้นเกี่ยวกับการวางแผนด้านการซ่อมบำรุง

โปรแกรมที่ใช้ในระบบนี้เรียกว่า “โปรแกรมช่วยเหลือการบริหารส่วนสนับสนุน หรือ Computer Aided Facility Management (CAFM) โปรแกรมนี้ ประกอบด้วย ฐานข้อมูล ขนาดใหญ่ ที่เก็บข้อมูล ของอาคารทั้งหมด สามารถ กำหนดแผนการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ ทำแผนการซ่อมแซมด่วนในกรณีฉุกเฉิน เก็บข้อมูลค่าใช้จ่าย ในการ ซ่อมแซม และ ประวัติ การซ่อมบำรุง

-ระบบควบคุมการใช้พลังงาน (Energy Management)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบนี้ทำหน้าที่วางแผนและควบคุมการใช้พลังงานของอาคาร โดยจะบริหารการใช้พลังงานให้ได้ประโยชน์สูงสุดโดยใช้ค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด ตัวอย่างที่มีประโยชน์มากสำหรับระบบนี้ในประเทศไทย คือการบริหารการใช้ไฟฟ้าของอาคารเพื่อหลีกเลี่ยงการจ่ายค่าใช้ไฟฟ้าสูงสุดของแต่ละเดือน (Demand Charge)

ในระบบที่มีความสามารถมากขึ้น สามารถนำข้อมูลการใช้พลังงานในอดีตของผู้ที่อยู่ในอาคาร มาวิเคราะห์แล้วสั่งให้ระบบต่างๆ ทำงาน เช่น กำหนดการเปิดและปิดระบบต่างๆ ให้เหมาะสมกับการใช้งาน โดยทำให้ได้ทั้งความสะดวกสบายของผู้ใช้และประหยัดพลังงานสูงสุดอย่างอัตโนมัติ

-ระบบรักษาความปลอดภัย (Security Management)

ระบบ รักษาความปลอดภัยใน อาคารอัจฉริยะ จะคอยตรวจตรา และ ตรวจสอบ การเข้า-ออก อาคารของ บุคคลประเภทต่างๆ โดยอุปกรณ์ที่ใช้มีตั้งแต่ ระบบ ควบคุม ทางเข้า-ออก (Access Control) อุปกรณ์ตรวจสอบความร้อน, กล้องวงจรปิด, ระบบตรวจสอบการเคลื่อนไหว เป็นต้น โดยอุปกรณ์ เหล่านี้ จะต่อ สายสัญญาณ เข้าสู่ อุปกรณ์รับผลส่วนกลาง ซึ่งควบคุมด้วย ระบบ คอมพิวเตอร์ ทำให้สามารถกำหนดตำแหน่ง ของการบุกรุก ที่เกิดขึ้นได้ในทันที

-ระบบบริหารสายสัญญาณ(Cable Management)

ในอาคารอัจฉริยะ นั้นต้องใช้สายสัญญาณเป็นจำนวนมากในการส่งสัญญาณเสียง, ภาพ, ไฟฟ้า กำลัง, รวมทั้งสัญญาณคอมพิวเตอร์ มีผู้กล่าวว่า สายสัญญาณ นั้น เปรียบเสมือน เส้นเลือด และ เส้นประสาทของระบบ อาคารอัจฉริยะ เลยทีเดียว

หลายคนอาจไม่เข้าใจว่าทำไมต้องมีการจัดการเกี่ยวกับระบบสายสัญญาณด้วยในเมื่อเมื่อมีการเดินสายไปแล้วก็น่าจะเป็นอันเสร็จเรื่อง แต่ใน สภาพ ความเป็นจริงแล้ว การวาง ระบบสาย สัญญาณ จะไม่เกิดขึ้นแบบครั้งเดียว แต่จะเกิดขึ้นแบบค่อยเป็นค่อยไปในระหว่างใช้งานอาคาร โดย การ เดิน สายสัญญาณ นั้นเกิดจาก การเปลี่ยนแปลง ตำแหน่งของอุปกรณ์, การเดินสาย สัญญาณใหม่, หรือแม้แต่ การเปลี่ยนชนิดของ สายสัญญาณ เพื่อรองรับ เทคโนโลยีที่เกิดขึ้นใหม่ ระบบนี้ทำงานร่วมกับโปรแกรมประเภท Computer Aid Design (CAD) โดยเก็บข้อมูลการวาง สายสัญญาณ ของอาคารทั้งหมด แสดง ในรูปของ แผนผังการเดินสาย, การเชื่อมต่อของสาย สัญญาณ, ตำแหน่งของอุปกรณ์ในการเชื่อมต่อต่างๆ เช่น กล้องและแผงของระบบสายสัญญาณ เป็นต้น

ระบบนี้ช่วยในการวางแผน, แก้ไขเพิ่มเติม งานสายสัญญาณต่างๆ ในอนาคต ทำให้ สามารถทราบ สถานะของ ระบบสายสัญญาณ ของเรา ว่ามีการเดินไว้ อย่างไร การเปลี่ยนแปลง จะมีผลอย่างไรบ้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบสายสัญญาณ จะมีประสิทธิภาพสูงสุด ต้องใช้งานบนพื้นยกระดับ (Raised Floor System หรือ Access Floor System) เพราะ ระบบนี้ทำให้การเดิน สาย สัญญาณ ง่าย และ ยืดหยุ่น

-ระบบบริหารความปลอดภัยของผู้ใช้งาน (Occupant Safety Management)

ระบบนี้ทำหน้าที่ควบคุมระบบแจ้งเตือนไฟไหม้, ระบบดับเพลิง, ระบบอัดอากาศและระบายควัน โดยการทำงานจะ ทำงานประสานกันทั้งหมดเพื่อให้ การป้องกันภัยมี ประสิทธิภาพสูงสุด

เช่นเมื่อเกิดไฟไหม้ขึ้นระบบจะแจ้งการเกิดไฟไหม้ขึ้นไปในห้องควบคุมและหน่วยรักษา ความปลอดภัย ของ อาคาร โดยให้ข้อมูลที่จำเป็น เช่น ตำแหน่งของ จุดเกิดเหตุ พร้อมกับเปิด ระบบดับเพลิง อัตโนมัติ รวมทั้ง เปิดระบบอัดอากาศ และ ระบายควันไฟในกรณีจำเป็น และ เมื่อระบบเห็นว่าการ สกัดไฟขั้นต้น ไม่ได้ผล จะมีการแจ้งไปที่ สถานีดับเพลิง และ ส่งสัญญาณแจ้งให้ ผู้อยู่ในอาคาร ทราบเพื่อ การอพยพหนีไฟต่อไป

## 2. งานระบบอาคาร (Building System)

แม้ว่างานระบบของอาคารอัจฉริยะจะถูกเฝ้าดูและควบคุมจากส่วนกลาง แต่ในระบบย่อยๆ นั้นมัก จะสามารถควบคุมการทำงานด้วยตนเองอยู่ด้วยเสมอ ส่วนประกอบของงานระบบอาคารมีดังนี้คือ

-ระบบควบคุมกลาง (Direct Digital Control หรือ DDC)

ระบบนี้จะช่วยตรวจสอบ, ดูแลและถ่วงดุลให้ระบบทั้งหมดทำงานอย่างประสานกัน เช่น ระบบ เครื่องทำน้ำเย็นหลัก, ระบบเป่าลมเย็น, ระบบไฟฟ้ากำลัง, ระบบลิฟต์, ระบบตรวจจับเพลิงไหม้ ฯลฯ ระบบย่อยๆ เหล่านี้ได้รับการดูแล ให้ทำงานได้อย่าง กลมกลืน และ สามารถตอบสนองกับ สภาพแวดล้อมภายใน และ ภายนอก ที่เปลี่ยนแปลง ผ่านระบบควบคุมกลาง ระบบนี้ จะทำงานร่วมกับ ระบบบริหารอาคารอย่างใกล้ชิด

-ระบบจ่ายไฟฟ้ากำลัง (Electric Power Supply System)

ระบบนี้เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้ากำลังทั้งหมดของอาคาร รวมทั้งระบบจ่ายไฟฟ้าในกรณีฉุกเฉินเช่น ระบบไฟฟ้าจาก เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง , แบตเตอรี่สำรอง, ระบบจ่ายไฟของ คอมพิวเตอร์, ระบบจ่ายไฟฟ้าสำรองของลิฟต์ และระบบป้องกัน ไฟกระชาก และ ระบบไฟฟ้า ในกรณีเกิด เพลิง ไหม้ เป็นต้น

ระบบนี้จะคอย ควบคุมอุปกรณ์จ่ายไฟฟ้า ทั้งหมด ทั้งในกรณีปกติและกรณีฉุกเฉิน การเดินสายทั้งหมด ต้องถูกควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ระบบนี้ อาจ รวม ระบบไฟฟ้า แสงสว่าง เข้าไว้ในการควบคุมด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ระบบเตือนเพลิงไหม้ (Fire Service System)

ระบบนี้เป็นมักเป็นระบบอัตโนมัติ 100% ทำหน้าที่ส่งสัญญาณเตือนไฟไหม้ จากระบบตรวจจับควัน, ระบบตรวจจับความร้อน รวมทั้ง ควบคุมระบบ จ่ายน้ำดับเพลิง อัตโนมัติ ฯลฯ

-ระบบระบายอากาศ และระบบปรับอากาศ (Ventilation and Air-conditioning System)

ระบบนี้จะควบคุม เครื่องทำน้ำเย็นกลาง (Chiller plants) เครื่องพัดลมปรับอากาศแยกส่วน(Air handing units) ส่วนปรับลมเย็น (VAV box) ฯลฯ โดยจะเฝ้าดูและคอยควบคุม ระดับของอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสม รวมทั้งจ่ายอากาศบริสุทธิ์ที่เหมาะสมกับผู้ทำงานในอาคารข้อมูลของระบบนี้จะถูกส่งไปสู่ ระบบส่วนกลางเพื่อใช้กับระบบประหยัดพลังงาน โดยสามารถนำข้อมูลเหล่านั้นมาออกรายงาน ในยามปกติ หรือ ส่งสัญญาณเตือนใน กรณีฉุกเฉิน ช่วยในการ วางแผน และ จัดลำดับการใช้งานทั้งระหว่าง เวลาทำงาน และ นอกเวลาทำการ

-ระบบลิฟต์และบันไดเลื่อน (Lift and Escalator Systems)

ในระบบที่ซับซ้อนสามารถกำหนดแผนการใช้งานบันไดเลื่อนและลิฟต์ ป้องกันการชะงักงันของคนที่ใช้ลิฟต์ สร้างความมีประสิทธิภาพในการใช้งาน

ระบบจะทำการคำนวณโดยใช้ข้อมูลการเรียกใช้ลิฟต์ของผู้ใช้งาน แล้วสร้างระบบการทำงานให้เหมาะสำหรับการใช้งานแต่ช่วงเวลา เช่น ในช่วงเช้า และ ช่วงบ่าย จะมีการใช้งาน ลิฟต์ที่หนาแน่น ขาขึ้น ส่วนในช่วงเที่ยง และ เย็น มีการใช้งานลิฟต์ที่หนาแน่นขาลง ระบบ จะต้องปรับการทำงาน ของ ลิฟต์ ให้เหมาะสม สำหรับแต่ละ ช่วงเวลา เป็นต้น

ในระบบลิฟต์ขนาดใหญ่ ลิฟต์แต่ละตัวจะมี ไมโครโปรเซสเซอร์ของตัวเอง และจะส่งสัญญาณ การทำงานไปที่ ห้องควบคุมกลาง ซึ่ง จะทำการ วิเคราะห์ การทำงาน ให้ ระบบรวม มีประสิทธิภาพสูงสุด คือ อำนวยความสะดวก ผู้ใช้งานในการ ลดเวลา รอคอย และ ใช้พลังงานให้น้อยที่สุด ไปพร้อมๆกัน

-ระบบเครือข่ายท้องถิ่น (Local Area Networks Systems)

ระบบนี้เป็นระบบสื่อสารของคอมพิวเตอร์ภายในอาคารเพื่อให้คอมพิวเตอร์ทั้งหมดในอาคารสามารถติดต่อสื่อสารและส่งข้อมูลแลกเปลี่ยนระหว่างคอมพิวเตอร์

-ระบบช่องทางติดต่อสื่อสารกับภายนอก (Gate Way)

หมายถึงการเชื่อมต่อการสื่อสารระหว่างภายนอกกับภายใน ซึ่งได้แก่ อย่างแรกคือ สายสัญญาณโทรศัพท์ ขององค์การโทรศัพท์ ซึ่งบางส่วน บางพื้นที่ของ กรุงเทพมหานคร ได้รับการปรับปรุง เป็นระบบ ISDN (Integrated Services Digital Network) ส่งสัญญาณเป็น ระบบดิจิทัล ทำให้สามารถส่งภาพ และเสียงด้วยสายสัญญาณชนิดนี้ในเวลาเดียวกัน ในความเร็วสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างที่สองคือ การใช้สัญญาณดาวเทียม (Satellite) โดยใช้รับและส่งโดยผ่านทางจันดาวเทียม ปัจจุบัน เรามีดาวเทียมไทยคมเป็นความหวังใหม่ ในการติดต่อสื่อสารของไทย ในอนาคต และสุดท้ายคือ ระบบไมโครเวฟ ซึ่งสามารถ ส่งสัญญาณโดยผ่านจันไมโครเวฟ

-ระบบรักษาความปลอดภัย (Security System)

ประกอบด้วยสองส่วนคือ การควบคุมเข้าออก และการบุกรุกจากคนภายนอก

-ระบบสายสัญญาณสื่อสารหลัก (Telecommunication Backbone System)

ส่วนใหญ่แล้วสายสัญญาณหลักในอาคารอัจฉริยะมักเป็นใยแก้วนำแสง เพื่อให้สามารถรองรับการส่งข้อมูลในปริมาณมาก ที่มีคุณภาพและความเร็วสูง

### 3. โครงสร้างอาคาร (Building Structure)

ในการออกแบบอาคารอัจฉริยะนอกจากการพิจารณาระบบวิศวกรรมเครื่องกลแล้ว ต้องคำนึงถึงการออกแบบโครงสร้างให้เหมาะสมอีกด้วย โดยมีส่วนประกอบต่างๆดังนี้

-การออกแบบโครงสร้างที่มีความยืดหยุ่นสูง (Structure Design with Flexibility)

โครงสร้างของอาคารอัจฉริยะที่ดีควรให้สามารถปรับเปลี่ยนการใช้งานได้ง่าย โดยเฉพาะการเดินทางเพื่อร้อยสายสัญญาณเพิ่มในภายหลังต้องสามารถทำได้โดยไม่มีควมลำบากมากนัก

-ระบบผนังอาคารภายนอก (External Skin System)

ระบบผนังอาคารที่ดีควรตอบสนองและสามารถปรับเปลี่ยนให้เข้ากับสภาพแวดล้อม เช่นการใช้ที่บังแดดที่สามารถปรับเปลี่ยนการบังแดดตามองศาของดวงอาทิตย์ สามารถทำให้อาคารประหยัดพลังงานได้เป็นอย่างดี

-ระบบพื้นยก (Raised Floor System หรือ Access Floor System)

การเดินทางสายสัญญาณและงานระบบต่างๆในอาคารอัจฉริยะมักจะมีจำนวนมากกว่าอาคารปกติหลายเท่า ดังนั้นการใช้พื้นแบบยกสองชั้น จึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง

### 4. ส่วนบริการผู้ใช้งานอาคาร (Tenant Service)

เป็นส่วนที่ใกล้ชิดกับผู้ใช้อาคารมากที่สุด และเป็นส่วนที่สามารถสร้างจุดขายทางการตลาดของอาคารได้มากที่สุด โดยมีองค์ประกอบย่อยๆดังนี้

-ระบบเสาอากาศโทรทัศน์รวม (Communal Antenna Broadcast Distribution System)

เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้เช่าในการรับสัญญาณโทรทัศน์โดยไม่ต้องติดตั้งระบบของตนเอง

-ระบบโทรศัพท์ (Private Automatic Branch Exchange)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดย ให้ผู้เช่าเลือกได้ว่าจะใช้ระบบตู้สาขาโทรศัพท์เป็นของตนเองหรือใช้บริการจากอาคารก็ได้ อาคาร ต้องจัดเตรียม สายสัญญาณหลัก ให้มีคู่สาย ที่เพียงพอต่อ ความต้องการของ ผู้เช่า หรือ ออกแบบให้ สามารถ ขยายเครือข่ายได้ในกรณีที่เป็น

-ระบบสื่อสารผ่านดาวเทียม (Satellite Service)

ให้บริการสื่อสารผ่านดาวเทียมตามที่ใช้ต้องการ เช่นการสื่อสารในระบบไมโครเวฟ

-การประชุมผ่านทางจอภาพ (Video Conferencing)

สามารถให้ผู้เช่าติดตั้งระบบการประชุมผ่านจอภาพทางไกลได้โดยอาคารต้องจัดเตรียมระบบส่วนกลางที่สามารถรองรับบริการดังกล่าวไว้ล่วงหน้า

-ระบบสายสัญญาณอินเทอร์เน็ต (Internet Service)

ปัจจุบันการใช้งานอินเทอร์เน็ตกลายเป็นสิ่งขาดไม่ได้ในการทำธุรกิจ ถ้า อาคารใด สามารถให้บริการแก่ผู้ใช้งานในเรื่องนี้ ย่อมเป็น จุดขายของ อาคาร ที่น่าสนใจมาก

#### การจัดลำดับความเป็นอาคารอัจฉริยะ

การกำหนดความฉลาดของมนุษย์นั้นเราใช้วิธีวัดเป็น ไอคิว ส่วนความฉลาด ของอาคารอัจฉริยะ นั้น เราสามารถ แบ่งระดับความฉลาด ของ อาคาร ออกเป็น ห้าระดับ (Level) โดยอ้างอิงจากหนังสือ “The Intelligent Building Sourcebook” มีรายละเอียดของแต่ละระดับดังนี้

ระดับที่ 0 (Level 0)

เป็นอาคารที่ถือว่าไม่มีความฉลาดเลย ไม่มีระบบคอมพิวเตอร์ควบคุมการใช้พลังงานและระบบลิฟต์ และอาจไม่มีระบบควบคุมความปลอดภัย อาคารระดับนี้ไม่ถือว่าเป็นอาคารอัจฉริยะ

ระดับที่ 1 (Level 1)

อาคารในระดับนี้ จะมีระบบคอมพิวเตอร์ช่วยควบคุม การใช้พลังงานของระบบปรับอากาศ ระบบลิฟต์ ระบบรักษาความปลอดภัย อาคารส่วนใหญ่ในประเทศไทยที่เรียกตัวเองว่าเป็นอาคารอัจฉริยะจะอยู่ในระดับนี้

ระดับที่ 2 (Level 2)

เหมือนในระดับที่ 1 แต่เพิ่มการให้บริการส่วนกลางต่างๆ เช่น ห้องประชุม ระบบทำสำเนาเอกสารกลาง และมีบริการระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานจากส่วนกลาง

ระดับที่ 3 (Level 3)

เหมือนระดับที่ 2 แต่เพิ่มระบบสื่อสาร ระบบสื่อสารทางไกลด้านข้อมูลและเสียง และระบบโทรศัพท์ที่มีมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### ระดับที่ 4 (Level 4)

เหมือนระดับที่ 3 แต่เพิ่มระบบสำนักงานอัตโนมัติแบบเต็มรูปแบบ เช่น คอมพิวเตอร์ในสำนักงาน ระบบสื่อสารที่ทันสมัย การประชุมทางวิดีโอทางไกล ระบบสื่อสารทางไกลความเร็วสูงที่สามารถส่งข้อมูลและเสียง ระบบอินเทอร์เน็ต

#### การเตรียมการในช่วงออกแบบ

ในการออกแบบ อาคารให้เป็นอาคารอัจฉริยะนั้น สถาปนิกต้องทำงานอย่างใกล้ชิดกับวิศวกรงานระบบและผู้เชี่ยวชาญเรื่องนี้โดยตรง แต่เพื่อให้ได้แนวความคิดโดยรวม ว่าเราจะต้องเตรียมการ อะไรบ้างเพื่อให้อาคารเป็น อาคารอัจฉริยะโดยสมบูรณ์มีหลักการใหญ่ๆดังนี้

- ส่วนทางเข้าของสายสัญญาณ (Building Entry Conduits)

การเตรียมการนี้ต้องให้เพียงพอกับการใช้งาน และควรเผื่อการขยายตัวในอนาคตอีกด้วย ตัวเลขที่ใช้ในการเผื่อการขยายตัวคือ ประมาณ 25%-30% ของการใช้งานตามปกติ

เตรียมพื้นที่สำหรับห้องควบคุม คอมพิวเตอร์ส่วนกลาง ขนาดของห้องนี้ขึ้นอยู่กับการใช้งานและการเผื่อการใช้งานส่วนต่างๆ ตัวเลขโดยประมาณคือ อาคารสำนักงานมีพื้นที่ 45,000 ตารางเมตร ต้องการพื้นที่ห้องควบคุมและคอมพิวเตอร์ส่วนกลางประมาณ 120 ตารางเมตร

- ช่องเดินสายสัญญาณแนวตั้งและแนวระดับ

โดยเฉพาะ การเดินสายสัญญาณแนวตั้ง ถือเป็น สายสัญญาณหลัก (Backbone) ควรจัดทำเป็นห้อง หรือ ตู้แยกจาก การใช้งานของ ช่องท่อ หรือ สายไฟฟ้า อื่นๆ

ระบบกระแสไฟฟ้า

ควรเตรียมไฟฟ้าให้เพียงพอเนื่องจากอาคารอัจฉริยะจะต้องใช้พลังงานมากกว่าปกติ และต้องการไฟฟ้าที่มีคุณภาพที่ดี (เช่น ระบบไฟฟ้าที่ผ่าน UPS เป็นต้น) และมีระบบไฟฟ้าฉุกเฉินเป็นต้น

- อุปกรณ์สื่อสารบนยอดอาคาร

ต้องเตรียมพื้นที่ที่เพียงพอและมีสถานที่ติดตั้งที่เหมาะสม

- วัสดุตกแต่งและอุปกรณ์ทางด้านสถาปัตยกรรม

เช่นในอาคารที่ได้ออกแบบให้เป็นอาคารอัจฉริยะอย่างสมบูรณ์พื้นที่ของสำนักงานควรระบุเป็นพื้นสองชั้น (Raised Floor) เพื่อเก็บซ่อนสายสัญญาณ และสะดวกในการเคลื่อนย้าย Station ต่างๆ ในพื้นที่อาคารสำนักงานนั้นๆ นอกจากนี้ยังควรคำนึงถึงวัสดุอื่นๆตามแต่ความเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ความแตกต่างระหว่าง Intelligent Building กับ Building Automation System

