

ห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน  
เรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด  
COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION  
ON MODULAR SYSTEM DESIGN



นายพัฒนพงษ์ กันธวัง

ห้องสมุด คณะครุศาสตร์ฯ สจล.



A030116

27  
พ 69954  
2547

เลขหมู่.....30116  
เลขทะเบียน.....  
วัน,เดือน,ปี..27..ก.ย..2550

b. 11812898  
i. ....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต  
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2547

ปริญญาานิพนธ์ : บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน  
เรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด  
COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION  
ON MODULAR SYSTEM DESIGN

นักศึกษา : นายพิพัฒน์พงษ์