ความแตกต่างระหว่างคำสองคำนี้ก็คือ แนวความคิดหลัก Intelligent Building นั้นเน้นตอบสนองผู้ใช้อาคารโดยรวมทั้งหมด ในขณะที่ Building Automation System หรือ BAS. เน้นการอำนวยความสะดวกแก่เจ้าอาคารในการบริหารการใช้งานอาคาร ดังนั้น BAS. จึงเป็นเพียงองค์ประกอบหนึ่งของ อาคารอัจฉริยะนั่นเอง

อาคารหลายอาคารที่มีเพียงระบบ BAS. จึงไม่สามารถบอกว่าตนเองเป็นอาคารอัจฉริยะได้

ประโยชน์ที่ได้จากการเป็นอาคารอัจฉริยะ

นอกจากการที่อาคารที่ได้รับการออกแบบเป็นอาคารอัจฉริยะจะได้ภาพพจน์ที่เป็นอาคารนำสมัยแล้ว ยังส่งผลให้อาคารนั้นมีจุดขายที่แตกต่างจากอาคารอื่นๆ และจากการประเมินของ ศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทยได้ประเมินว่า อาคารที่ติดตั้งระบบ BAS ซึ่งถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของระบบอาคารอัจฉริยะนั้น สามารถทำให้ผู้ดูแลอาคาร ทำการทดสอบและปรับแต่งระบบย่อยต่างๆ ให้ทำงานสัมพันธ์กัน นอกจากนี้ระบบนี้ยังช่วยประหยัดพลังงานได้ โดยปริมาณพลังงานที่ประหยัดได้จากการใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติ ขึ้นอยู่กับการใช้งานในสภาพต่างๆ ในอาคาร

ในกรณีที่การควบคุมการทำงานเป็นไปอย่างหละหลวมและไม่มีการบำรุงรักษาอย่างเพียงพอ ระบบนี้ สามารถประหยัดพลังงานได้ถึง 40%

แต่ถ้าเป็นอาคารที่มีการควบคุมการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพอยู่แล้ว ระบบนี้คงสามารถช่วยประหยัดพลังงานเพิ่มได้อีก 10% ดังแสดงในตารางต่อไปนี้

-แนวความคิดในการออกแบบอาคารอัจฉริยะในปัจจุบัน

สาเหตุที่ทำให้เกิดแนวความคิด ในการออกแบบ อาคารอัจฉริยะ นั้นมาจาก ความต้องการของ ผู้ใช้อาคาร และ เจ้าของอาคาร ที่ต้องการ อาคาร สมัยใหม่ ที่ สามารถ อำนวยความสะดวกสบายให้กับตนเอง และ การที่เทคโนโลยีอาคาร และ คอมพิวเตอร์ มีความก้าวหน้าไปอย่างมาก ในราคา ที่ลดต่ำลงอย่างมาก ในปัจจุบัน

เป้าหมายหลัก ในการออกแบบ อาคารอัจฉริยะ นั้นคือ การพยายาม ใช้ความสามารถ ของ ระบบ ในอาคารทั้งหมด ตอบสนอง ความต้องการ ของ ผู้ใช้งานและ ต้องทำให้ชีวิตของ ผู้ใช้อาคาร สะดวก สบายมากขึ้น, มีสภาพแวดล้อม โดยรวมที่ดีขึ้น, สามารถ บำรุงรักษาอาคาร ได้เป็นอย่างดี และมี ประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางการออกแบบหลักคือ รวบรวมระบบการทำงานของระบบต่างๆเข้าด้วยกัน โดยใช้เทคโนโลยีการสื่อสารและคอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถสูง โดย แม้ว่า ตำแหน่งของ งานระบบต่างๆ ภายในอาคาร จะอยู่แยกจากกันก็ตาม แต่ การควบคุมทั้งหมดสามารถจัดการโดยส่วนกลาง ซึ่งทำให้ ประสิทธิภาพ ในการ ทำงาน ของ ระบบโดยรวมทั้งหมด ดีขึ้น

ตัวอย่างเช่น ในระบบบริหารพลังงานที่สามารถควบคุมระบบอื่นๆที่เกี่ยวข้องได้ทั้งหมด ตั้งแต่ เช่น ระบบไฟฟ้ากำลัง ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบทำน้ำเย็น ระบบปรับอากาศ ลงไปถึงส่วนเล็กๆเช่น พัดลมในเครื่องเป่าลมเย็นย้อย เมื่อสามารถควบคุมระบบได้ทุกจุด การใช้พลังงานในอาคารน่าจะมีประสิทธิภาพสูงสุด

คณะทำงานของอาคารอัจฉริยะโครงการหนึ่งๆต้องประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญจากหลายๆฝ่าย ตั้งแต่ วิศวกรงานระบบ, สถาปนิก, ผู้เชี่ยวชาญด้านระบบอาคารอัตโนมัติ ทำงานร่วมกับ ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ระบบสื่อสาร, ระบบปัญญาประดิษฐ์ และองค์ประกอบที่ขาดไม่ได้คือเจ้าของอาคารนั่นเอง

การออกแบบอาคารอัจฉริยะรุ่นใหม่ๆจะต้องคำนึงถึงหลักการสองอย่างควบคู่กันไปคือ ความคุ้มค่าทางด้านธุรกิจ และการรักษาสภาพแวดล้อม ดังนั้น การออกแบบระบบที่สามารถยืดหยุ่นได้สูง จะตอบสนองในด้านธุรกิจเนื่องจากอาคารสามารถปรับตัวตามสภาพของตลาดได้ง่าย ส่วนการออกแบบให้อาคารประหยัดพลังงานได้สูงมีผลดีกับสภาพแวดล้อม ทั้งสองแนวทางเป็นหัวข้อหลักของระบบนี้ในปัจจุบัน ทำให้อาคารอัจฉริยะตอบสนองการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วในโลกปัจจุบัน

## สรุป

ในการออกแบบอาคารทั้งหลายไม่ว่าจะมีวัตถุประสงค์ที่จะให้เป็นอาคารอัจฉริยะหรือไม่ก็ตาม สิ่งที่สำคัญและผู้ที่เกี่ยวข้องต้องไม่ลืม คืออาคารนั้นต้องตอบสนองต่อการใช้งานของผู้ใช้ อย่างสมบูรณ์ที่สุดเท่าที่จะทำได้

การออกแบบโดยลืมนับวัตถุประสงค์หลักดังกล่าว และมุ่งเน้นการใช้แต่เทคโนโลยีใหม่ล่าสุด กลับกลายเป็นการสร้างความหายนะให้กับโครงการนั้นๆ มีผู้กล่าวว่า ในการเลือกใช้เทคโนโลยีใดๆให้ กับอาคารอัจฉริยะ อย่าเลือกเพียงเพราะมันเป็น"เทคโนโลยีขั้นสูง"หรือ"เทคโนโลยีใหม่ล่าสุด" แต่ให้เลือกใช้"เทคโนโลยีที่เหมาะสม"กับการใช้งาน จึงถือว่าได้ว่าเราได้ออกแบบอาคารอัจฉริยะ ในแนวทางที่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4 การศึกษากระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้น ของ Gagne

### 1. การได้รับความสนใจ (Gain Attention)

ก่อนการเริ่มเรียนนั้น ควรมีการกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียนอยากที่จะเรียน ดังนั้น บทเรียนควรจะเริ่มต้นด้วยลักษณะของการใช้ภาพ แสง สี เสียงหรือการประกอบกันหลายๆ อย่าง โดยสิ่งที่สร้างขึ้นมานั้นควรจะต้องมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาของบทเรียนและมีความสวยงามน่าสนใจและถือเป็นการเตรียมความพร้อมของผู้เรียน

### 2. การบอกวัตถุประสงค์ (Specific Objectives)

การบอกวัตถุประสงค์ของการเรียนในบทเรียนคอมพิวเตอร์นั้นนอกจากผู้เรียนจะได้รู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหาแล้วยังเป็นการบอกผู้เรียนถึงเค้าโครงของเนื้อหาด้วยการที่ผู้เรียนทราบถึงโครงร่างของเนื้อหาอย่างกว้างๆ นี้จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างแนวความคิดรายละเอียดส่วนย่อยของ

### 3. การทบทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge)

คือการทำจะมีการให้ความรู้ใหม่ๆ แก่ผู้เรียน ทั้งที่ผู้เรียนอาจจะไม่มีพื้นฐานความรู้เดิมมาก่อน มีความจำเป็นที่ผู้ออกแบบบทเรียนจะต้องหาวิธีการประเมินความรู้เดิมที่จำเป็นก่อนที่รับความรู้ใหม่ ทั้งนี้เพื่อเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมก่อนที่จะรับความรู้ใหม่ เช่น การทดสอบแบบฝึกหัด เพื่อทำการตรวจสอบความรู้พื้นฐานเดิมของผู้เรียน ส่วนผู้เรียนที่มีความรู้พื้นฐานเดิมมาแล้วยังเป็นการทบทวนหรือให้ผู้เรียนได้ย้อนกลับไปคิดในสิ่งที่ตนรู้มาก่อนเพื่อช่วยในการเรียนรู้สิ่งใหม่ในขั้นทบทวนความรู้เดิมไม่จำเป็นจะต้องเป็นการทดสอบเสมอไป หากเป็นบทเรียนที่สร้างขึ้นเป็นชุดบทเรียนที่เรียนต่อๆ กันไปตามลำดับ การทบทวนความรู้อาจเป็นไปในรูปแบบของการกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดย้อนกลับถึงสิ่งที่ได้เรียนก่อนหน้านั้น กระตุ้นดังกล่าวอาจแสดงด้วยคำพูด ข้อความ ภาพ เป็นต้น

### 4. การนำเสนอเนื้อหาบทเรียน (Present Information)

การนำเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาประกอบคำพูดที่สั้นง่ายต่อความเข้าใจซึ่งถือเป็นหัวใจสำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การใช้ภาพประกอบจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจบทเรียนได้อย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น และสามารถสร้างความคงทนในการจดจำได้ดีกว่าการใช้คำพูดหรือข้อความตัวอักษรเพียงอย่างเดียว โดยพื้นฐานที่ว่าภาพหนึ่งภาพสามารถจะช่วยอธิบายเรื่องราวและเหตุการณ์ต่างๆ ที่เป็นนามธรรมให้ง่ายต่อการรับรู้ ภาพที่ใช้ในบทเรียนสามารถจำแนกได้เป็น 2 รูปแบบหลักๆ ดังนี้

#### 1. ภาพนิ่ง (Still Picture) ได้แก่ ภาพ 2 มิติ, ภาพ 3 มิติ ภาพถ่าย แผนภาพ แผนภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ภาพเคลื่อนไหว (Motion Picture) ได้แก่ ภาพจากสัญญาณวีดิทัศน์ โปรแกรมคอมพิวเตอร์การสร้างภาพเคลื่อนไหว ภาพจากสัญญาณผ่านดาวเทียมโทรทัศน์ เป็นต้น

### 5. การชี้แนวทางการเรียนรู้ (Guide Learning)

ตามหลักการเรียนรู้ ผู้เรียนจะจำได้ดีหากมีการจัดระบบการนำเสนอเนื้อหาที่ดีและสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมของผู้เรียน ทฤษฎีทางทฤษฎีได้กล่าวว่าการเรียนรู้ที่กระจำชัด (Meaning Learning) นั้น หนทางเดียวที่จะเกิดขึ้นได้คือการที่ผู้เรียน ได้ทำการวิเคราะห์และตีความในเนื้อหาใหม่บนพื้นฐานของความรู้และประสบการณ์เดิมรวมกันเป็นความรู้ใหม่ ดังนั้นหน้าที่หลักของผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน CAI นั้นคือการพยายามค้นหาเทคนิคในการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้นำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาหาความรู้ใหม่ นอกจากนั้นยังจะต้องพยายามหาวิธีทางที่จะทำการศึกษาความรู้ใหม่ของผู้เรียนนั้นมีความกระจำชัดเท่าที่จะทำได้ เทคนิคการให้ตัวอย่างแบบการเปรียบเทียบประกอบคำอธิบายและที่ไม่ใช่ตัวอย่าง อาจช่วยให้ผู้เรียนแยกแยะภาพและเข้าใจความหมาย Concept ต่างๆ ในเนื้อหาของบทเรียนได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ในบางครั้งเนื้อหาบทเรียนที่ผู้ออกแบบ อาจจำเป็นจะต้องอาศัยหลักการทฤษฎีของ Guide Discovery ซึ่งการหมายถึงการพยายามให้ผู้เรียนคิดหาเหตุและผล ค้นคว้าและวิเคราะห์ค้นหาคำตอบที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยผู้ออกแบบหาคำตอบได้เอง นอกจากนั้นการใช้คำพูดกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดก็เป็นเทคนิคอีกประการหนึ่งที่น่าสนใจและนำไปใช้ได้ สรุปสาระสำคัญในระดับขั้นนี้ผู้ออกแบบบทเรียนจะต้องยึดหลักการจัดการเรียนรู้จากสิ่งที่มีประสบการณ์เดิมเข้าสู่เนื้อหาใหม่จากสิ่งที่ย่างไปสู่ในสิ่งที่ยากและดำเนินเป็นไปตามลำดับขั้น

### 6. การกระตุ้นการตอบสนอง (Elicit Responses)

ทฤษฎีการเรียนรู้กล่าวว่า การเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใดนั้นจะมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับระดับและขั้นตอนของการประมวลผลข้อมูล หากผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมคิดร่วมกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวกับเนื้อหา การถามตอบ ในด้านของการจดจำนั้นย่อมจะดีกว่าผู้เรียน โดยวิธีการอ่านหรือการคัดเลือกข้อความเพียงอย่างเดียว คอมพิวเตอร์มีข้อได้เปรียบเหนืออุปกรณ์อื่นๆ ซึ่งจัดเป็นการสอนแบบ Non-interactive คือการเรียนจากคอมพิวเตอร์ที่ผู้เรียนสามารถมีกิจกรรมร่วมได้

### 7. การให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback)

การสร้างข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) คือการที่ผู้เรียนอาจมีการตอบคำถามผิดเป็นจำนวนมากทำให้ภาพที่ปรากฏในการตำหนิอาจเป็นภาพในแง่ลบซึ่งอาจเป็นการสร้างทัศนคติด้านความคิดที่ไม่ดีต่อผู้เรียนแบบตลอดไปของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้เพราะฉะนั้นในการที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะนำรูปภาพเข้ามาใช้ในการให้ข้อมูลย้อนกลับอาจต้องทำการพิจารณาถึงความจำเป็นและความเหมาะสมเป็นหลักที่ตั้งในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เช่น ถ้าผู้เรียนตอบถูกอาจจะมีความที่ร่วมแสดงความดีใจแสดงออกมาให้เห็น แต่ถ้าตอบผิดก็จะมีภาพใดๆ เกิดแสดงผลออกมา เป็นต้น

#### 8. การทดสอบความรู้หลังบทเรียน (Access Performance)

การทดสอบความรู้ใหม่ซึ่งอาจจะเป็นการทดสอบระหว่างบทเรียน หรือการทดสอบในช่วงท้ายของบทเรียนหลังบทเรียน ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยการทดสอบดังกล่าวอาจเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบเพื่อเก็บคะแนนหรือจะเป็นการทดสอบเพื่อวัดผลว่าผู้เรียนผ่านเกณฑ์ต่ำสุดเพื่อที่จะศึกษา บทเรียนต่อไปหรือยัง

การทดสอบดังกล่าวนอกจากจะเป็นการประเมินการเรียนรู้แล้ว ยังมีผลในการจำระยะยาวของผู้เรียนด้วย ข้อสรุปจึงควรมีการถามแบบเรียงตามลำดับของวัตถุประสงค์ในบทเรียน ถ้าบทเรียนมีหลายๆ ส่วน อาจทำการจำแนกแบบทดสอบออกเป็นส่วนๆ ตามเนื้อหาโดยแบบทดสอบรวมหลังบทเรียนนี้อีกชุดหนึ่งก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบเรียนเองว่าจะต้องการแบบใด

#### 9. การจำและนำไปใช้งาน (Promote Retention and Transfer)

ในการเตรียมการสอนสำหรับชั้นเรียนตามปกติ โดยหลักการทางทฤษฎีของกาเย่ (Gagne) นั้นได้กล่าวว่า ในขั้นสุดท้ายของการสรุปสอนประเด็นสำคัญ รวมทั้งข้อเสนอแนะต่างๆ ให้กับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนหรือซักถามปัญหาข้อสงสัยก่อนจบบทเรียน ในขั้นนี้เองที่ผู้สอนจะได้แนะนำการนำความรู้ใหม่ไปใช้หรืออาจจะแนะนำการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม ดังนั้นเมื่อมีการประยุกต์หลักเกณฑ์ดังกล่าวมาใช้ในการออกแบบบทเรียน CAI จึงมีข้อควรพิจารณาดังนี้

1. ทำการสรุปกับผู้เรียนว่าความรู้ใหม่ มีส่วนสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่คุ้นเคยต่อผู้เรียนมาแล้วอย่างไร
2. ทำการทบทวนแนวความคิดที่เป็สาระสำคัญของเนื้อหาเป็นการหาข้อสรุป
3. ทำการเสนอแนะเนื้อหาที่เป็นความรู้ใหม่อาจจะถูกนำไปใช้ประโยชน์ได้
4. บอกผู้เรียนถึงแหล่งที่มาของข้อมูลทีพอจะเป็นประโยชน์ในการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมต่อไป

ขั้นตอนการสอน 9 ขั้นของ (Gagne) นี้เป็นเพียงเทคนิคในแนวทางการออกแบบบทเรียนที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างกว้างๆ แต่โดยวัตถุประสงค์หลักของเทคนิคดังกล่าวนี้ ก็เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนการเรียนการสอน อนึ่งในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน CAI เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือความพยายามทำให้ผู้เรียนได้เกิดความรู้สึกที่ใกล้เคียงกับการเรียนรู้จากผู้สอนโดยตรง โดยดัดแปลงให้สอดคล้องกับสมรรถนะของเครื่องคอมพิวเตอร์และในชั้นการสอน 9 ชั้นนี้ ผู้ออกแบบบทเรียนไม่จำเป็นต้องทำการแยกแยะขั้นตอนต่างๆ ออกเป็นไปตามลำดับที่เรียงไว้ทุกอย่าง และไม่จำเป็นว่าจะต้องกระทำการครบทั้ง 9 ข้อ โดยจะออกแบบบทเรียนแบบใด ให้ครอบคลุม ทั้งหมดขึ้นอยู่กับเทคนิคการนำเสนอเนื้อหาบทเรียนนั้นๆ ด้วย (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2537 : 7-13)

## 2.5 การศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้ (Learning Theory)

Edward L. Thorndike เสนอ "ทฤษฎีการเรียนรู้ (Learning Theory)" ว่าการเรียนรู้ของมนุษย์จะเกิดขึ้นได้ด้วยการสร้างสิ่งเชื่อมโยง ระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ที่เหมาะสมกันและการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพนั้น จะต้องตั้งอยู่บนพื้นฐานของกฎ 3 ประการ คือ กฎแห่งความพร้อม (Law of Readiness)

กฎแห่งความพอใจ (Law of Effect) และกฎแห่งการฝึกฝน (Law of Exercise) โดย

1. พิจารณาความรู้ของผู้เรียน
2. ผู้สอนควรใช้เทคโนโลยีทางการสอนเป็นเครื่องกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน
3. ผู้สอนควรกำหนดพฤติกรรมที่คาดหวังของผู้เรียนให้เกิดขึ้น และกำหนดเรื่องที่จะให้เรียนในเนื้อหาของบทเรียนลงไปเสียก่อน
4. การเรียนรู้ใดๆ ย่อมเป็นผลจากความสามารถปรับปรุงพฤติกรรมของผู้เรียนที่ได้แสดงออกและการรับรู้ผลการกระทำของตนเองในทางที่ถูกต้อง
5. ครูควรให้ผู้เรียนได้ทำแบบฝึกหัดทบทวนเนื้อหาบทเรียนอยู่เสมอ เพื่อทำการเน้นย้ำสิ่งที่เรียนนั้นให้ผู้เรียนได้มีความเข้าใจยิ่งขึ้นและสามารถจดจำได้ยาวนานรวมทั้งมีความชำนาญในการปฏิบัติ

ทฤษฎีทางการเรียนรู้แบบปฏิบัติ (Operant Conditioning)

B.F. Skinner ได้เสนอทฤษฎีการเรียนรู้แบบการปฏิบัติ (Operant Conditioning) เขาเชื่อว่าการเรียนรู้เกิดจากการกระทำของผู้เรียนเอง เนื่องด้วยพฤติกรรมของมนุษย์โดยส่วนมากจะมีลักษณะเป็นการเรียนรู้แบบการกระทำ (Operant Learning) และการเสริมแรง (Reinforcement) สิ่งสำคัญที่ทำให้คนแสดงพฤติกรรมตอบสนองโดยอาศัยสิ่งเร้าภายในเป็นตัวกระตุ้น เพื่อสนองความต้องการของตนเอง ทำให้มีการพัฒนาการสอนแบบโปรแกรมและเครื่องช่วยสอนขึ้น โดยมีหลักการในการศึกษา คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การปรับปรุงการศึกษาจะต้องมุ่งเน้นกระบวนการเรียนมากกว่ามุ่งผลการเรียนเพียงอย่างเดียว
2. การเรียนรู้จะเกิดจากการปฏิบัติของผู้เรียนเป็นสำคัญ
3. ควรใช้เทคโนโลยีทางการศึกษาในการเรียนการสอน เพราะสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้ผู้เรียนมีความสนใจ และเข้าใจบทเรียนดีขึ้น
4. ควรเลือกวิธีสอนให้เหมาะสมกับบทเรียนและความพร้อมของผู้เรียน
5. ควรจัดประสบการณ์ให้เป็นระเบียบและต่อเนื่อง มีความสอดคล้องตามความสามารถของผู้เรียน
6. ควรมีการส่งเสริมบรรยากาศการเรียนรู้และต่อเนื่อง มีความสอดคล้องความสามารถของผู้เรียนได้ด้วยตนเอง
7. ควรส่งเสริมบรรยากาศการเรียนรู้แบบอิสระ ให้ผู้เรียนสามารถควบคุมตนเองได้ (Self-reliance) (สุมาลี จันทร์ชลอ, 2530 : 32-37)

## 2.6 การศึกษาความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คำศัพท์เกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนนั้น นิยมใช้คำศัพท์ที่แตกต่างกันไปในแต่ละประเทศ ซึ่งคำว่า ซีเอไอ (CAI : Computer-Asisted Instruction) ถือเป็นคำศัพท์เดิมที่นิยมใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยมีความหมายว่ารูปแบบการสอนโดยวิธีการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องช่วยสอน หรือในอีกคำหนึ่งที่นิยมใช้คือคำว่า ซีเอ็มไอ (CMI : Computer-Managed Instruction) ซึ่งหมายถึง วิธีการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องช่วยเหลือในการจัดการให้แทนผู้สอน ส่วนในประเทศยุโรปมักจะมีการใช้คำที่แตกต่างด้านความหมายไปจากสหรัฐอเมริกา โดยคำที่นิยมใช้เรียกกันคือ ซีบีอี (CBE : Computer-Base Education) หมายถึง วิธีการศึกษาโดยอาศัยคอมพิวเตอร์เป็นหลัก นอกจากนี้ยังมีคำอีกหลายคำที่มีความหมายนับเดียวกัน เช่น ซีเอ็มแอล (CML : Computer-Managed Learning) (ศรีศักดิ์ จามรมาน, 2535 : 1)

ส่วนในประเทศไทยนั้นได้มีนักวิชาการทางการศึกษาหลายท่าน และผู้เชี่ยวชาญนักคอมพิวเตอร์ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไว้ดังนี้

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI : Computer-Asisted Instruction) หมายถึง กลวิธีการสอนที่เน้นให้มีการกระทำแบบปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อให้เกิดการเรียนรู้และความทรงจำแบบยาวนาน (สุพิทย์ กาญจนพันธุ์, 2541 : 52)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน CAI คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้นำเนื้อหาวิชาและลำดับวิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ โดยเครื่องคอมพิวเตอร์จะเป็นเครื่องมือตัวกลางที่จะทำการช่วยนำเสนอบทเรียนที่เตรียมไว้อย่างเหมาะสมสำหรับผู้เรียนแต่ละบุคคล (ยีน ภู่วรรณ, 2531 : 121)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน CAI คือ กระบวนการสอนที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อในการเสนอบทเรียนแบบโต้ตอบ (Interaction Mode) เพื่อก่อให้เกิดการเรียนรู้แบบเอกัตบุคคล สำหรับผู้เรียนแต่ละคนได้แก่ การฝึกทักษะ การสอนแบบตัวต่อตัวสถานการณ์จำลอง เกมส์ และการแก้ปัญหา (Splittgerber, 1979 : 20)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน CAI หมายถึง บทเรียนที่ถูกสร้างขึ้นด้วยคำสั่งภาษาคอมพิวเตอร์ ภาษาใดภาษาหนึ่ง และบันทึกลงในจานแม่เหล็ก เพื่อให้ผู้เรียนนำไปศึกษาใหม่ ทบทวน หรือทดสอบเนื้อหาที่ศึกษามาแล้ว โดยผ่านทางจอภาพ ลักษณะบทเรียนจะเน้นการศึกษารายบุคคล และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วม และทำการเลือกตัดสินใจ โดยการป้อนข้อมูลผ่านแป้นพิมพ์ (สุกรี รอดโพธิ์ทอง, 2529 : 32)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน CAI หมายถึง การนำเอาคอมพิวเตอร์มาเป็นสื่อนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนให้เป็นเรื่องราวแบบการสอนโดยตรง และเป็นการเรียนแบบมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive) ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ บทเรียนคอมพิวเตอร์มีลักษณะคล้ายกับบทเรียนโปรแกรม (Programmed Instruction) (กำพล ดำรงค์วงศ์, 2528 : 150)

คุณสมบัติของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

- ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและเนื้อหา

บุคลากรด้านนี้จะต้องเป็นผู้มีความรู้และประสบการณ์ออกแบบและการพัฒนาหลักสูตร รวมถึงการ กำหนดเป้าหมายและทิศทางของหลักสูตร วัตถุประสงค์ ระดับการเรียนรู้ของกลุ่มผู้เรียน (Learner Group) ขอบข่ายของเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอน ขอบข่ายรายละเอียดของคำอธิบายรายวิชา ตลอดจนวิธีการวัดและการประเมินผลของหลักสูตร บุคลากรกลุ่มนี้ จะเป็นผู้ที่มีความสามารถให้คำปรึกษาและคำแนะนำได้เป็นอย่างดีและถูกต้อง จึงเรียกว่า Resource Person ทางด้านหลักสูตร

- ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน

บุคลากรกลุ่มนี้จะหมายถึงผู้ที่ทำหน้าที่ในการนำเสนอเนื้อหาวิชาใดวิชาหนึ่ง โดยจะต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญมีความรู้ความชำนาญเป็นอย่างดี สามารถจัดลำดับความยากง่าย ความสัมพันธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ทักษิณา สนวนานนท์, 2530 : 211-213)

1. เริ่มจากสิ่งที่รู้ไปจนถึงสิ่งที่ผู้เรียนไม่รู้ โดยจัดการเรียนให้เนื้อหาเรียงไปตามลำดับ (Linear Sequence) โดยทำการนำเสนอเป็นกรอบ (Frame) หลายๆ กรอบเพื่อให้ผู้เรียนจะค่อยเรียนไปที่ละกรอบตามลำดับจากง่ายไปสู่ยาก
2. ในการนำเสนอเนื้อหาที่ค่อยๆ เพิ่มขึ้นจะต้องเพิ่มขึ้นทีละน้อยค่อนข้างง่าย และมีสาระใหม่ไม่มากเกินไป ในความเปลี่ยนแปลงในแต่ละกรอบจะต้องให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองในแต่ละหน้าจอ
3. ในระหว่างการเรียนรู้จะต้องให้ผู้เรียนแต่ละคน มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมตามไปด้วย เช่น การตอบคำถาม การทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน การทำแบบทดสอบ มิใช่การนำเสนอเนื้อหาในแต่ละบทเรียนเพียงอย่างเดียวเท่านั้น เพื่อวัตถุประสงค์ให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้และการจดจำเข้าใจเนื้อหาบทเรียน และเพื่อป้องกันความน่าเบื่อหน่ายของผู้เรียน
4. การเลือกคำตอบที่ผิดแล้วรวมคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน บทเรียนอาจจะให้ผู้เรียนต้องกลับไปทำการทบทวนกรอบของแบบเรียนบทเก่าที่ได้ทำการศึกษาผ่านมา หรือบทเรียนอาจทำการแสดงเป็นกรอบใหม่แสดงขึ้นเพื่ออธิบายถึงความเข้าใจผิดในข้อที่ตอบผิด ส่วนถ้าเป็นคำตอบที่ถูกผู้เรียนก็จะได้ผ่านไปเรียนในบทเรียนใหม่เพิ่มเติม การได้รู้เฉลยและได้รับคำตอบในทันที จะทำให้ผู้เรียนมีความสุขสนุกสนานไปด้วยกับบทเรียน ส่วนคำตอบที่ถูกผู้เรียนก็จะได้รับคำชมเชยทำให้ผู้เรียนมีกำลังใจในการเรียนรู้เพิ่มขึ้น และคำตอบที่ผิดอาจถูกตำหนิแต่ไม่มีผู้อื่นได้ยื่นทำให้ไม่รู้สึกล้ออายหรือหมดกำลังใจ
5. ในลักษณะการเรียนรู้ด้วยวิธีนี้จะช่วยให้ผู้เรียน เรียนได้ตามความสามารถของตนเอง อาจจะใช้เวลาในการทบทวนเนื้อหาบทเรียน
6. ในลักษณะการเรียนรู้ด้วยวิธีนี้จะเป็นการเรียนโดยเน้นความถนัดในการเรียนรู้ด้วยตนเองของแต่ละบุคคล ซึ่งมีรูปแบบทางประสาทการรับรู้ เรียนรู้ให้เข้าใจได้แตกต่างกัน โดยแม้แต่ในรายวิชาเดียวกับบทเรียนและเนื้อหาแบบเดียวกันแต่ผู้เรียนแต่ละคนจะใช้เวลาในการเรียนไม่เท่ากัน
7. ในการเสนอบทเรียนในลักษณะนี้การทำสรุปท้ายบทเรียนแต่ละยุค จะช่วยให้ผู้เรียนได้ทำการวัดผลด้วยตนเอง การสรุปนั้นหมายถึง การสรุปเนื้อหาและสรุปการติดตามผลของผู้เรียนด้วยว่าผู้เรียนใช้เวลาในการเรียนมากน้อยเพียงใดผลปรากฏออกมาเป็นอย่างไรจำเป็นจะต้องมีการศึกษาค้นคว้าหรือ ทำงานเพิ่มเติมหรือไม่ ในการเรียนในห้องเรียนยิ่งครูทดสอบบ่อยเท่าไรการ

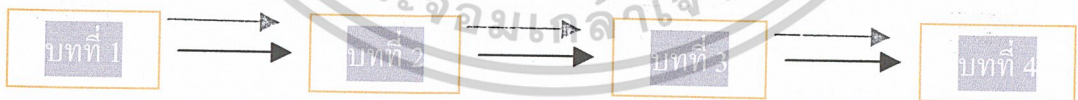
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรียนก็ยังมีผลเท่านั้น แต่การทดสอบธรรมชาติมีปัญหาเรื่อง การตรวจยิ่งเสียเวลามากความ กระตือรือร้นของ ผู้เรียนอาจจะค่อยๆ หดไป

8. การทำกรอบบทเรียนคอมพิวเตอร์ในแต่ละบทนั้นถ้าผู้เรียนทำได้ดี ก็จะสามารถ วิเคราะห์คำตอบได้ ด้วยประสบการณ์ของผู้เรียนแต่ละคนสามารถวิเคราะห์จากคำตอบของนัก เรียนได้ว่าการที่เลือกคำตอบในข้อนั้นๆ (ในกรณีที่เป็นการเลือกคำตอบที่ถูกต้อง) ถ้าเป็นคำตอบที่ผิด เป็นเพราะอะไร อาจเป็นเพราะสับสนกับเรื่องอื่นๆ ดีความหมายคำถามผิดหรือไม่เข้าใจเลย การ ทำแบบทดสอบที่ดีหากผู้ทำสามารถเรียบเรียงเนื้อหาเป็นลำดับขั้นตอนจริงๆ ผู้เรียนควรจะได้ ถูกทั้งหมดบางทีก็ทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายได้

9. การกำหนดวัตถุประสงค์ไว้ปลายทางว่า ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อะไรบ้าง จะช่วย ให้การแบ่งเนื้อหาที่จะต้องเรียนไปตามลำดับทำได้ดีขึ้นไม่ออกนอกกลุ่มนอกทางโดยไม่จำเป็น (จิตติ รัตน์ ทัดเทียมมรณย์, 2514 : 7) ได้เสนอรูปแบบของคอมพิวเตอร์แบบพื้นฐานโดยแบ่งได้ 2 ลักษณะ

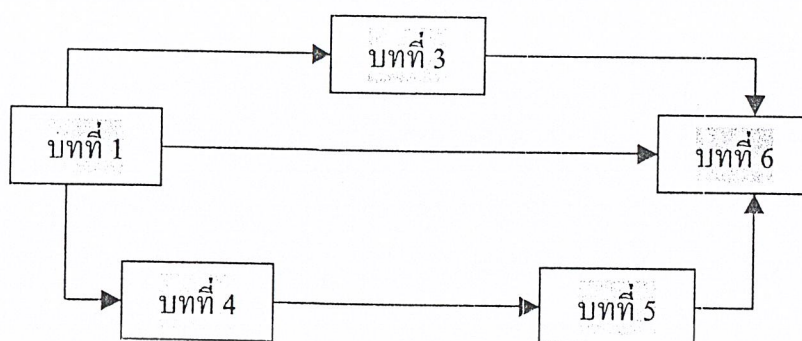
10. บทเรียนโปรแกรมแบบเชิงเส้น จะประกอบด้วยกรอบ ซึ่งแบ่งเป็นหน่วยเล็กๆ เรียง ลำดับจากง่ายไปยาก ผู้เรียนทุกคนจะเห็นข้อความเดียวกัน ตามลำดับเหมือนกันและตอบคำ ถามเช่นเดียวกันตามลำดับ โดยผู้เรียนจะเริ่มเรียนในกรอบ (Frame) แรกก้าวต่อไปข้างหน้าตาม ลำดับกรอบสุดท้ายจะข้ามกรอบใดกรอบหนึ่งไปไม่ได้ สิ่งที่ผู้เรียนได้รับจากกรอบแรกๆ ก็จะเป็น พื้นฐานของการเรียนในบทต่อไปบทเรียนชนิดนี้มักจะทำให้ผู้เรียนตอบคำถามว่าถูกหรือผิด หรืออาจ เป็นการเติมตัวเลขหรือข้อความลงในช่องว่างโดยทั่วไปบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเปรียบ เปรียบเสมือนเป็นกรอบรูปภาพของแผ่นสไลด์ ซึ่งอาจผสมกับข้อความและเสียงได้จึงมองเห็นว่าลักษณะ ของบทเรียนเชิงเส้นจะแยกออกเป็นหลายๆ บทดังรูป



แผนภูมิที่ 2.1 แสดงโครงสร้างของบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชนิดเชิงเส้น (Liner Program)

11. บทเรียนโปรแกรมชนิดไม่เป็นเชิงเส้นบทเรียนชนิดนี้จะคำนึงถึงความแตกต่างและ ความคิดของผู้เรียนแต่ละบุคคลเป็นหลักสำคัญ โดยให้มีการทดสอบผู้เรียนอยู่เสมอเพื่อที่จะได้นำ คำตอบที่ได้มาทำการวิเคราะห์แล้วเลือกบทเรียนให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคน การจัดกรอบของ บทเรียนจะต้องมีการกำหนดการเชื่อมโยงระหว่างกรอบบทเรียนอย่างเหมาะสม และเป็นข่างาน ตามความสามารถของการเรียนรู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แผนภูมิที่ 2.2 แสดงโครงสร้างของบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ชนิดไม่เป็นเชิงเส้นแบบ (Branching Program)

คือการปรับรูปแบบการสอนให้มีความเหมาะสมกับความต้องการของผู้เรียน ถือว่าเป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งของลักษณะเฉพาะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงควรมีลักษณะโดยทั่วไปดังนี้

1. การควบคุมโปรแกรมโดยให้ผู้เรียนสามารถทำการควบคุมลำดับการเรียนรู้ด้วยตนเอง ให้มากที่สุดเท่าที่ทำได้ ซึ่งรวมถึงการให้ทราบทบทวนในรอบที่ที่ผ่านมา หรือการเลือกทางเลือกที่จะนำไปสู่การบรรลุวัตถุประสงค์ของบทเรียนในระยะเวลาที่สั้นที่สุด นั่นคือ การให้โอกาสแก่ผู้เรียนที่จะก้าวไปข้างหน้าในการเรียนรู้ หรือทบทวน หรือการออกจากบทเรียน
2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะต้องสามารถปรับเปลี่ยนและสนองต่อรายบุคคลโดยผู้เรียนจะเรียนตามความสามารถของตนเอง (Self Passing) สามารถเลือกสาขาทางเลือกในการทบทวน หรือเสริมความรู้โดยอิสระตามต้องการ
3. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีลักษณะเป็นบทเรียนแบบโมดูลย่อย และมีโครงสร้างที่ต่อเนื่องกันไปเป็นเรื่องราว มีรูปแบบที่เป็นระเบียบ แต่ต้องการความยืดหยุ่นในการนำไปใช้ได้สูงสุด ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนได้
4. ทักษะต่างๆ ที่ต้องการให้ผู้เรียนบรรลุ จะต้องตั้งเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและความละเอียดของบทเรียน จะต้องขึ้นอยู่กับพื้นฐานของการกำหนดวัตถุประสงค์เฉพาะที่ให้ผู้เรียนสามารถบรรลุและประเมินความก้าวหน้าได้
5. การเรียนสามารถทำการวัดได้ในรูปแบบของการบรรลุวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.7 การศึกษาการออกแบบและการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

### จิตวิทยาการเรียนการสอนสำหรับการออกแบบ

#### ข้อดี

1. เป็นการนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนได้รวดเร็วและจับใจ กว่าที่ผู้เรียนจะต้องทำการเปิดปิด หยิบจับ ในเอกสารตำราที่เกี่ยวข้องหลายๆ เล่มในเวลาเดียวกัน
2. เป็นการนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนแบบทำการสรุปโดยย่อที่ผู้ทำการผลิตสื่อได้ทำการคัดสรรในเนื้อหาที่เป็นสาระประโยชน์สำคัญๆ ที่เกี่ยวข้องไว้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นการประหยัดเวลา และลดภาระกำลังแรงงานที่ผู้เรียนจะต้องไปทำการค้นคว้าเอกสารตำราที่เกี่ยวข้องทั้งภายในและภายนอกของห้องสมุด
3. เป็นการนำเสนอเนื้อหาโดยผ่านจอภาพเครื่องคอมพิวเตอร์ทำให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นภาพที่เคลื่อนไหวประกอบคำอธิบายได้ชัดเจนและเข้าใจดียิ่งขึ้น กว่าที่การอ่านตัวอักษรจากหนังสือแล้วแปรออกมาเป็นรูปภาพในสมองทางความคิดเพื่อประมวลผลของลำดับเหตุการณ์ในบทเรียน ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการประหยัดเวลาการเรียนรู้
4. เป็นการนำเสนอเนื้อหาแบบมีเสียงประกอบคำอธิบายเนื้อหา ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและสามารถเรียนรู้ได้ในระยะเวลาอันสั้น
5. ตัวคุณสมบัตินี้ของสื่อแผ่น CD-ROM สามารถทำการเก็บข้อมูลที่เป็นเนื้อหาของบทเรียนได้มากกว่าเป็นหลายเท่ากว่าเอกสารตำราหนังสือเรียน
6. ผู้เรียนสามารถสร้างการปฏิสัมพันธ์ได้ต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ (Interactive) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
7. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถทำการบันทึกผลการเรียนของผู้เรียนได้รวมถึงทำการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้
8. รวมทั้งมีความเหมาะสมสำหรับรูปแบบการเรียนการสอนที่ผ่านระบบการสื่อสารแบบทางไกล เช่น การจัดการระบบการเรียนการสอนแบบทางไกล (Distance Learning) โดยผ่านทางดาวเทียม หรือระบบการสื่อสารแบบอินเทอร์เน็ต เป็นต้น

#### ข้อเสีย

ปัจจัยอุปสรรคสำคัญที่ได้เข้ามาเกี่ยวข้องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีดังนี้

1. ความจำกัดในกิจกรรมรูปแบบบทเรียน
2. ความจำกัดของตัวสื่อทำนำมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการเรียนการสอน
3. ความจำใจในการรวนเวียนของตัวเนื้อหาและแบบฝึกหัด แบบทดสอบของเครื่องช่วย

สอนนี้  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ความน่าเบื่อหน่ายที่เกิดจากในความรู้สึกของผู้เรียนเองต่อช่วงเวลาในการนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนและกระบวนการที่จะต้องมานั่งทำแบบฝึกหัด แบบทดสอบของเครื่องช่วยสอน
5. ความจำเจทางด้านประสาทในการรับรู้ทางสายตาของผู้เรียน ซึ่งมีผลทำให้เกิดความเครียดต่อผู้เรียนในการนั่งจจจต่อหน้าคอมพิวเตอร์เป็นระยะเวลาชาน ซึ่งอาจทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายได้ เป็นประการสำคัญ
6. ความจำเจที่ผู้เรียนที่ผู้เรียนจำต้องทำการจดจำหน้าของบทเรียน ในการเปิดปิดกลับไปมาของบทเรียน
7. ความยุ่งยากในการพยายามสร้างแนะนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนด้วยตัวผู้ผลิตสื่อเองที่จะต้องทำให้เกิดเป็นบทเรียนแบบสำเร็จรูปและมีคุณภาพได้

## 2.8 การศึกษาจิตวิทยาของสี (COLOR PSYCHOLOGY)

จิตวิทยาของสี (COLOR PSYCHOLOGY) ในการเลือกใช้สีกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นจำต้องอาศัยหลักการและศึกษาถึงความรู้สึกมนุษย์ที่มีต่อสีแต่ละสีเสียก่อน ซึ่งพอจะสรุปได้ดังนี้ตัวอย่างสีที่มีปฏิกริยาต่อความรู้สึกของมนุษย์โดยตรง

สีเทา	หมายถึง	การให้ความรู้สึกเคร่งขรึม สุขภาพ ผู้ดี เรียบร้อย เงียบสงัด รอบคอบ
สีดำ	หมายถึง	การให้ความรู้สึกลึกลับ มือ ทุกข์โศก น่ากลัว ให้ความแข็งแรง มีพลัง
สีส้ม	หมายถึง	การให้ความรู้สึกตื่นเต้น ใจ สุก เบิกบาน ต้อนรับ ความคิดสร้างสรรค์
สีแดง	หมายถึง	การให้ความรู้สึก มั่นใจสูง ความสวย ความสุข กระตุ้น ความหวาน กระตือรือร้น ทำให้รู้สึกตื่นเต้นเท่านั้น แต่ยังให้ความรู้สึกเข้าใจได้
สีน้ำเงิน	หมายถึง	การให้ความรู้สึกสุภาพ ถ่อมตน หนักแน่น เยือกเย็น สุขุม ปลอดภัย
สีม่วง	หมายถึง	การให้ความรู้สึกในด้านความรัก ความเศร้า สง่างาม คงสภาพ ลึกลับ
สีเขียว	หมายถึง	การให้ความรู้สึกร่าเริง สดชื่น กระชุ่มกระชวย สุขุม เยือกเย็น
สีเหลือง	หมายถึง	การให้ความรู้สึกร่าเริง สดใส สีเหลืองอ่อนจะให้ความรู้สึก ของความสะอาด ความสว่าง สีเหลืองเข้มมากจะทำให้สมอง เกิดความหงุดหงิดได้
สีขาว	หมายถึง	การให้ความรู้สึกสะอาด บริสุทธิ์ จะใช้ในส่วนที่เป็นความรู้สึกปกติซึ่ง รู้สึกเรียบร้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.9 การศึกษารูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ได้จัดแบ่งชนิดของบทเรียน ดังนี้

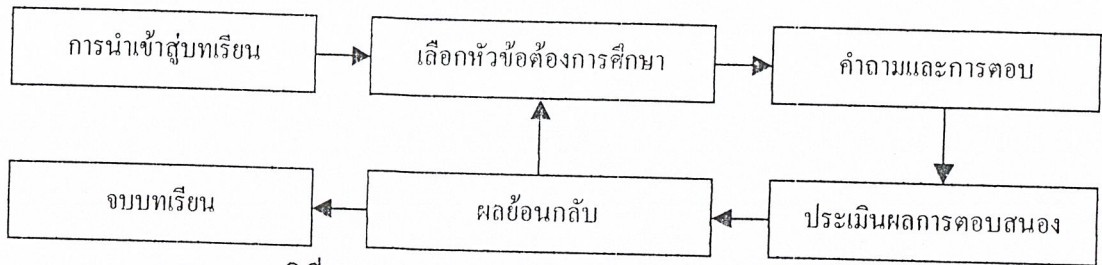
1. แบบบทเรียนการศึกษาเนื้อหาใหม่ (Tutorial) บทเรียนประเภทนี้ เป็นรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาแบบใหม่ คอมพิวเตอร์จะเปรียบเสมือนครู ที่ทำการสอนผู้เรียนเป็นรายบุคคล ภายในห้องเรียนคอมพิวเตอร์ การใช้งานลักษณะนี้จะสามารถใช้งานกับวิชาใดก็ได้ จะสอนอะไรก็ได้เช่นกัน ลักษณะของข้อมูลของบทเรียน คำอธิบายเกี่ยวกับการใช้บทเรียน หลักการวิธีใช้บทเรียน คำถาม-คำตอบแบบย้อนกลับให้กับผู้เรียน การตอบทุกครั้งของผู้เรียนจะถูกทำการประเมินตรวจคำตอบและให้ข้อมูลย้อนกลับโดยตัวโปรแกรมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และถ้าผู้เรียนตอบคำถามถูกทั้งในแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนก็จะมี การทดสอบความรู้ในหน้าของตัวบทเรียนโปรแกรมต่อไป ส่วนถ้าตอบผิดก็จะมี การช่วยเหลือ โดยมีการซ่อมเสริมเสียก่อน แล้วจึงกลับไปทำการถามคำถามเดิม เป็นต้น หรือการสอนกึ่งทบทวน ของผู้เรียนแบบการศึกษาเนื้อหาใหม่ (Tutorial)



แผนภูมิที่ 2.3 แสดงการนำเสนอบทเรียนแบบการศึกษาเนื้อหาใหม่ (Tutorial)

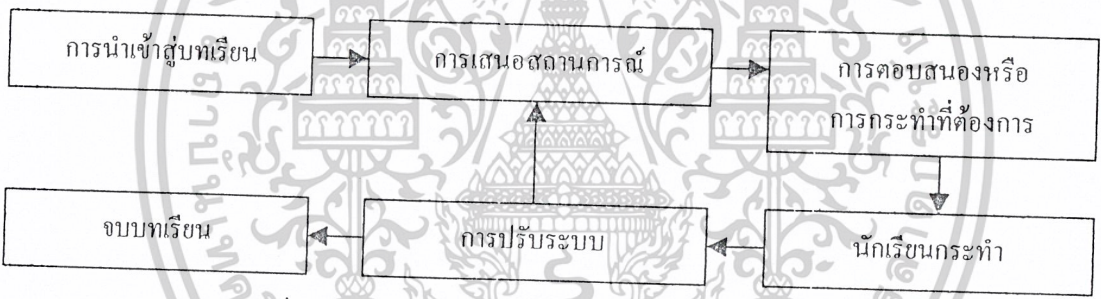
2. แบบฝึกปฏิบัติ (Drill and Practice) บทเรียนประเภทนี้เป็นการฝึกฝนทบทวนความรู้ที่ผู้เรียนได้เรียนไปแล้ว รูปแบบของลักษณะการเรียนรู้จะเป็นการผสมผสาน การฝึกทบทวน และการฝึกฝนการทบทวนในแบบทดสอบ ซึ่งลักษณะของเนื้อหาจะเน้นด้านความรู้ (Knowledge) เป็นส่วนมาก จึงไม่เน้นส่วนประกอบหลักๆ ของการเรียนรู้ โดยในตัวของบทเรียนทั้งหมดจะเป็น การเน้นให้ความสำคัญของการเรียนรู้ด้วยการให้ผู้เรียนได้ทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน ดังนั้นบทเรียนช่วยสอนประเภทนี้ จึงจำเป็น มักจะต้องใช้งานควบคู่กับกิจกรรม อย่างอื่นเป็นองค์ประกอบด้วย เช่น การใช้ควบคู่กับการเรียนการสอนแบบปกติในห้องเรียน การที่ผู้สอนให้แบบฝึกหัดเพิ่มเติมในขั้นตอนการเรียนรู้แบบเสริมทักษะ แบบฝึกปฏิบัติ (Drill and Practice) มีโครงสร้าง ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แผนภูมิที่ 2.4 แสดงการนำเสนอบทเรียนแบบฝึกปฏิบัติ (Drill and Practice)

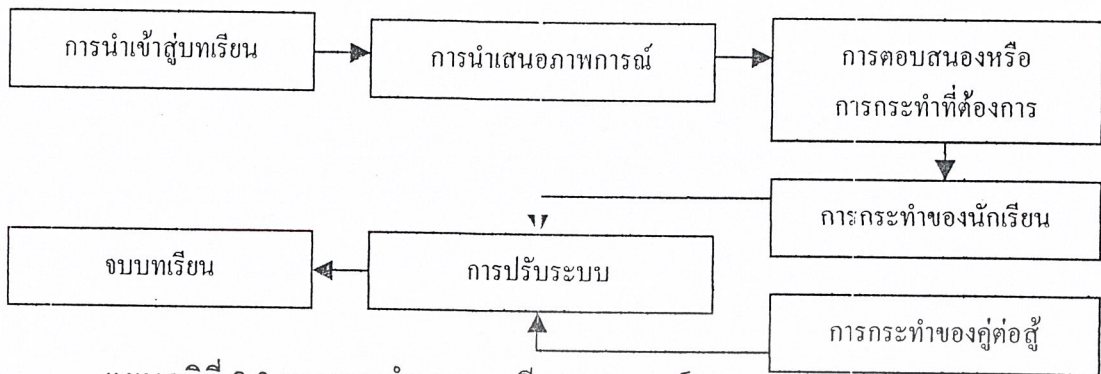
3. แบบจำลองสถานการณ์ (Simulation) บทเรียนนี้จะออกแบบมาเพื่อการสอนเนื้อหาใหม่ๆ หรือเพื่อใช้ทบทวนในสิ่งที่ผู้เรียนได้ทำการศึกษาหรือทำการทดลองไปแล้ว โดยเน้นรูปแบบการสร้างสถานการณ์ แบบจำลองสถานการณ์เหตุการณ์จริง โดยบทเรียนจะลำดับขั้นตอนของเหตุการณ์ต่างๆ และเนื้อหาอย่างต่อเนื่อง ขั้นตอนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำลองสถานการณ์จำลอง (Simulation) มีโครงสร้าง ดังนี้



แผนภูมิที่ 2.5 แสดงการนำเสนอบทเรียนแบบจำลอง (Simulation)

4. แบบเกมส์การสอน (Instructional Game) บทเรียนคอมพิวเตอร์ลักษณะนี้ได้เริ่มพัฒนาจากแนวความคิดและทฤษฎีการเสริมแรง (Reinforcement) ที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของความต้องการในการเรียนรู้ซึ่งเกิดจากแรงจูงใจภายใน (Intrinsic Motivation) (Extrinsic Motivation) ขั้นตอนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมส์การสอน (Instructional Game) มีโครงสร้าง ดังนี้

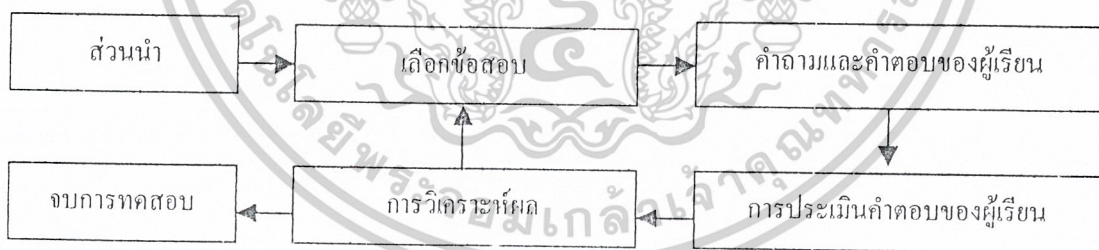
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แผนภูมิที่ 2.6 แสดงการนำเสนอบทเรียนแบบเกมส์การสอน (Instructional Game)

5. แบบสาธิต (Demonstration) บทเรียนประเภทนี้ส่วนมากจะมีการใช้เพื่อสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และวิชาอื่นๆ ที่มีการปฏิบัติงาน เป็นการแสดงการสาธิตด้วยคอมพิวเตอร์ซึ่งช่วยลดปัญหาความยุ่งยากในตัวผู้สอน

6. แบบทดสอบ (Test) บทเรียนประเภทนี้เป็นรูปแบบที่สร้างเพื่อทดสอบความรู้ความสามารถของผู้เรียน ตามจุดประสงค์ของการเรียนรู้ การสอบดังกล่าว อาจเป็นการสอบก่อนการเรียน หรือหลังเรียนก็ได้ ลักษณะของข้อสอบ จะอยู่ในรูปแบบที่คอมพิวเตอร์สามารถตรวจประเมิน ถูก-ผิดได้ เช่น แบบเลือกตอบ (Multiple Choice) หรือแบบถูก-ผิด (True-False) ในการออกแบบข้อสอบต่างๆ อาจถูกเก็บในรูปแบบคลังข้อสอบ เพื่อสะดวกต่อการสุ่มหามาใช้ได้ ขั้นตอนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทดสอบ (Test) มีโครงสร้างดังนี้



แผนภูมิที่ 2.7 แสดงการนำเสนอบทเรียนแบบทดสอบ (Test)

7. แบบการแก้ปัญหา (Program Solving) เป็นลักษณะการเรียนที่ให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิด การตัดสินใจ โดยวิธีกำหนดเกณฑ์ให้ผู้เรียนได้คิดพิจารณาไปตามเกณฑ์ โดยมีการให้คะแนนในแต่ละข้อของโปรแกรม โดยจัดแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. โปรแกรมที่ผู้เรียนเขียนเอง คือการที่ตัวของผู้เรียนได้ตั้งหรือกำหนดปัญหาขึ้นเอง เพื่อการค้นหาคำตอบ และทำการเขียนโปรแกรมสำหรับแก้ปัญหานั้นๆ โดยคอมพิวเตอร์จะช่วยในการคำนวณและหาคำตอบที่ถูกต้องให้ ในกรณีนี้คอมพิวเตอร์จะเป็นเครื่องช่วยในการคำนวณผลข้อมูลจากการแก้ปัญหาลงให้ผู้เรียนสามารถบรรลุถึงทักษะได้

2. โปรแกรมแบบมีผู้เขียนกำหนดปัญหาให้แล้วคือ คอมพิวเตอร์จะทำการคำนวณผลข้อมูล ในขณะที่ผู้เรียนได้เป็นผู้จัดการกับปัญหาเหล่านั้น

8. แบบรวมวิธีการต่างๆ เข้าไว้ด้วยกัน (Combination) คอมพิวเตอร์จะสามารถสร้างวิธีการสอนได้หลายแบบรวมกัน ได้ตามธรรมชาติของระบบการเรียนการสอน ซึ่งมีความต้องการสอนหลายๆ แบบ ตามความต้องการนี้มาจากการกำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน ผู้เรียนและองค์ประกอบ หรือภาระกิจต่างๆ ตัวโปรแกรมบทเรียนอาจมีลักษณะที่เป็นการใช้เพื่อสอน การได้ตาม ประสบการณ์แก้ปัญหา

## 2.10 การศึกษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวข้องในงานวิจัย

โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างภาพ 3 มิติ

3 D Studio MAX

เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการขึ้นรูปทรง 3 มิติ ซึ่งมีความสะดวกต่อการใช้งานมาก เนื่องจากตัวโปรแกรมเอง มุดคำสั่งสำเร็จรูป จึงง่ายต่อการใช้งาน อีกทั้งตัวโปรแกรมเองยังสามารถสร้างภาพ (RENDER) ทั้งแบบ 2 มิติ และ 3 มิติได้อย่างสวยงามอีก ด้วยตัวโปรแกรมทำงานบนระบบปฏิบัติการ WINDOWS 95, 98, 2000, Me และ XP Auto CAD R. 14 Auto CAD เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับสร้างและขึ้นรูปทรง 3 มิติที่สมบูรณ์ เนื่องจากสามารถป้อนค่าขนาดและพิกัดได้ทีละตรงละเอียดมีความสะดวก ง่ายต่อการใช้งาน สามารถสร้างรูปแล้วส่งข้อมูลแปลงระบบเพื่อทำงานต่อกับโปรแกรม 3D MAX ได้ด้วย ข้อด้อยคือ การสร้างภาพ (RENDER) ที่ไม่สมบูรณ์ เนื่องจากตัวโปรแกรมเองมีการติดตั้งวัสดุ (MATERIAL) มาให้น้อยนั่นเอง ตัวโปรแกรมทำงานบนระบบปฏิบัติการ WINDOWS 95, 98, 2000, Me และ XP

โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างภาพ 2 มิติ

COREL DRAW 11.0

โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างและตกแต่งภาพ 2 มิติ อีกทั้งยังมีลูกเล่นในการสร้าง TEXT EFFECT ในลักษณะต่างๆ มากมาย การปรับแต่งและใช้งานค่อนข้างง่ายมีการสามารถในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แปลงไฟล์เช่นเดียวกับโปรแกรม PHOTOSHOP 6.0 ตัวโปรแกรมเองโดนโปรแกรมสำหรับสร้างงานด้วย TEXT DOCUMENT ดังนั้นข้อเด่นคือการจัด ARTWORK มากกว่าตกแต่งภาพ

โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างภาพเคลื่อนไหว

MACROMEDIA FLASH MX

เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับสร้างงาน ANIMATION PRESENTATION ตัวโปรแกรมเองมีรูปแบบการใช้งานได้และสะดวก สามารถ IMPORT EXPORT งานได้หลายแบบเช่น JPEG BMP GIF WAV MP3 HTML SWF เป็นต้น

โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)

MACROMEDIA AUTHORWARE 6.5

เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างบทเรียน คอมพิวเตอร์ [CAI] ที่มีประสิทธิภาพสูงสามารถสร้างงาน ที่มีการโต้ตอบสร้างภาพเคลื่อนไหว และเสียง [MULTI MEDIA] ได้ดีใช้งานง่าย แต่ก็สร้างงานที่มีความซับซ้อนสูงไม่ได้

โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างเสียงประกอบ

WINDOWS MOVIES MAKER

เป็นโปรแกรมสำหรับสร้างเสียงจากภายนอกเช่นการพูดบรรยาย ซึ่งจะต้องพูดผ่าน จุดเด่นคือ สามารถใช้งานง่ายสะดวก

## 2.11 การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ชีระ ไสภณจิตต์, (2534 : 40-41) ได้ทำการวิจัยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการเขียนแบบเครื่องจักร หลักสูตรประกาศนียบัตรช่างชำนาญงาน วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ชั้นปีที่ 1 จำนวน 20 คน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 93.30/81.02 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้เพิ่ม ขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

2. สมบัติ น้อยประเสริฐ (2532 : 43-44) ได้ทำการวิจัยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการใช้ซอฟต์แวร์ Auto cad ช่วยในการเขียนแบบของนักศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (96.96/84.55) สูงกว่าเกณฑ์ 80/80

3. สืบศักดิ์ พันธุ์ไพโรจน์ (2536 : 55-57) ได้ทำการวิจัยเชิงทดลอง ที่มุ่งเน้นศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยีทางการศึกษา โดยนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสอนวิชา การออกแบบวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิเล็กทรอนิกส์ โดยทำการทดลองกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ปีที่ 5 แผนกอิเล็กทรอนิกส์วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จำนวน 38 คน ผลการทดลองการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของชุดทดลองเท่ากับ 85.46/89.22 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการดำเนินงานวิธีดำเนินการวิจัย ดังนั้น คือ

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย

ประชากร

ประชากรระดับปริญญาตรี

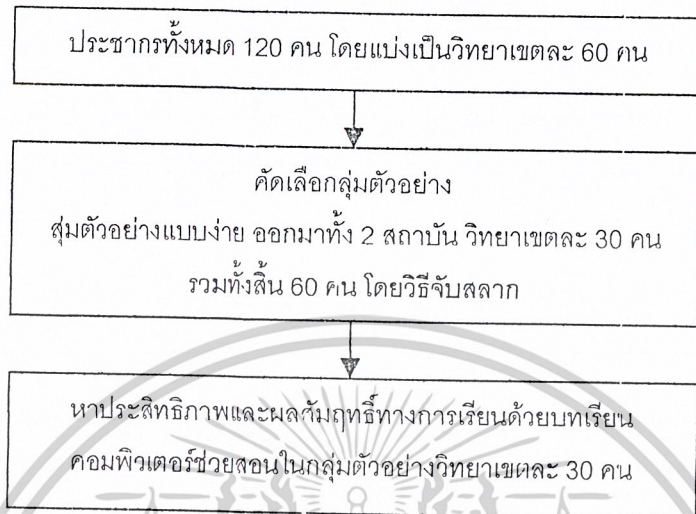
นักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 3 (ในหลักสูตร 5 ปี) คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ศูนย์กลางราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ จำนวนสถาบันละ 60 คน รวมจำนวนทั้งสิ้น 120 คน ที่ลงทะเบียนเรียนประจำปีการศึกษา 2546 ในภาคเรียนที่ 1

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างระดับปริญญาตรี

นักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 3 (ในหลักสูตร 5 ปี) คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ศูนย์กลางราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ จำนวนสถาบันละ 30 คน รวมจำนวนทั้งสิ้น 60 คน ที่ลงทะเบียนเรียนประจำปีการศึกษา 2546 ในภาคเรียนที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แผนภูมิที่ 3.1 แสดงลำดับขั้นตอนการเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแต่ละวิทยาเขตของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

- 3.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 3.2.3 แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 3.2.4 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย
- 3.2.5 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยได้ทำการสร้างขึ้นด้วยโปรแกรม Autoware 6 เพื่อใช้ในการสอนเนื้อหาภาคทฤษฎีวิชาการควบคุมสถานะแวดล้อมอาคาร ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องสำหรับผู้เรียนระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 3 ปีการศึกษา 2546 โดยการนำเสนอเนื้อหาแบบไม่เป็นเชิงเส้น (Branching Programming) ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนหน่วยต่างๆ ที่ผู้สอนได้จัดเตรียมไว้ให้ภายในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

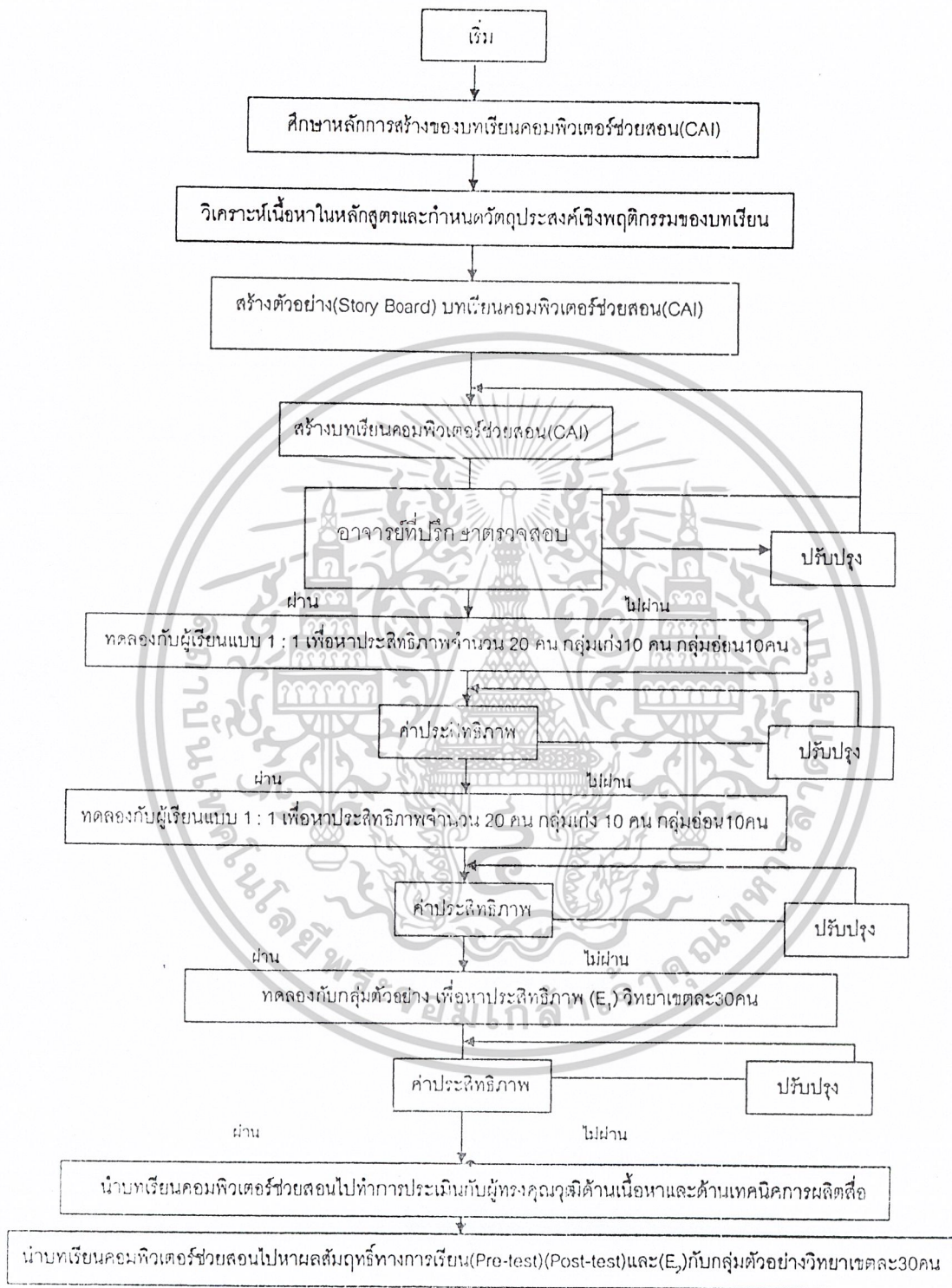
เรื่อง อาคารอัจฉริยะ ได้ตามเอกตภาพหรือตามระดับความสามารถของผู้เรียน โดยมีการอธิบายเนื้อหาด้วยเสียงบรรยาย และใช้ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวประกอบในการเรียน

1. ศึกษาเนื้อหาในหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิตวิชาเอกเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล และทำการวิเคราะห์เนื้อหาวิชา การควบคุมเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ขึ้นด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติของสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบควบคุมอัตโนมัติในการประหยัดพลังงานและสถานะแวดล้อมในอาคารในอาคาร

2. กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
3. เลือกการออกแบบและนำเสนอ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง อาคารอัจฉริยะแบบ tutorial โดยการนำเสนอเนื้อหาแบบไม่เป็นเชิงเส้น (Branching Programming) ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนหน่วยต่างๆ ที่ผู้สอนได้จัดเตรียมไว้ให้ภายในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อาคารอัจฉริยะได้ตามเอกตภาพหรือตามระดับความสามารถของผู้เรียน ซึ่งประกอบด้วยทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) เนื้อหาบทเรียน แบบฝึกหัดระหว่างเรียน (T-test) E1 และแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test) E2
4. สร้างแผนภูมิการนำเสนอ (Story Board) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เพื่อแสดงเส้นทางลำดับขั้นตอนทางเดินการนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) โดยนำเสนอเนื้อหาที่ได้ทำการกำหนดขอบเขตไว้แล้วตามวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ของบทเรียน โดยมาเขียนกรอบเนื้อหาการนำเสนอที่ละหน้าทีละกรอบโดยเขียนเป็นบทสคริป (scrip) ไว้ก่อน
5. นำเนื้อหาบทสคริป (scrip) ที่ได้ทำการกำหนดไว้ให้ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาตรวจสอบความถูกต้อง ก่อนที่จะทำการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
6. จัดหาเสียงประกอบภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว รวมทั้งโปรแกรมที่สนับสนุนในการทำงานวิจัยการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนครั้งนี้
7. สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Authorware 6 เป็นโปรแกรมหลัก ในการทำวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในครั้งนี้
8. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อาคารอัจฉริยะ ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา และการผลิตสื่อได้ตรวจสอบความถูกต้อง และทำการแก้ไขปัญหานั้นที่มีความสมบูรณ์
9. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีความสมบูรณ์พร้อมไปทำการ ไปทำการทดสอบกับประชากรและกลุ่มตัวอย่างภาคสนาม เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แผนภูมิที่ 3.2 แสดงลำดับขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.5 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เพื่อเปรียบเทียบการวัดความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนก่อนเรียน และหลังการเรียนซึ่งผู้วิจัยได้สร้างให้ครอบคลุมทุกวัตถุประสงค์ของหน่วยเรียน โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. นำแบบทดสอบที่ได้สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบพิจารณาลักษณะด้านการเขียนคำถาม ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 100 ข้อ นำไปทดลองกับผู้เรียนแบบ 1:1 โดยเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ และแบ่งผู้เรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มเก่ง 10 คน กลุ่มอ่อน 10 คน รวม 20 คนโดยผลการวิเคราะห์ มีดังนี้

4.1 ความยากง่ายของแบบทดสอบ (p) คือ ข้อสอบนั้นมีคนได้ทำ ถ้าตอบผิดได้ 0 คะแนน ตอบถูกได้ 1 คะแนน มีขั้นตอนดังนี้

- ก. ตรวจสอบคะแนนของทุกคน
- ข. ทำการคำนวณจากผลการตอบของกลุ่มสูง (กลุ่มเก่ง) และกลุ่มต่ำ (กลุ่มอ่อน)

ค. หาค่าความยากง่ายของข้อสอบ โดยกำหนดเกณฑ์ระดับความยากง่ายของข้อสอบที่จะเลือกมาใช้ไว้ในช่วงระดับ 0.20-0.80

ขอบเขตค่า p และความหมาย (รวิวรรณ ชินะตระกูล, 2533 : 237)

4.2 ค่าอำนาจจำแนก (r) คือที่สามารถจำแนกบุคคลออกเป็นสองกลุ่มที่ต่างกันคือ กลุ่มเก่ง และกลุ่มอ่อน วัดเรื่องที่เป็นความรู้ความเข้าใจ ใช้เทคนิค 50% โดยหาความแตกต่างระหว่างร้อยละของคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

ขอบเขตค่า r และความหมาย (รวิวรรณ ชินะตระกูล, 2533 : 237)

4.3 ความเชื่อมั่น (rtt) ของแบบทดสอบในสูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ -1.00 ถึง +1.00

5. ทำการคัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้จำนวน 40 ข้อจากการทดลองกับผู้เรียนแบบ 1 : 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 แสดงขอบเขตค่าความยากง่าย (p) และความหมาย (รวิวรรณ ชินะตระกูล, 2535)

ค่าความยากง่าย (p)	ความหมาย
0.80-1.00	เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก
0.60-0.79	เป็นข้อสอบที่ง่าย (ใช้ได้)
0.40-0.59	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
0.20-0.39	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก (ใช้ได้)
0.00-0.19	เป็นข้อสอบที่ยาก (ใช้ได้)
ต่ำกว่า 0.00	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยากมาก

ตารางที่ 3.2 แสดงขอบเขตค่าอำนาจจำแนก (r) และความหมาย (รวิวรรณ ชินะตระกูล, 2538 : 237)

ค่าอำนาจจำแนก (r)	ความหมาย
0.40 ขึ้นไป	อำนาจการจำแนกสูง คุณภาพของข้อสอบดีมาก
0.30-0.39	อำนาจการจำแนกปานกลาง คุณภาพของข้อสอบดีพอสมควร
0.20-0.29	อำนาจการจำแนกคุณภาพของข้อสอบค่อนข้างใช้ได้
0.00-0.19	อำนาจการจำแนกต่ำ คุณภาพของข้อสอบใช้ไม่ได้

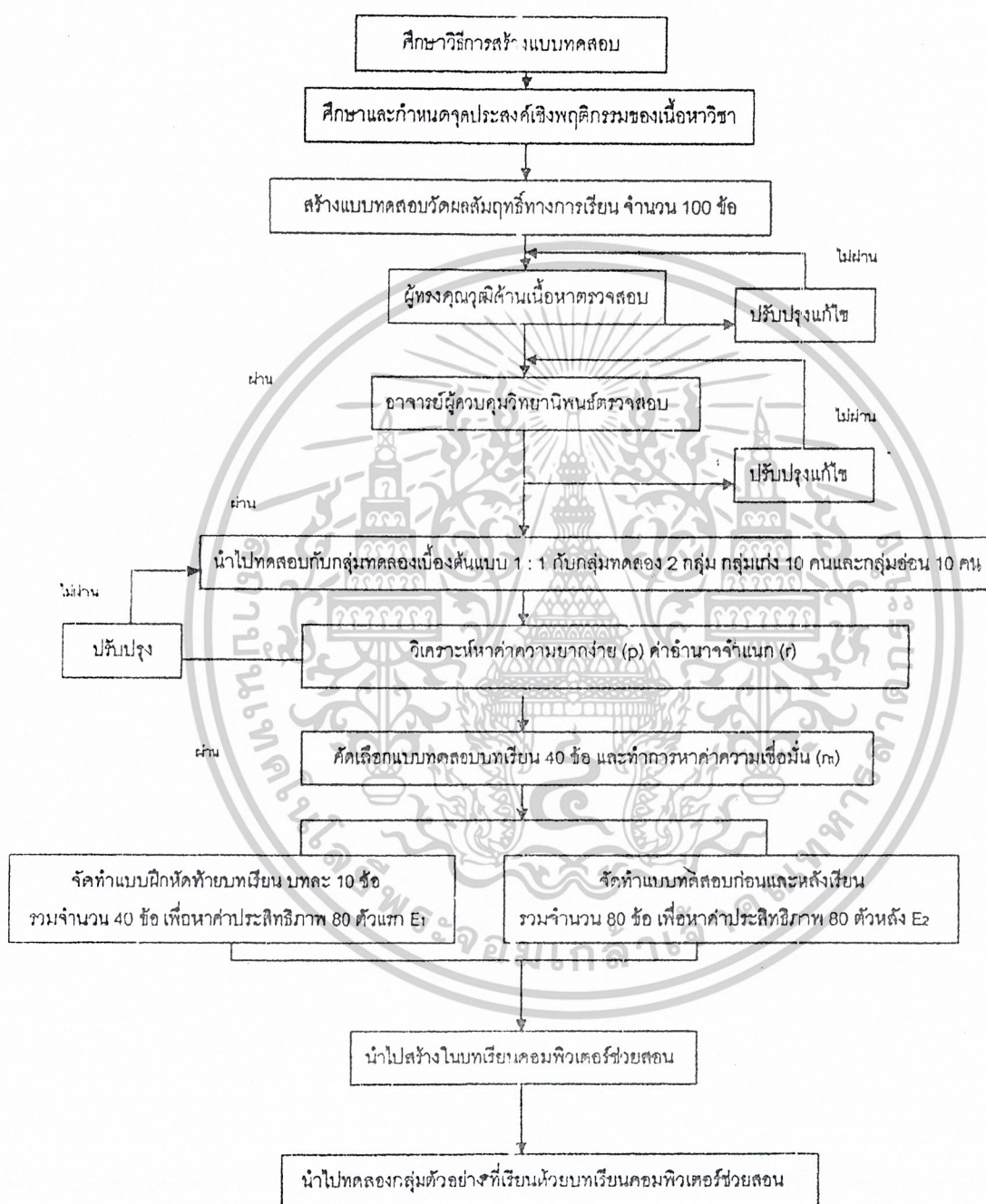
ตารางที่ 3.3 แสดงขอบเขตค่าความเชื่อมั่น (rtt) และความหมาย (รวิวรรณ ชินะตระกูล, 2535)

ค่าอำนาจจำแนก (r)	ความหมาย
0.80-1.00	ค่าความเชื่อมั่นสูง คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบฉบับนี้เชื่อถือได้
0.00-0.79	ไม่มีความเชื่อมั่น คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบฉบับนี้เชื่อถือไม่ได้
-1.00	ค่าความเชื่อมั่นต่ำ ไม่ควรนำมาใช้เป็นแบบทดสอบ

นำคะแนนที่ได้จากการทดลองทำแบบทดสอบจากกลุ่มทดลองแบบ 1 : 1 จำนวน 20 คน คือกลุ่มเก่ง 10 คน กลุ่มอ่อน 10 คน มาหาค่าความยากง่าย (p) ที่อยู่ระหว่าง 0.60-1.00 คือเป็นข้อสอบที่ง่าย-ง่ายมาก และค่าอำนาจจำแนก (r) ที่อยู่ระหว่าง 0.20 คือ อำนาจการจำแนกค่อนข้างต่ำ คุณภาพของข้อสอบใช้ได้ จนถึง 0.40 ขึ้นไป คืออำนาจการจำแนกสูง คุณภาพของข้อสอบดีมาก คัดเลือกไว้ใช้เป็นแบบทดสอบในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำนวน 40 ข้อ จากการออกแบบทดสอบจำนวน 100 ข้อ ข้อใดที่มีค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ต่ำมาก

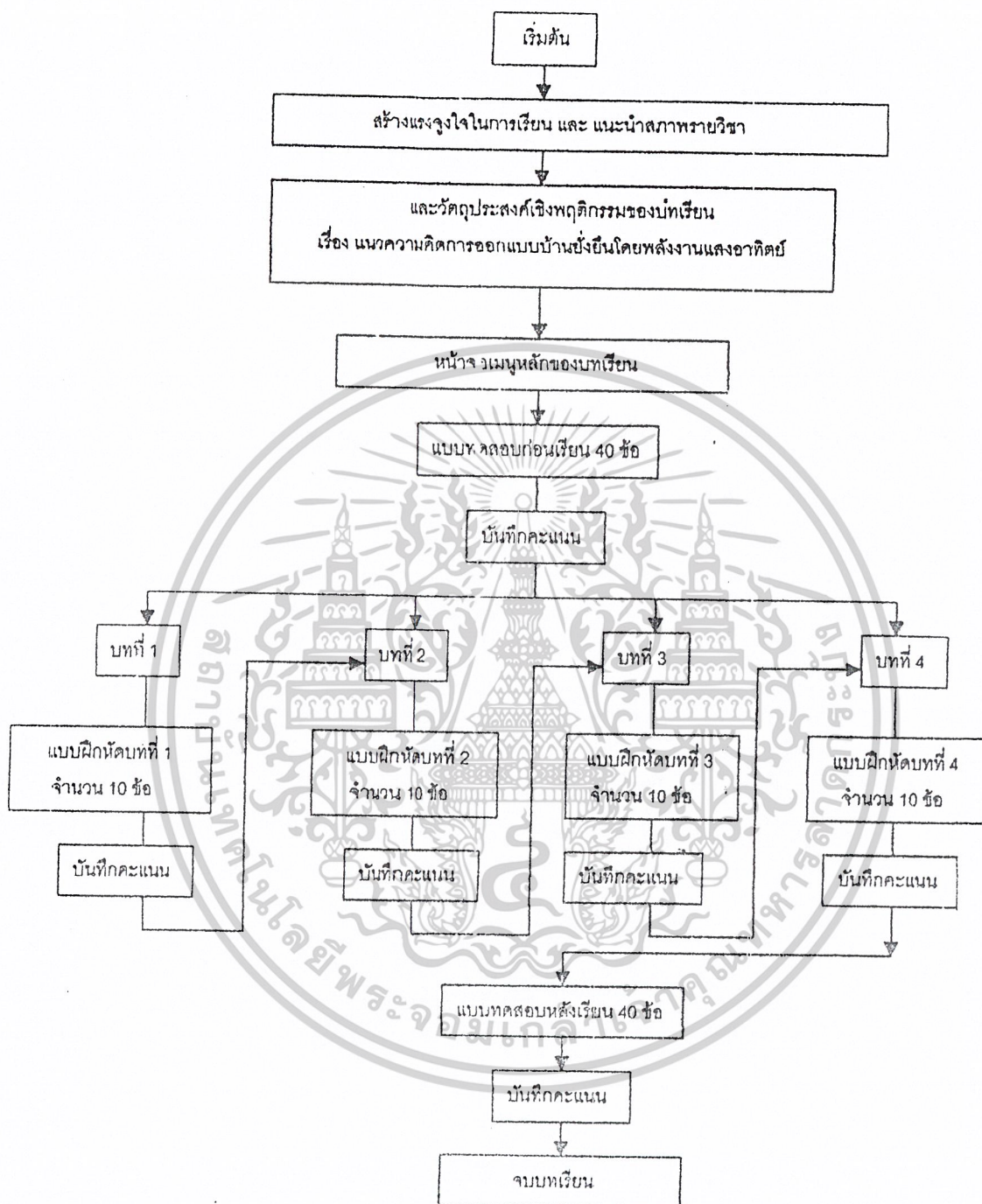
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.00-0.19 ก็จะทำการตัดทิ้งออกไป และทำการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (rtt) ของแบบทดสอบดังกล่าวต่อไป



แผนภูมิที่ 3.3 แสดงลำดับขั้นตอนการสร้างแบบฝึกหัดและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แผนภูมิที่ 3.4 แสดงลำดับขั้นตอนการนำเสนอของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อาคารอัจฉริยะ แบบชนิดเลือกบทเรียน (Branching Programming)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.6 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

โดยการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อาคารอัจริยะ นอกจากจะมีวัตถุประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนและวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนแล้ว อีกประการหนึ่งที่สามารถช่วยให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อาคารอัจริยะ นั้น คือการปรับปรุงแก้ไขให้เป็นไปตามเกณฑ์ได้คือการสร้างเครื่องมือในการวิจัยแบบประเมินระดับความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ และแบบประเมินระดับความพึงพอใจของผู้เรียนได้ทำการแสดงระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ของผู้วิจัยที่ได้ทำการสร้างขึ้นในครั้งนี้

ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อาคารอัจริยะ

1. กำหนดจุดประสงค์ที่ต้องการวัดในแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2. สร้างแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และแบบประเมินระดับความพึงพอใจของผู้เรียนแบบมาตราส่วนการประมาณค่า (Rating Scale) ตามแบบของลิเคิร์ต (Likert Scale) โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ และทำการกำหนดเป็นระดับคะแนน ดังนี้ ตารางที่ 3.4 แสดงระดับค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และความหมายของระดับความคิดเห็นของแบบประเมิน ระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ แบบมาตราส่วนการประมาณค่า (Rating Scale) (รวิวรรณ ชินะตระกูล, 2535)

ระดับค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ )	ความหมายระดับความคิดเห็น
4.50-5.00	ดีมาก
3.50-4.49	ดี
2.50-3.49	ปานกลาง
1.50-2.49	พอใช้
1.00-1.49	ควรปรับปรุง

3. นำเสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ได้ทำการตรวจสอบความถูกต้อง

4. ทำการแก้ไขปรับปรุงและทำการนำเสนอตรวจสอบใหม่

5. ให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อได้ทำการประเมิน

6. ให้นักศึกษาได้ทำการแสดงความคิดเห็นในแบบประเมินระดับความพึงพอใจของผู้เรียนหลังเรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ทำการเปรียบเทียบระดับคะแนนที่ได้จากการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ รวมทั้งระดับคะแนนจากแบบประเมินระดับความพึงพอใจของผู้เรียน เป็นแบบอิงเกณฑ์ โดยในการคำนวณหาค่าเฉลี่ยที่ได้สามารถทำการแปรผลได้ดังนี้

ตารางที่ 3.5 แสดงระดับค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และความหมายของแบบประเมินระดับความพึงพอใจของ เรียนแบบมาตราส่วนการประเมินค่า (Rating Scale) (รวิวรรณ ชินะตระกูล, 2535)

ระดับค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ )	ความหมายระดับความคิดเห็น
4.50-5.00	พึงพอใจมากที่สุด
3.50-4.49	พึงพอใจมาก
2.50-3.49	พึงพอใจปานกลาง
1.50-2.49	พึงพอใจน้อย
1.00-1.49	พึงพอใจน้อยที่สุด

ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์การประเมินระดับความคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิ ในระดับ 3.50 ขึ้นไป จึงสามารถถือว่ายอมรับได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อาคารอัจฉริยะ มีประสิทธิภาพ โดยผู้วิจัยได้นำแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของบทเรียน มาทำการวิเคราะห์ เพื่อหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยกำหนดค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่ควรเกิน 1

ตารางที่ 3.6 แสดงขอบเขตค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และความหมาย (รวิวรรณ ชินะตระกูล, 2535)

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	ความหมาย
S.D. = 0	ผู้ประเมินมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน
0 < S.D. < 1	ผู้ประเมินมีความคิดเห็นค่อนข้างเหมือนกัน
S.D. > 1	ผู้ประเมินมีความคิดเห็นแตกต่างกัน

### 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

วิธีในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยใช้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียวกันจำนวน 30 คน ทั้ง 2 วิทยาเขตของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ที่ใช้ในการทดลองหาประสิทธิภาพ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อาคารอัจฉริยะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.1 วิธีในการดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ขอบหนังสือเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจเครื่องมือการวิจัย จากภาควิชาครุศาสตร์ สถาบันตยกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชาสถาปัตยกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. ติดต่อผู้อำนวยการของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล และหัวหน้าแผนกวิชาสถาปัตยกรรมใน 2 วิทยาเขตที่ผู้วิจัยใช้เป็นสถานที่ในการทดลองเครื่องมือวิจัยครั้งนี้ ได้ศูนย์กลางราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ

3. ทำการตรวจสอบความเหมาะสมถูกต้องจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและผู้ควบคุมปริญญาโทที่ระดับการยอมรับตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และผ่านการทดลองกับกลุ่มทดสอบแบบ 1 : 1 โดยคัดเลือกจำนวนของแบบทดสอบไว้จำนวน 40 ข้อ จากการทดสอบวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ค่าความเชื่อมั่น (ntt)

4. สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้วยโปรแกรม Authoware 6

5. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้ทำการปรับปรุงแก้ไขไปทำการทดลองเชิงปฏิบัติการกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวนวิทยาเขตละ 30 คนเพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ต้องวัดในภาคทฤษฎีที่ระดับ 80:80 ดังนี้

5.1 จัดเตรียมความพร้อมของห้องเรียนและอุปกรณ์ในการทดลองบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อาคารอัจฉริยะ

5.2 แนะนำและให้ความรู้พื้นฐานขั้นตอนการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อาคารอัจฉริยะเบื้องต้น

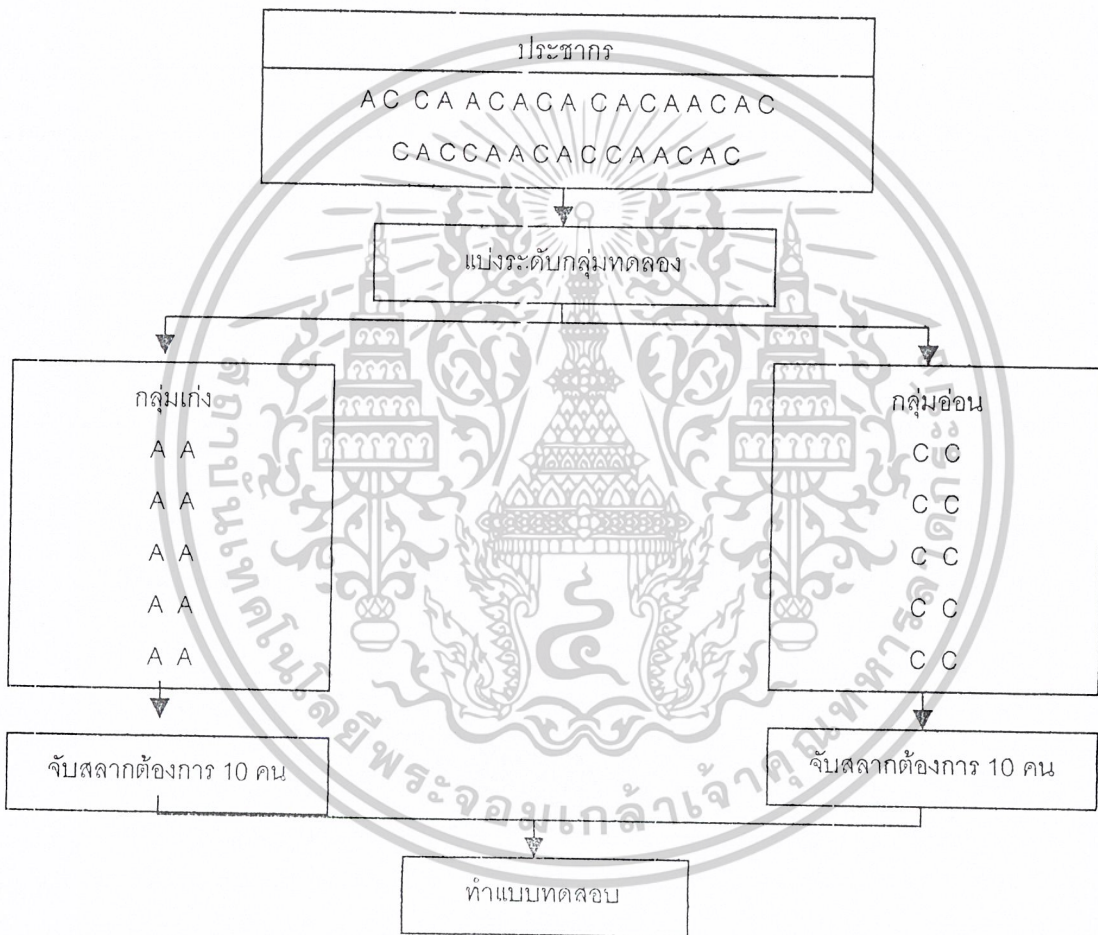
5.3 ให้ผู้เรียนเปิดบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้วทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test) แล้วบันทึกคะแนนเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับแบบทดสอบหลังเรียน

5.4 ให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้วทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนแล้วบันทึกคะแนนเพื่อหาค่า E1

5.5 หลังจากผู้เรียนได้ทำการศึกษาเนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจบ ให้ผู้เรียนได้ทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post Test) แล้วบันทึกคะแนนเพื่อหาค่า E2 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากคะแนนการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างจำนวนทั้งสิ้นรวม 60 คน
7. วิเคราะห์เปรียบเทียบหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของคะแนนการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างจำนวนทั้งสิ้นรวม 60 คน
8. ให้กลุ่มตัวอย่างแสดงความคิดเห็นด้านระดับความพึงพอใจของผู้ใช้บทเรียน ในแบบประเมินระดับความพึงพอใจ และนำคะแนนที่ได้มาทำการวิเคราะห์หาค่าทางสถิติ



แผนภูมิที่ 3.5 แสดงตอนการสุ่มตัวอย่างแบบแยกประเภทของกลุ่มทดลองทำแบบทดสอบ

3.3.2 เกณฑ์ในการคัดเลือกทดลองในงานวิจัย

เกณฑ์ในการคัดเลือกกลุ่มทดลองแบบทดสอบในงานวิจัย ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มเก่ง และกลุ่มอ่อน โดยพิจารณาจากระดับคะแนนสะสมของกลุ่มทดลอง คือ ผู้เรียนที่มีระดับคะแนนสะสมตั้งแต่ 3.00 ขึ้นไป จะกำหนดให้เป็นกลุ่มเก่ง และผู้เรียนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีระดับคะแนนสะสมที่ต่ำกว่า 3.00 ลงมากำหนดให้เป็นกลุ่มอ่อน โดยจะมีการจับสลากคัดเลือกตัวแทนในแต่ละกลุ่มมาจำนวน 10 คน เพื่อมาทำแบบทดสอบบทเรียนที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเป็นเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้

### 3.4 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อาคารอัจฉริยะ และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนในรายวิชา การควบคุมสภาวะแวดล้อมอาคาร โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการใช้สถิติวิเคราะห์ ในงานวิจัย ดังนี้

3.4.1 หาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

3.4.2 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

3.4.3 หาค่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านความเชี่ยวชาญทางด้านสถิติในการคำนวณ จำนวน 1 ท่าน คือ อาจารย์ผดุงชัย ภูทัตม์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง การวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. สูตรการคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของผู้เรียนในกลุ่มทดลองที่ 1 ที่ทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน เพื่อหาค่า E1 ภายในบทเรียนเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อาคารอัจฉริยะ

เมื่อ E1 = คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ตอบถูกจากการทำแบบฝึกหัดโดยคิดเป็นร้อยละ

E2 = คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยคิดเป็นร้อยละ

สูตรการคำนวณหาค่า E1

$$E1 = \frac{\sum X}{NXA} \times 100$$

E1 = ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดในสื่อ (แบบฝึกหัด)

$\sum X$  = ผลรวมของคะแนนที่ตอบถูก (แบบฝึกหัด)

A = คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด

N = จำนวนผู้เรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรการคำนวณหาค่า E2

$$E2 = \frac{\Sigma F}{NXB} \times 100$$

E2 = ผลรวมของคะแนนที่ทดสอบหลังเรียน

$\Sigma F$  = ผลรวมของคะแนนที่ตอบถูก (แบบทดสอบหลังเรียน)

N = จำนวนผู้เรียน

B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

2. สูตรที่ใช้ในการหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและหาค่าความแปรปรวนในกลุ่มตัวอย่าง (รวิวรรณ ชินะตระกูล, 2535)

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

S.D. = ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X = ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\bar{x}^2$  = ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n = จำนวนสมาชิกในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

การวิเคราะห์หาค่าเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สูตร  $T = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{N\Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{N-1}}}$

โดย df = N-1

เมื่อ T = ค่าสถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

N = จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

D = ผลต่างของคะแนนแต่ละคู่

$\Sigma D^2$  = ผลบวกของค่าความต่างยกกำลัง 2

df = ชั้นความเป็นอิสระ (Degree of Freedom)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าเฉลี่ยของระดับความคิดเห็น ใช้สูตรดังนี้ (รวิวรรณ ชินะตระกูล, 2535)

$$\text{สูตร } \bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ  $\bar{X}$  = ค่าเฉลี่ย

$\sum X$  = ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$n$  = จำนวนคะแนนทั้งหมด

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความคิดเห็น ใช้สูตรดังนี้ (รวิวรรณ ชินะตระกูล, 2535)

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum fx^2}{n} - \left\{ \frac{\sum fx}{n} \right\}^2}$$

เมื่อ S.D. = ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum fx$  = ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum fx^2$  = ผลรวมกำลังสองของคะแนนทั้งหมด

$n$  = จำนวนคะแนนทั้งหมด

การวิเคราะห์หาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบแบบรายชื่อ ใช้สูตรดังนี้ (รวิวรรณ ชินะตระกูล, 2535)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ  $P$  = ค่าความยากง่ายของคำถามในแต่ละข้อ

$R$  = จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ

$N$  = จำนวนกลุ่มทดลองทั้งหมดที่เข้าสอบ

การวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

$$r = \frac{Ru - Rl}{N/2}$$

เมื่อ  $r$  = ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายชื่อ

$Ru$  = จำนวนผู้ตอบถูกในข้อนี้ในกลุ่มเก่ง

$RL$  = จำนวนผู้ตอบถูกในข้อนี้ในกลุ่มอ่อน

$N$  = จำนวนกลุ่มทดลองทั้งหมดที่เข้าสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ผู้วิจัยใช้สูตรหาค่าความเชื่อมั่นของ Kuder Richardson ในสูตร KR-20

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \frac{\{1 - \sum pq\}}{S^2_t}$$

เมื่อ  $r_{tt}$  = ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

$n$  = จำนวนของแบบทดสอบทั้งหมด

$p$  = สัดส่วนของคนทำถูกในแต่ละข้อ

$q$  = สัดส่วนของคนทำผิดในแต่ละข้อ =  $P-1$

$S^2_t$  = คะแนนความแปรปรวนของข้อสอบทั้งฉบับ

$$S^2_t = (\sum X^2 / N) - (\sum X / N)^2$$

### 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

3.5.1 การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมีการวิเคราะห์ ดังนี้

1. หาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ ( $p$ )
2. หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ ( $r$ )
3. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ( $r_{tt}$ )

3.5.2 การวิเคราะห์แบบประเมินและความเชื่อมั่นของการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยมีการวิเคราะห์ ดังนี้

1. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

3.5.3 การวิเคราะห์แบบประเมินและความเชื่อมั่นของการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยมีการวิเคราะห์ ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็น
2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความคิดเห็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อาคารอัจฉริยะ  
ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อาคารอัจฉริยะ ผลจากการคำนวณ  
หาประสิทธิภาพพบว่า

1. E1 มีค่าเท่ากับ 83.08 E2 มีค่าเท่ากับ 86.75 ของกลุ่มตัวอย่าง  
สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ศูนย์กลางราชวมงคล
2. E1 มีค่าเท่ากับ 82.66 E2 มีค่าเท่ากับ 83.16 ของกลุ่มตัวอย่าง  
สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ
3. ค่าเฉลี่ยของ E1 มีค่าเท่ากับ 82.87 E2 มีค่าเท่ากับ 84.95 ของกลุ่มตัวอย่าง  
สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ศูนย์กลางราชวมงคล และสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล  
วิทยาเขตภาคพายัพ จากการนำไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างผลปรากฏว่า  
ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในสมมติฐาน 80/80

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการบันทึกค่าคะแนนจากการทำ แบบฝึกหัดระหว่างเรียนและ แบบทดสอบ  
หลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างเพื่อหาประสิทธิภาพของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในสมมติฐาน  
ระดับ 80/80

วิทยาเขต	คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน
ศูนย์กลางราชวมงคล	997	1.041
ภาคพายัพ	992	998
รวม	1,989	2,039
เฉลี่ย	33.15	33.98

#### 4.2 การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จากการทดลองหา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 วิทยาเขตที่เรียนด้วย  
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และทำแบบทดสอบก่อนเรียน หลังเรียนพบว่าผู้เรียนมีความรู้เพิ่ม  
ขึ้นสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัย

เมื่อ  $T = \text{คำนวณ} > T \text{ ตาราง} = 19.06 > 2.01$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3การวิเคราะห์การประเมินความคิดเห็นของผู้คุณวุฒิด้านเนื้อหาและการผลิตสื่อ  
ตารางที่4.3แสดงผลการวิเคราะห์การประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านการ  
ผลิตสื่อ

เรื่องที่ประเมิน	ด้านเนื้อหา			แปรผล ค่าเฉลี่ย $\bar{X}$
	รวม คะแนน ท่านที่ 1-3	$\bar{X}$	S.D.	
<b>ด้านเนื้อหา</b>				
1. ความถูกต้องและความสมบูรณ์ของวัตถุประสงค์	12	4.00	0.0	ดี
2. เนื้อหา มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	12	4.00	0.0	ดี
3. ปริมาณเนื้อหาในแต่ละหัวข้อของบทเรียน	14	4.66	0.6	ดีมาก
4. ความถูกต้องของเนื้อหา	11	3.66	0.4	ดี
5. ลำดับขั้นตอนรูปแบบในการนำเสนอเนื้อหา	12	4.00	0.0	ดี
6. ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	14	4.66	0.6	ดีมาก
7. ความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	11	3.66	0.4	ดี
8. ความน่าสนใจในการดำเนินเรื่อง	11	3.66	0.4	ดี
9. ความถูกต้องของรูปภาพประกอบบทเรียน	12	4.00	0.0	ดี
10. ความเหมาะสมของตำแหน่งของภาพและตัวอักษร	14	4.66	0.6	ดีมาก
11. ความถูกต้องของภาษา	11	3.66	0.4	ดี
12. ความสอดคล้องระหว่างรูปภาพและคำบรรยาย	12	4.00	0.0	ดี
13. ความน่าสนใจของรูปภาพประกอบบทเรียน	14	4.66	0.6	ดีมาก
<b>รวม</b>	160	53.28	4.0	
<b>คะแนนเฉลี่ยการประเมินด้านเนื้อหา</b>	12.30	4.09	0.30	ดี

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

คุณ กรินทร์ ภู่นวล หัวหน้าส่วนจัดการอาคารและส่วนสาธารณูปโภค

ฝ่ายบริหารงานกลางและทรัพย์สินถาวร

ธนาคารกสิกรไทย

อ.เลิศลักษณ์ วุฒิสวรรณ อาจารย์ประจำวิชาการควบคุมสภาวะ

แวดล้อม

สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ศูนย์กลางราชมงคล

อ.วชิระ แสงรัศมี อาจารย์ประจำสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ศูนย์กลางราชมงคล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการวิเคราะห์การประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

เรื่องที่ประเมิน	ด้านเนื้อหา			แปรผล ค่าเฉลี่ย X
	รวม คะแนน ท่านที่ 1-3	X	S.D.	
<b>ค่านำเสนอ</b>				
1. วิธีการนำเสนอเนื้อหา	14	4.66	0.6	ดีมาก
2. การเรียนโดยเครื่องคอมพิวเตอร์	12	4.00	0.0	ดี
3. เนื้อหาที่นำมาเรียน	11	3.66	0.4	ดี
4. รูปภาพที่นำเสนอ	11	3.66	0.4	ดี
5. ความชัดเจนในการอธิบาย	11	3.66	0.4	ดี
6. ความสัมพันธ์ของรูปการบรรยาย	12	4.00	0.0	ดี
7. สีที่ปรากฏบนหน้าจอ	12	4.00	0.0	ดี
8. การดึงดูดความสนใจ	12	4.00	0.0	ดี
9. ความเหมาะสมของเสียงที่ใช้ในการบรรยาย	12	4.00	0.0	ดี
10. รูปแบบของตัวอักษร	12	4.00	0.0	ดี
11. ขนาดของตัวอักษรที่ใช้ในการนำเสนอ	12	4.00	0.0	ดี
12. ความน่าสนใจและความเหมาะสมของสีตัวอักษร	12	4.00	0.0	ดี
13. ความน่าสนใจและความเหมาะสมของภาพและสี	12	4.00	0.0	ดี
<b>รวม</b>	155	51.64	1.8	ดี
<b>คะแนนเฉลี่ยด้านภาพตัวอักษรและสี</b>	11.92	3.97	0.13	ดี

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

คุณ กรินทร์ ภู่นวล หัวหน้าส่วนจัดการอาคารและส่วนสาธารณูปโภค

ฝ่ายบริหารงานกลางและทรัพย์สินถาวร

ธนาคารกสิกรไทย

อ.เลิศลักษณ์ วุฒิสุวรรณ อาจารย์ประจำวิชาการควบคุมสภาวะ

แวดล้อม

สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

ศูนย์กลางราชมงคล

อ.วชิระ แสงรัศมี อาจารย์ประจำสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

ศูนย์กลางราชมงคล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อาคารอัจฉริยะ ผลจากการคำนวณ จากการนำไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างผลปรากฏว่าได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในสมมติฐาน 80/80 ซึ่งเป็นผลที่แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อาคารอัจฉริยะ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาและสามารถผ่านเกณฑ์แบบทดสอบได้ และในเนื้อหาบทเรียนยัง สอดคล้องกับวัตถุประสงค์รายวิชา การควบคุมสภาวะแวดล้อมอีกด้วย

#### ค่าใช้จ่ายในการค้นคว้าข้อมูลและการรวบรวมเพื่อจัดทำงานวิจัย

##### 1. ค่าเดินทาง

- ค่าเดินทางเพื่อค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลด้านเนื้อหาของบทเรียนที่เกี่ยวข้อง
- คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
- ธนาคารกสิกรไทย สำนักงานใหญ่

##### 2. ค่าถ่ายเอกสารด้านเนื้อหาบทเรียนที่เกี่ยวข้อง

##### 3. ค่าใช้จ่ายด้านเอกสารตำราด้านคอมพิวเตอร์

#### ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)

ค่าใช้จ่ายด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวข้องในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ ได้แก่

##### 1. ค่าถ่ายเอกสารด้านเนื้อหาบทเรียนที่เกี่ยวข้อง

##### 2. ค่าใช้จ่ายด้านเอกสารตำราด้านคอมพิวเตอร์

#### ค่าใช้จ่ายเกี่ยวเนื่องกับการนำเสนอผลงานการวิจัย

##### 1. ค่าหมึกเครื่องพิมพ์ (printer Epson Stylus C82) จำนวน 1 ชุด

##### 2. ค่าถ่ายเอกสาร (A4)

##### 3. ค่าถ่ายเอกสาร (A3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ค่าเช่าเล่ม
5. ค่าจัดทำบรรจุภัณฑ์ (CD-ROM)

### 5.2 อภิปรายผลวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จากผลการวิจัยที่ได้ทำให้เห็นว่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง อากาศ อัจฉริยะ สามารถนำไปใช้ได้จริงในระดับการศึกษาปริญญาตรี สาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์ เพิ่มเติม นอกเวลาเรียน เพื่อเพิ่มพูนความรู้ในรายวิชา การควบคุมสภาวะแวดล้อม

### 5.3 ข้อเสนอแนะในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำเป็นต้องมีการวางแผนงานในการทำงานตาม กระบวนการวิจัยคือ

1. การหาประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. สถิติที่ใช้ในการวิจัย
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การทำงานตามหัวข้อหลักที่ใช้ในการทำวิจัยจะช่วยให้การบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความเที่ยงตรงในการเก็บข้อมูลงานวิจัยอีกทั้งเป็นการสร้างความน่าเชื่อถือของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

เกชา วีระโกเมน. Intelligent Building. กรุงเทพฯ:(อัดส์น่า),2541.

วิญญู วาณิชศิริโรจน์. "หอสมุดไฮเทคแห่งนครซานฟรานซิสโก." Arch & Idea. ปีที่ 1(5)ฉบับที่ 2(57) กรกฎาคม-สิงหาคม 2541:34-41

วิญญู วาณิชศิริโรจน์. "ออกแบบอย่างไรให้ตึกฉลาด". วารสารอาษา. ฉบับ44 (กรกฎาคม-สิงหาคม 2538): หน้า50-53

ศูนย์อนุรักษ์ พลังงานแห่ง ประเทศไทย. ระบบการจัดการพลังงานในอาคาร Building Automation System. กรุงเทพฯ: ศูนย์ อนุรักษ์ พลังงาน แห่ง ประเทศไทย, 2541.

สัญญา ตุลาธร "Intelligent Building ขนาดเล็กก็ยิ่งใหญ่ของธุรกิจไอที." นิตยสารคู่แข่ง Business\_User. ฉบับที่ 6:2536.

Giovannini, joseph. "Civic Readings." Architecture,(July 1996):pp.80-89.

Lipman, Andrew D., Sugarman, Alan D. and Cushman, Robert F. Teleports and the Intelligent City. Illinois: Dow Jones-Irwin, 1986.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Lipman, Andrew D., Sugarman, Alan D. and Cushman, Robert F. High Tech Real Estate. Illinois: Dow Jones-Irwin, 1985.

Matsushita Electric Works and Crss. Officing. Osaka: LibroPort , 1988

Neubauer & Fair. The Intelligent Building Sourcebook. Public Hall  
ProfessioTechnical Reference. USA 1988

Sullivan, ann C. "Library Intelligence." Architecture, (July 1996):pp.109-115.

<http://www.arch.hku.hk/CIA/94/IB>

<http://www.ecyber.com>

<http://www.eng.tp.ac.sg/courses/ibt/lbthome.htm>

<http://www.mpce.mq.edu.au/~ssmith/aipm/sld001.html>

<http://www.vtt.fir/rte/ais/projects/rtemie>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



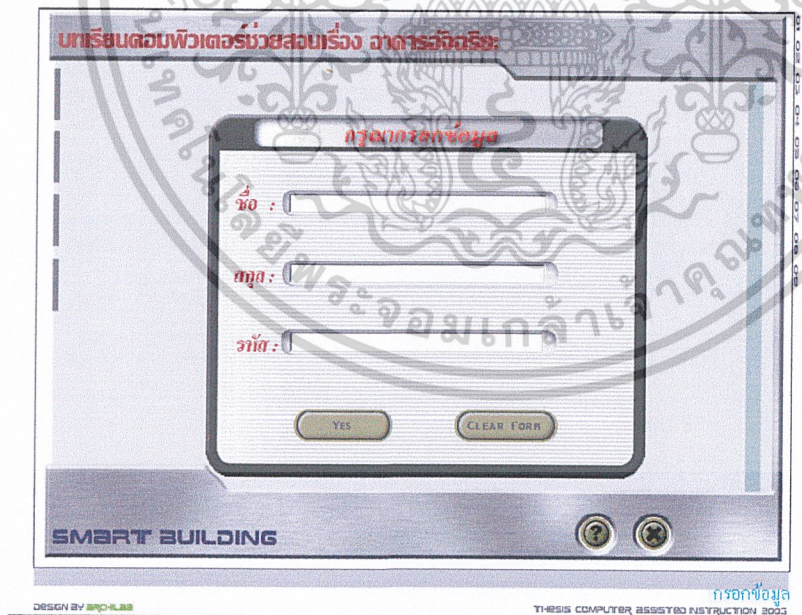
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

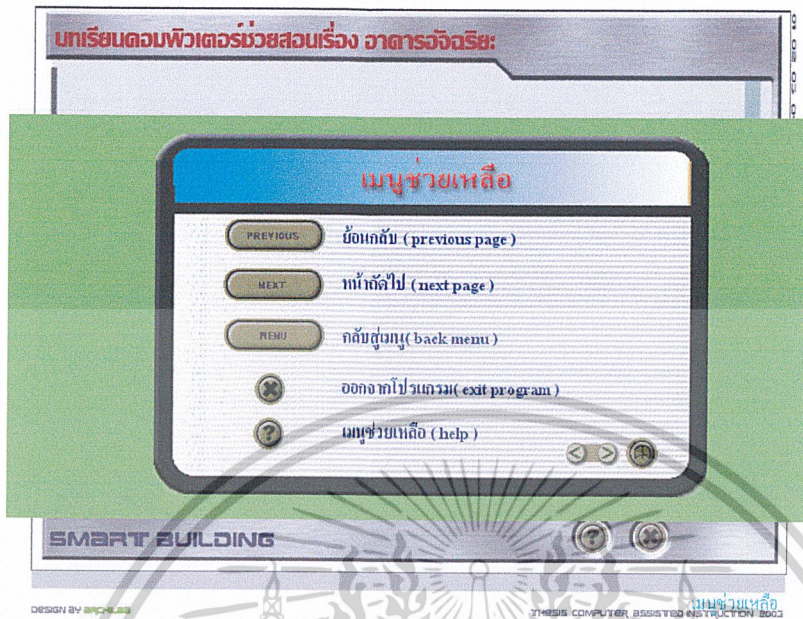


1. ตัวอย่างการเริ่มต้นเข้าสู่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

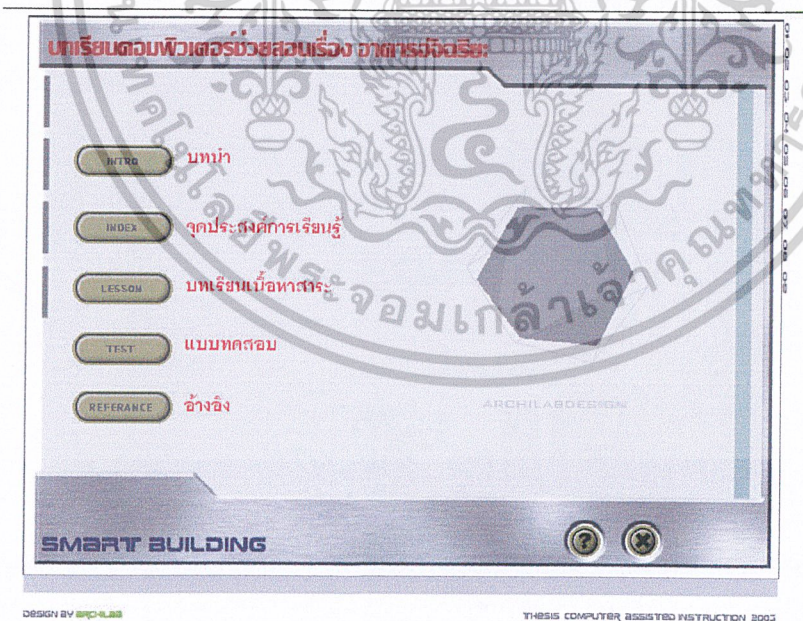


2. ตัวอย่างการกรอกข้อมูลผู้เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

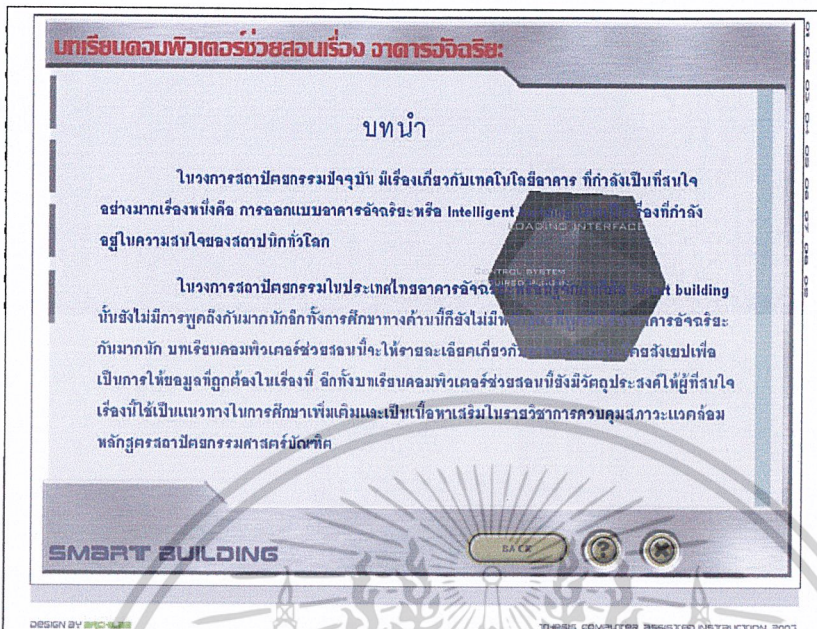


### 3. ตัวอย่างการแนะนำช่วยเหลือการใช้โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

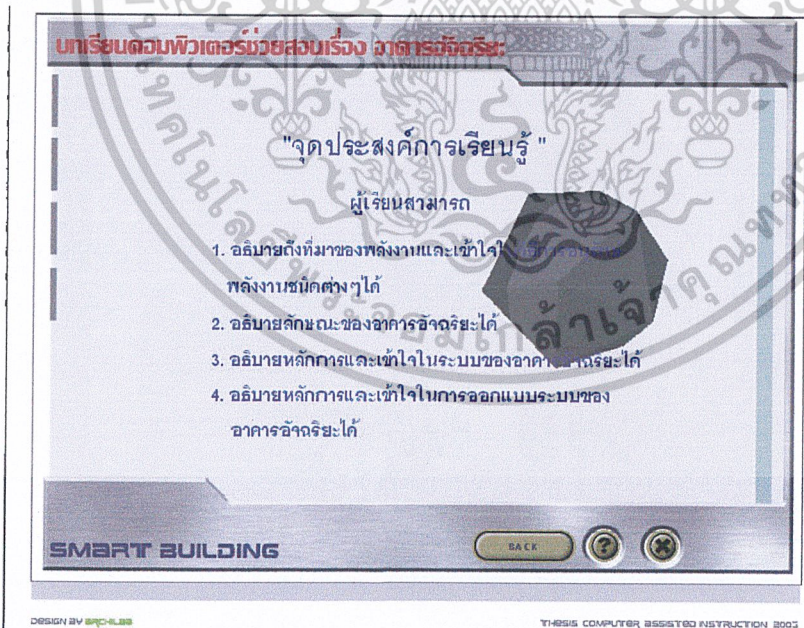


### 4. ตัวอย่างหน้าเมนูหลักบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

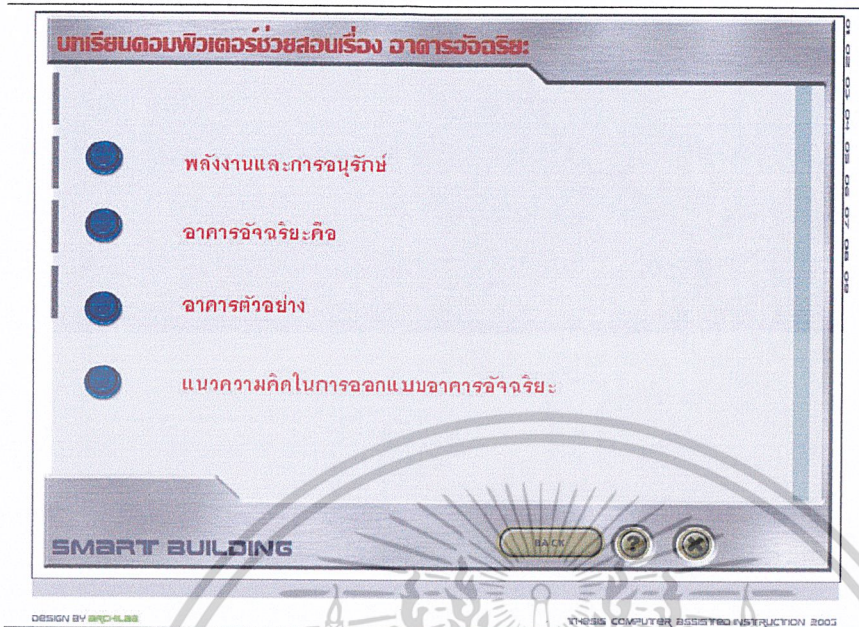


5. ตัวอย่างบทนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



6. ตัวอย่างจุดประสงค์การเรียนรู้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



7. ตัวอย่างหน้าจอเมนูเนื้อหาการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



8. ตัวอย่างบทที่ 1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



9. ตัวอย่างบทที่ 2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



10. ตัวอย่างบทที่ 3 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**บทเรียนตอนพืวดอเตอร์ช่วยสอนเรื่อง อาคารอัจฉริยะ:**



อาคารอัจฉริยะต่างๆ

การจัดระดับความเป็นอาคารอัจฉริยะ

**ระดับที่ 0 (Level 0)**  
ถือว่าไม่มีความเป็นอาคารอัจฉริยะเลยไม่มีระบบคอมพิวเตอร์ควบคุม

**ระดับที่ 1 (Level 1)**  
อาคารในระดับนี้จะมีส่วนคอมพิวเตอร์ช่วยในการควบคุมระบบต่างๆและการไหลเวียน

**ระดับที่ 2 (Level 2)**  
เหมือนกับระดับที่ 1 แต่เพิ่มการให้บริการส่วนกลางต่างๆ เช่น ห้องประชุม

**ระดับที่ 3 (Level 3)**  
เหมือนกับระดับที่ 2 แต่เพิ่มระบบสื่อสาร ระบบสื่อสารทางไกล ระบบบริการที่มีมาตรฐาน

**ระดับที่ 4 (Level 4)**  
เหมือนกับระดับที่ 3 แต่เพิ่มระบบสำนักงานอัตโนมัติ

SMART BUILDING

PAGE 1 / 7

DESIGN BY APC-LAB

THESS COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION 2003

11. ตัวอย่างบทที่ 4 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

**บทเรียนตอนพืวดอเตอร์ช่วยสอนเรื่อง อาคารอัจฉริยะ:**

**ข้อที่ 1 พลังงานข้อใดถือว่าเป็นพลังงานหมุนเวียน**

- ก. พลังงานฟอสซิล
- ข. พลังงานก๊าซ
- ค. พลังงานแสงอาทิตย์
- ง. พลังงานถ่านหิน

SMART BUILDING

DESIGN BY APC-LAB

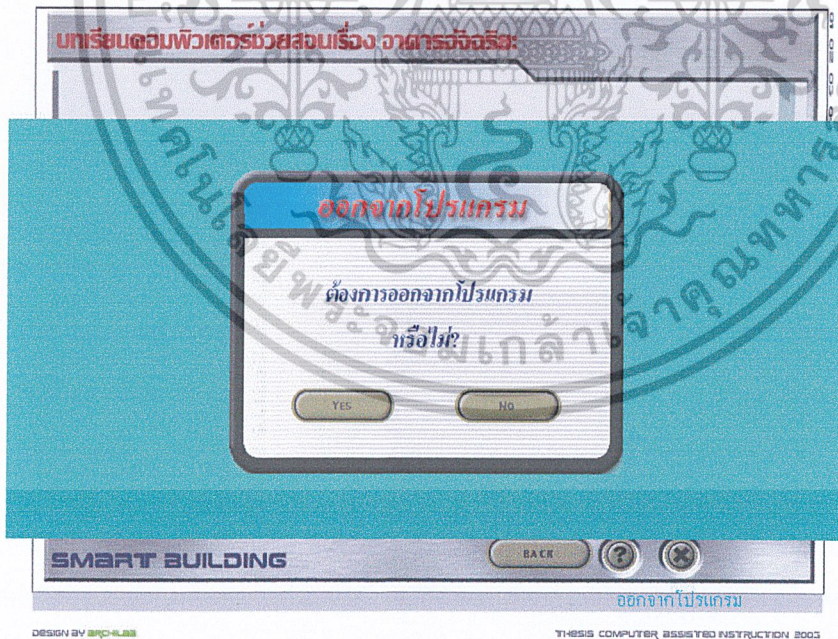
THESS COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION 2003

12. ตัวอย่างแบบทดสอบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



13. ตัวอย่างอ้างอิงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



14. ตัวอย่างออกจากโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่องที่ประเมิน	ระดับคุณภาพ				
	5	4	3	2	1
1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง					
- ความถูกต้องและสมบูรณ์ของวัตถุประสงค์	/				
- เนื้อหา มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	/				
- ปริมาณเนื้อหาในแต่ละหัวข้อของบทเรียน		/			
- ความถูกต้องของเนื้อหา		/			
- ลำดับขั้นในการนำเสนอเนื้อหา	/				
- ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	/				
- ความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	/				
- ความน่าสนใจในการดำเนินเรื่อง	/				
ค่าเฉลี่ย					

เรื่องที่ประเมิน	ระดับคุณภาพ				
	5	4	3	2	1
2. รูปภาพและภาษา					
- ความถูกต้องของภาพกับเนื้อหา	/				
- ขนาดของภาพที่ใช้		/			
- ความน่าสนใจของภาพเคลื่อนไหวที่ใช้ประกอบการเรียน		/			
- ความถูกต้องของภาษาที่ใช้		/			
- จำนวนภาษาที่ใช้ชัดเจนเข้าใจง่าย		/			
- เสียงบรรยายที่ใช้ประกอบการเรียน		/			
ค่าเฉลี่ย					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ค จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์วัดอุปสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อนำมาสร้างจำนวนข้อของแบบทดสอบ

ข้อเนื้อหา	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	พฤติกรรมที่จะวัด				จำนวนข้อ แบบทดสอบ	น้ำหนัก ร้อยละ (%)
		ความรู้ ความ จำ	ความ เข้าใจ	การ นำไป ใช้	การ วิเคราะห์ ห้		
1. พลังงานและการอนุรักษ์	1.1 บอกความสำคัญของพลังงานและปัญหาได้	5				5	25.0
	1.2 บอกความหมายประเภทของพลังงาน พลังงานทดแทนและการนำมาใช้ประโยชน์ได้	5				5	
2. อาคารอัจฉริยะคือ	2.1 อธิบายทฤษฎีและระบบต่างๆของอาคารอัจฉริยะได้	10				10	25.0
3. อาคารตัวอย่าง	3.1 เข้าใจในระบบต่างๆของอาคารตัวอย่างได้				10	10	25.0
						10	25.0
4. แนวความคิดในการออกแบบ	4.1 อธิบายวิธีการเตรียมออกแบบอาคารอัจฉริยะได้		5	5			
	รวม	20	5	5	10	40	100

1. การผลิตกระแสไฟฟ้าโดยพลังงานแสงอาทิตย์นับเป็นพลังงานแบบใด

ก. พลังงานถาวร

ข. พลังงานใช้แล้วหมด

ค. พลังงานหมุนเวียน

ง. พลังงานมั่นคง

2. การอนุรักษ์พลังงานโดยวิธีธรรมชาติเรียกว่าเป็นการอนุรักษ์พลังงานแบบใด

ก. Passive

ข. Active

ค. Dynamic

ง. ไม่มีข้อถูก

3. ข้อใดคือพลังงานชีวมวล

ก. พลังงานเคมี

ข. พลังงานจากการหมักซากพืช

ค. พลังงานฟอสซิล

ง. พลังงานน้ำ

4. พลังงานในประเทศไทยมีการใช้พลังงานในด้านใดมากที่สุด

ก. ที่อยู่อาศัย

ข. อุตสาหกรรม

ค. ธุรกิจ

ง. การค้า

5. จากรูปพลังงานใดไม่เข้าพวก



ก



ข



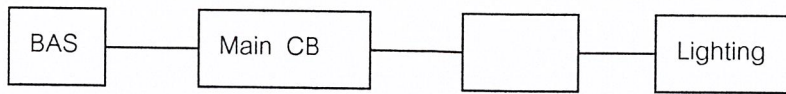
ค



ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. จาก Diagram ระบบที่หายไปคือระบบใด



- ก. UAS
- ข. UPS
- ค. UES
- ง. UDS

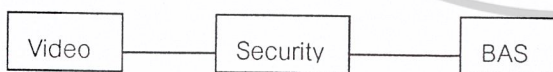
7. ระบบ BAS จำเป็นต้องใช้กระแสไฟฟ้าที่ผ่านมาจากระบบใด

- ก. UPS
- ข. UDS
- ค. UES
- ง. UAS

8. ระบบเตือนเพลิงไหม้จะทำงานโดยการควบคุมจากระบบใด

- ก. ระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ
- ข. ระบบบริหารอาคาร
- ค. ระบบดับเพลิง
- ง. ระบบ Censor

9. จาก Diagram ระบบรักษาความปลอดภัยส่วนกล้อง Video จะถูกควบคุมจากระบบใด



- ก. ควบคุมโดยระบบ Security Control และระบบควบคุมกล้อง
- ข. ควบคุมโดยระบบ Security Control และระบบควบคุมกลาง
- ค. ควบคุมโดยระบบ Security Control และระบบบริหารอาคารอัตโนมัติ
- ข. ควบคุมโดยระบบ Security Control และระบบควบคุมการเข้าออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10.ระบบใดไม่จำเป็นต้องควบคุมโดยระบบ BAS

ก.ระบบสุขาภิบาล

ข.ระบบไฟฟ้า

ค.ระบบสายสัญญาณ

ง.ระบบกันเสียงรบกวน

11.ระบบผนังของอาคารกสิกรไทยคือระบบใด

ก.ผนังเบา

ข. Curtain Wall

ค.ผนังสำเร็จ

ง.ผนังเรียบ

12.การอนุรักษ์พลังงานโดยวิธีธรรมชาติของอาคารกสิกรไทยวิธีใดไม่ได้ช่วยป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคาร

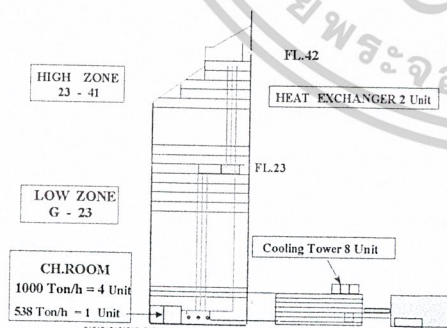
ก.การสร้าง Buffer Zone ป้องกันการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายใน

ข.การใช้ บล็อกหญ้า

ค.การใช้ระบบปรับอากาศย้อนกลับ

ง.การใช้กระจกสองชั้น

13.จากภาพอาคารกสิกรไทยแบ่งระบบการจ่ายลมเย็นในระบบปรับอากาศเป็นอย่างไร



ก.แบ่งเป็น 2 Zone คือ High & Low

ข. แบ่งเป็น3 Zone คือ High mid Low

ค.แบ่งเป็น4 Zone คือ Office Hall Corridor Buffer

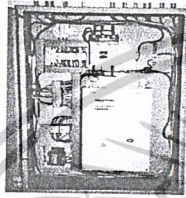
ง. ไม่มีข้อถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14. การเลือกใช้ระบบส่งลมเย็นแบบ (Built-up AHU) มีข้อดีอย่างไร

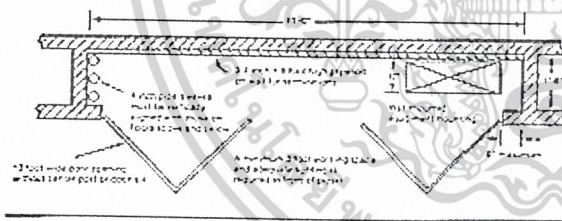
- ก. ประหยัดพลังงานในการจ่ายลมเย็น
- ข. ประหยัดพลังงานของพัดลม Blower
- ค. ประหยัดพลังงานของ Variable Chilled Water Volume
- ง. ประหยัดพลังงานของ Differential Pressure Sensor

15. จากรูปคือระบบใด



- ก. Variable Chilled Water Volume
- ข. Variable Speed Drive
- ค. Water Volume
- ง. 2-Way Control Valve

Shallow Closet (with-mounted equipment)



16. จากรูป ช่อง Duct นี้เหมาะสำหรับอาคารกี่ตารางเมตร

- ก. 500 ตารางเมตร
- ข. 600 ตารางเมตร
- ค. 800 ตารางเมตร
- ง. 900 ตารางเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17.สาเหตุของการเกิดอาคารอัจฉริยะนั้นมาจากสิ่งใด

- ก. ความเจริญก้าวหน้าของเทคโนโลยี
- ข. ความต้องการของผู้ใช้
- ค. เหตุผลทางกฎหมาย
- ง. ถูกทั้งข้อ ก และ ข

18.การออกแบบอาคารอัจฉริยะนั้นจำเป็นต้องคำนึงถึงสิ่งใดบ้างเป็นหลัก

- ก. ความคุ้มค่าทางด้านธุรกิจ และการรักษาสภาพแวดล้อม
- ข. ความปลอดภัยของพนักงานและการเงิน
- ค. ความรวดเร็วและประหยัด
- ง. ความทันสมัยและความคุ้มค่าทางด้านธุรกิจ

19.อาคารที่มีพื้นที่ 90000 ตารางเมตรควรจะมีพื้นที่สำหรับห้องควบคุมระบบอัตโนมัติที่ตารางเมตร

- ก. 120 ตารางเมตร
- ข. 240 ตารางเมตร
- ค. 480 ตารางเมตร
- ง. 960 ตารางเมตร

20.ในการออกแบบอาคารอัจฉริยะจะช่วยประหยัดพลังงานในอาคารที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานอยู่แล้วกี่เปอร์เซ็นต์

- ก. 15%
- ข. 20%
- ค. 9%
- ง. 6%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

21. พลังงานชนิดใดถือว่าเป็นพลังงานหมุนเวียน

- ก. พลังงานฟอสซิล
- ข. พลังงานก๊าซ
- ค. พลังงานแสงอาทิตย์
- ง. พลังงานถ่านหิน

22. พลังงานส่วนใหญ่บนโลกมีแหล่งกำเนิดจาก

- ก. ดวงจันทร์
- ข. ดวงอาทิตย์
- ค. ทะเล
- ง. ลม

23. การอนุรักษ์พลังงานในอาคารสามารถทำได้กี่วิธี

- ก. 2 วิธี
- ข. 3 วิธี
- ค. 4 วิธี
- ง. 5 วิธี

24. การอนุรักษ์พลังงานโดยวิธีการแบบ active คือ

- ก. การจัดการโดยใช้ธรรมชาติในการอนุรักษ์พลังงาน
- ข. การจัดการโดยใช้คนในการอนุรักษ์พลังงาน
- ค. การจัดการโดยใช้เครื่องกลในการอนุรักษ์พลังงาน
- ง. ถูกทุกข้อ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

25. การอนุรักษ์พลังงานโดยใช้ระบบ BAS ในการอนุรักษ์คือวิธีการ

อนุรักษ์พลังงานวิธีใด

- ก. Active
- ข. Passive
- ค. Dynamic
- ง. ไม่มีข้อถูก

26. อาคารที่ถือว่าเป็นอาคารอัจฉริยะยุคแรกคือ

- ก. อาคาร IMB
- ข. อาคาร Lloyds
- ค. อาคาร Hong Kong Bank
- ง. อาคาร NEC

27. อาคารอัจฉริยะต้องประกอบด้วยระบบหลักคือ

- ก. ระบบบริหารอาคาร ระบบน้ำดี ระบบโครงสร้างอาคาร ระบบInternet
- ข. ระบบบริหารอาคาร ระบบอาคาร ระบบโครงสร้างอาคาร ระบบสุขาภิบาล
- ค. ระบบบริหารอาคาร ระบบอาคาร ระบบโครงสร้างอาคาร ส่วนบริการผู้ใช้งานอาคาร
- ง. ไม่มีข้อถูก

28. ระบบโครงสร้างพื้นของอาคารอัจฉริยะควรเป็นระบบใด

- ก. ระบบพื้นคอนกรีต
- ข. ระบบพื้น Post
- ค. ระบบพื้นสองชั้น
- ง. ระบบพื้น Slab

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

29.ระบบบริหารอาคารมีชื่อย่อเรียกว่าอะไร

- ก. BUS
- ข. BAS
- ค. BDS
- ง. BFS

30.ระบบบริหารอาคารควรจะมีการควบคุมกี่จุด

- ก. จุดเดียว
- ข. 2 จุด
- ค. 3 จุด
- ง. 4 จุด

31.อาคารกสิกรไทยใช้ระบบโครงสร้างพื้นระบบใด

- ก. ระบบพื้นคอนกรีต
- ข. ระบบพื้น Post
- ค. ระบบพื้นสองชั้น
- ง. ระบบพื้น Slab

32.ข้อใดไม่ใช่หน้าที่ของระบบบริหารอาคารของอาคารกสิกรไทย

- ก. ควบคุมจำนวนคนเข้าอาคาร
- ข. ควบคุมการปิดเปิด Chilled
- ค. ควบคุมการประหยัดพลังงาน
- ง. ควบคุมแสงสว่างในอาคาร

33.การตั้งเวลาเปิดปิดอุปกรณ์ภายในอาคารกสิกรไทยโดยอัตโนมัติสั่งการจากระบบใด

- ก. BAS
- ข. BDS
- ค. BUS
- ง. BBS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

34.ระบบควบคุมลิฟต์ที่อาคารกสิกรไทยใช้คือระบบใด

- ก. EMS
- ข. EUS
- ค. EAA
- ง. EMU

35.ระบบควบคุมแสงสว่างในอาคารกสิกรไทยควบคุมระดับแสงสว่างจากอะไร

- ก. ควบคุมจากระดับแรงดันไฟฟ้า
- ข. ควบคุมจากระดับจำนวนคนใช้
- ค. ควบคุมจากระดับแสงสว่างในธรรมชาติ
- ง. ควบคุมจากระดับชั่วโมงการใช้งาน

36.การเตรียมพื้นที่สำหรับส่วนทางเข้าของสายสัญญาณส่วนมากจะเผื่อไว้กี่เปอร์เซ็นต์

- ก. 25%-30%
- ข. 20%-25%
- ค. 30%-35%
- ง. 35%-40%

37.อาคารที่มีพื้นที่ 45000 ตารางเมตร ควรมีห้องควบคุมขนาด

- ก. 100 ตารางเมตร
- ข. 120 ตารางเมตร
- ค. 130 ตารางเมตร
- ง. 140 ตารางเมตร

38.การเตรียมไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมควรเตรียมระบบใดไว้รองรับส่วนนี้

- ก. UPS
- ข. UTS
- ค. USP
- ง. USB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

39. การเตรียมพื้นที่สำหรับสายสัญญาณในแนวระดับควรเตรียมอย่างไร

- ก. ไว้ด้วยกันกับช่องท่อ
- ข. เตรียมตู้แยกโดยเฉพาะ
- ค. เดินสายด้วยกันกับสายไฟหลัก
- ง. ไม่มีข้อถูก

40. ระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติสามารถประหยัดพลังงานในอาคารได้กี่เปอร์เซ็นต์

- ก. 45%
- ข. 30%
- ค. 40%
- ง. 20%



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อที่	คนเก่ง ตอบถูก (10 คน)	คนอ่าน ตอบถูก (10 คน)	จำนวน ผู้ตอบถูก	ค่า ความ ยาก ง่าย	ค่าอำนาจ จำแนก	ความหมายการแปลผล	
	(Ru)	(RL)				(R)	$P = \frac{R}{N}$
21	7	4	11	0.55	0.3	เป็นข้อสอบที่ง่าย (ใช้ได้)	อำนาจการจำแนกปานกลางคุณภาพของข้อสอบดีพอสมควร
22	8	6	14	0.70	0.2	เป็นข้อสอบที่ง่าย (ใช้ได้)	อำนาจการจำแนกคุณภาพของข้อสอบค่อนข้างใช้ได้
23	8	5	13	0.65	0.3	เป็นข้อสอบที่ง่าย (ใช้ได้)	อำนาจการจำแนกปานกลางคุณภาพของข้อสอบดีพอสมควร
24	9	7	16	0.80	0.2	เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก	อำนาจการจำแนกคุณภาพของข้อสอบค่อนข้างใช้ได้
25	9	6	15	0.75	0.3	เป็นข้อสอบที่ง่าย (ใช้ได้)	อำนาจการจำแนกปานกลางคุณภาพของข้อสอบดีพอสมควร
26	8	5	13	0.65	0.3	เป็นข้อสอบที่ง่าย (ใช้ได้)	อำนาจการจำแนกปานกลางคุณภาพของข้อสอบดีพอสมควร
27	9	6	15	0.75	0.3	เป็นข้อสอบที่ง่าย (ใช้ได้)	อำนาจการจำแนกปานกลางคุณภาพของข้อสอบดีพอสมควร
28	8	6	14	0.70	0.2	เป็นข้อสอบที่ง่าย (ใช้ได้)	อำนาจการจำแนกคุณภาพของข้อสอบค่อนข้างใช้ได้
29	9	6	15	0.75	0.3	เป็นข้อสอบที่ง่าย (ใช้ได้)	อำนาจการจำแนกปานกลางคุณภาพของข้อสอบดีพอสมควร
30	8	5	13	0.65	0.3	เป็นข้อสอบที่ง่าย (ใช้ได้)	อำนาจการจำแนกปานกลางคุณภาพของข้อสอบดีพอสมควร
31	7	9	16	0.80	0.2	เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก	อำนาจการจำแนกคุณภาพของข้อสอบค่อนข้างใช้ได้
32	8	6	14	0.70	0.2	เป็นข้อสอบที่ง่าย (ใช้ได้)	อำนาจการจำแนกคุณภาพของข้อสอบค่อนข้างใช้ได้
33	8	5	13	0.65	0.2	เป็นข้อสอบที่ง่าย (ใช้ได้)	อำนาจการจำแนกปานกลางคุณภาพของข้อสอบดีพอสมควร
34	8	6	14	0.70	0.2	เป็นข้อสอบที่ง่าย (ใช้ได้)	อำนาจการจำแนกคุณภาพของข้อสอบค่อนข้างใช้ได้
35	8	6	14	0.70	0.2	เป็นข้อสอบที่ง่าย (ใช้ได้)	อำนาจการจำแนกคุณภาพของข้อสอบค่อนข้างใช้ได้
36	8	6	14	0.70	0.2	เป็นข้อสอบที่ง่าย (ใช้ได้)	อำนาจการจำแนกปานกลางคุณภาพของข้อสอบดีพอสมควร
37	9	6	15	0.75	0.3	เป็นข้อสอบที่ง่าย (ใช้ได้)	อำนาจการจำแนกคุณภาพของข้อสอบค่อนข้างใช้ได้
38	8	6	14	0.70	0.2	เป็นข้อสอบที่ง่าย (ใช้ได้)	อำนาจการจำแนกสูงคุณภาพของข้อสอบดีมาก
39	9	5	14	0.70	0.4	เป็นข้อสอบที่ง่าย (ใช้ได้)	อำนาจการจำแนกคุณภาพของข้อสอบดีมาก
40	9	7	16	0.80	0.2	เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก	อำนาจการจำแนกคุณภาพของข้อสอบค่อนข้างใช้ได้

# ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตารางแสดงผลคะแนนการหาความยากง่ายและการจำแนกแบบทดสอบ 40 ข้อ

ข้อที่	คนเก่ง ตอบถูก ในจำนวน (10 คน)	คนอ่าน ตอบถูก ในจำนวน (10 คน)	รวม จำนวน ผู้ตอบถูก	ค่า ความ ยาก ง่าย	ค่าอำนาจ จำแนก	ความหมายการแปลผล	
	(Ru)	(RL)	(R)	$P = \frac{R}{N}$	$r = \frac{Ru - RL}{N/2}$	ความยากง่าย (p)	อำนาจจำแนก (r)
1	9	6	15	0.75	0.3	เป็นข้อสอบที่ง่าย (ใช้ได้)	อำนาจการจำแนกปานกลางคุณภาพของข้อสอบดีพอสมควร
2	8	5	14	0.70	0.3	เป็นข้อสอบที่ง่าย (ใช้ได้)	อำนาจการจำแนกปานกลางคุณภาพของข้อสอบดีพอสมควร
3	9	7	16	0.80	0.2	เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก	อำนาจการจำแนกคุณภาพของข้อสอบค่อนข้างใช้ได้
4	7	5	12	0.60	0.2	เป็นข้อสอบที่ง่าย (ใช้ได้)	อำนาจการจำแนกคุณภาพของข้อสอบค่อนข้างใช้ได้
5	8	6	14	0.70	0.3	เป็นข้อสอบที่ง่าย (ใช้ได้)	อำนาจการจำแนกปานกลางคุณภาพของข้อสอบดีพอสมควร
6	8	5	13	0.65	0.3	เป็นข้อสอบที่ง่าย (ใช้ได้)	อำนาจการจำแนกปานกลางคุณภาพของข้อสอบดีพอสมควร
7	7	5	12	0.60	0.2	เป็นข้อสอบที่ง่าย (ใช้ได้)	อำนาจการจำแนกคุณภาพของข้อสอบค่อนข้างใช้ได้
8	8	5	13	0.65	0.3	เป็นข้อสอบที่ง่าย (ใช้ได้)	อำนาจการจำแนกปานกลางคุณภาพของข้อสอบดีพอสมควร
9	8	6	14	0.70	0.2	เป็นข้อสอบที่ง่าย (ใช้ได้)	อำนาจการจำแนกคุณภาพของข้อสอบค่อนข้างใช้ได้
10	7	5	12	0.60	0.2	เป็นข้อสอบที่ง่าย (ใช้ได้)	อำนาจการจำแนกคุณภาพของข้อสอบค่อนข้างใช้ได้
11	9	5	14	0.70	0.4	เป็นข้อสอบที่ง่าย (ใช้ได้)	อำนาจการจำแนกสูงคุณภาพของข้อสอบดีมาก
12	8	5	13	0.65	0.3	เป็นข้อสอบที่ง่าย (ใช้ได้)	อำนาจการจำแนกปานกลางคุณภาพของข้อสอบดีพอสมควร
13	6	4	10	0.50	0.2	เป็นข้อสอบที่ง่าย (ใช้ได้)	อำนาจการจำแนกคุณภาพของข้อสอบค่อนข้างใช้ได้
14	8	6	14	0.70	0.2	เป็นข้อสอบที่ง่าย (ใช้ได้)	อำนาจการจำแนกคุณภาพของข้อสอบค่อนข้างใช้ได้
15	9	7	16	0.80	0.2	เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก	อำนาจการจำแนกคุณภาพของข้อสอบค่อนข้างใช้ได้
16	8	6	14	0.70	0.2	เป็นข้อสอบที่ง่าย (ใช้ได้)	อำนาจการจำแนกปานกลางคุณภาพของข้อสอบดีพอสมควร
17	7	4	11	0.55	0.3	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)	อำนาจการจำแนกคุณภาพของข้อสอบค่อนข้างใช้ได้
18	7	5	12	0.60	0.2	เป็นข้อสอบที่ง่าย (ใช้ได้)	อำนาจการจำแนกคุณภาพของข้อสอบค่อนข้างใช้ได้
19	9	7	16	0.80	0.2	เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก	อำนาจการจำแนกคุณภาพของข้อสอบค่อนข้างใช้ได้
20	8	6	14	0.70	0.2	เป็นข้อสอบที่ง่าย (ใช้ได้)	อำนาจการจำแนกคุณภาพของข้อสอบค่อนข้างใช้ได้

# ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Rtt)

ตารางแสดงการหาค่าของ  $\Sigma pd$  เพื่อนำไปใช้ในสูตรการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 40 ข้อ

ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
p	0.75	0.7	0.8	0.3	0.7	0.65	0.6	0.65	0.7	0.6	0.7	0.65	0.5	0.7	0.8	0.7	0.55	0.6	0.8	0.7
q	0.25	0.3	0.2	0.4	0.3	0.35	0.4	0.35	0.3	0.4	0.3	0.35	0.5	0.3	0.2	0.3	0.45	0.4	0.2	0.3
ข้อที่	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
p	0.55	0.7	0.65	0.8	0.75	0.65	0.75	0.7	0.75	0.65	0.8	0.7	0.65	0.7	0.7	0.7	0.75	0.7	0.7	0.8
q	0.45	0.3	0.35	0.2	0.25	0.35	0.25	0.3	0.25	0.35	0.2	0.3	0.35	0.3	0.3	0.3	0.25	0.3	0.3	0.2

$$\Sigma pd = 8.04$$

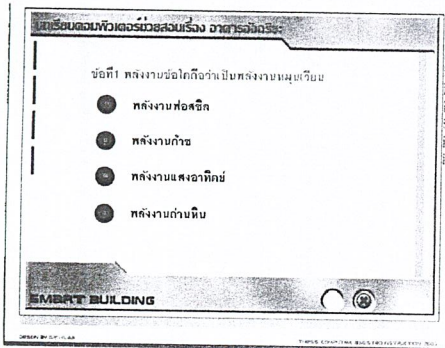
p = สัดส่วนของคนทำถูกในแต่ละข้อ

q = สัดส่วนของคนทำผิดในแต่ละข้อ = P-1

$$\begin{aligned}
 P &= 0.7 \\
 q &= 1 - P \\
 &= 1 - 0.7 \\
 q &= 0.3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_{tt} &= \frac{40}{40-1} \frac{\{1-8.04\}}{38.72} \\
 &= 1.02 \times 1 - 0.20 \\
 R_{tt} &= 0.81
 \end{aligned}$$

ค่าความเชื่อมั่น (rtt)	ความหมาย
0.80-1.00	ค่าความเชื่อมั่นสูง คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบฉบับนี้เชื่อถือได้
0.00-0.79	ไม่มีความเชื่อมั่น คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบฉบับนี้เชื่อถือไม่ได้
-1.00	ค่าความเชื่อมั่นต่ำ ไม่ควรนำมาใช้เป็นแบบทดสอบ



# ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คนที่	แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน (X)					แบบทดสอบ หลังเรียน (F)
	บทที่ 1 10 ข้อ	บทที่ 2 10 ข้อ	บทที่ 3 10 ข้อ	บทที่ 4 10 ข้อ	รวม 40 ข้อ	รวมคะแนน แบบทดสอบ หลังเรียน 40 ข้อ
1	8	9	6	9	32	34
2	9	9	7	8	33	32
3	9	7	9	9	34	35
4	8	10	5	9	32	35
5	8	10	7	9	34	36
6	7	9	8	9	33	34
7	8	9	9	8	34	36
8	7	10	7	9	33	34
9	8	10	8	8	34	35
10	10	9	7	9	35	36
11	7	10	7	8	32	33
12	9	10	7	9	35	32
13	9	7	8	8	32	35
14	6	9	8	10	33	34
15	8	9	7	10	34	32
16	8	9	7	8	32	34
17	7	9	8	10	34	38

คนที่	แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน (X)					แบบทดสอบ หลังเรียน (F)
	บทที่ 1 10 ข้อ	บทที่ 2 10 ข้อ	บทที่ 3 10 ข้อ	บทที่ 4 10 ข้อ	รวม 40 ข้อ	รวมคะแนน แบบทดสอบ หลังเรียน 40 ข้อ
1	9	8	7	8	32	34
2	7	8	8	9	32	33
3	8	9	8	8	33	32
4	8	9	8	9	34	33
5	9	7	8	9	33	32
6	8	9	8	8	33	34
7	8	9	8	8	33	35
8	9	7	8	8	32	33
9	8	9	8	8	33	32
10	8	8	9	9	34	33
11	10	8	8	7	33	34
12	7	8	9	9	33	32
13	8	7	9	9	33	33
14	9	7	8	9	33	35
15	7	8	8	10	33	34
16	8	7	8	9	32	32
17	9	8	9	7	33	33

ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของ  
บทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จากการเก็บคะแนนทำแบบฝึกหัด E1  
และแบบทดสอบหลังเรียน E2

จากกลุ่มตัวอย่างในสถาบัน

เทคโนโลยีราชมงคล ศูนย์กลางราชวมงคล

$$N = 30 \quad \Sigma X = 997 \quad \Sigma F = 1,041$$

A = คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด

B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

$$E1 = 0.8308 \times 100$$

$$= 83.08$$

$$E2 = 0.8675 \times 100$$

$$= 86.75$$

# ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คนที่	แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน (X)					แบบทดสอบ หลังเรียน (F)	คนที่	แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน (X)					แบบทดสอบ หลังเรียน (F)
	บทที่ 1 10 ข้อ	บทที่ 2 10 ข้อ	บทที่ 3 10 ข้อ	บทที่ 4 10 ข้อ	รวม 40 ข้อ	รวมคะแนน แบบทดสอบ หลังเรียน 40 ข้อ		บทที่ 1 10 ข้อ	บทที่ 2 10 ข้อ	บทที่ 3 10 ข้อ	บทที่ 4 10 ข้อ	รวม 40 ข้อ	รวมคะแนน แบบทดสอบ หลังเรียน 40 ข้อ
18	8	6	9	9	32	35	18	9	8	8	9	34	34
19	6	8	8	10	32	35	19	8	8	9	8	33	33
20	8	9	7	10	34	34	20	9	9	8	8	34	35
21	9	9	8	10	36	38	21	10	7	8	7	32	32
22	7	8	8	9	32	35	22	8	9	8	8	33	35
23	7	9	9	8	33	32	23	10	7	9	8	35	34
24	9	10	7	10	36	32	24	9	8	8	8	33	32
25	9	8	7	8	32	35	25	9	8	7	9	33	34
26	7	9	8	9	33	37	26	10	7	9	9	35	32
27	8	6	9	9	32	34	27	9	7	9	8	33	33
28	9	7	7	9	32	36	28	8	9	8	7	32	32
29	9	10	9	7	35	37	29	8	8	9	8	33	33
30	9	9	6	8	32	36	30	7	8	9	10	34	35
รวมเฉลี่ย	541 8.06	263 8.76	227 7.56	266 8.86	997 33.23	1,041 34.70	รวมเฉลี่ย	254 8.46	239 7.90	248 8.26	251 8.30	992 33.06	998 32.26

ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของ  
บทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จากการเก็บคะแนนทำแบบฝึกหัด E1  
และแบบทดสอบหลังเรียน E2

จากกลุ่มตัวอย่างในสถาบัน

เทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ

$$N = 30 \quad \Sigma X = 992 \quad \Sigma F = 998$$

A = คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด

B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

$$E1 = 0.8266 \times 100$$

$$= 82.66$$

$$E2 = 0.8316 \times 100$$

$$= 83.16$$

## ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

$$N = 30 \quad \Sigma X = 1,989 \quad \Sigma F = 2,039$$

A = คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด

B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

$$\begin{aligned} E1 &= 1,989 \times 100 \\ & \quad 2,400 \\ &= 82.87 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E2 &= 2,039 \times 100 \\ & \quad 2,400 \\ &= 84.95 \end{aligned}$$

ตารางแสดงผลการบันทึกค่าคะแนนจากการทำ แบบฝึกหัดระหว่างเรียนและ แบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาประสิทธิภาพของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในสมมุติฐานระดับ 80/80

วิทยาเขต	คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน
ศูนย์กลางฯวมงคล	997	1,041
ภาคพายัพ	992	998
รวม	1,989	2,039
เฉลี่ย	33.15	33.98

สรุปผลการคำนวณหา ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

$$E1 = 82.87$$

$$E2 = 84.95$$

ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ 80/80

อยู่ในระดับประสิทธิภาพ

# ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์หา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คนที่	คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน	คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน	D	D <sup>2</sup>
1	28	34	6	36
2	27	32	5	25
3	23	35	12	144
4	24	35	11	121
5	25	36	11	121
6	29	34	5	25
7	25	37	12	144
8	27	34	7	49
9	29	35	6	36
10	28	36	8	64
11	26	33	7	49
12	26	32	6	36
13	30	35	5	25
14	29	34	5	25
15	24	32	8	64
16	25	34	9	81
17	27	38	11	121
18	26	35	9	81

คนที่	คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน	คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน	D	D <sup>2</sup>
1	23	34	11	121
2	24	33	9	81
3	27	32	5	25
4	26	33	7	49
5	28	32	4	16
6	23	34	11	121
7	25	35	10	100
8	26	33	7	49
9	30	32	2	4
10	28	33	5	25
11	25	34	9	81
12	24	32	8	64
13	31	33	2	4
14	24	35	11	121
15	21	34	13	169
16	26	32	6	36
17	27	33	6	36
18	24	34	10	100

# ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์หา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คนที่	คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน	คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน	D	D <sup>2</sup>
19	33	35	2	4
20	28	34	6	36
21	34	38	4	16
22	28	35	7	49
23	30	32	2	4
24	24	32	8	64
25	23	35	12	144
26	31	37	6	36
27	25	34	9	81
28	23	36	13	169
29	34	37	3	9
30	31	36	5	25
			ΣD = 220	ΣD <sup>2</sup> = 1,884

คนที่	คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน	คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน	D	D <sup>2</sup>
19	26	33	7	49
20	28	35	4	49
21	24	32	8	64
22	23	35	12	144
23	25	34	9	81
24	24	32	8	64
25	26	34	8	64
26	24	32	8	64
27	29	33	4	16
28	27	32	5	25
29	25	33	8	64
30	25	35	10	100
			ΣD = 230	ΣD <sup>2</sup> = 2,042

$$T = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{1}{N-1} \Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}}$$

$$T = \frac{450}{\sqrt{\frac{60(3,926) - (450)^2}{59}}}$$

$$T = 19.06$$

วิทยาเขต	ΣD <sup>2</sup>	ΣD <sup>2</sup>
ศูนย์กลางราชมณฑล	220	1,886
ภาคพายัพ	230	2,042
รวม	450	3,926
เฉลี่ย	7.50	65.43

สรุป การคำนวณหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
เมื่อ T = 19.06 > T ตาราง = 2.01  
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง  
สถิติ .05



ภาคผนวก จ หนังสือราชการและขอความอนุเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

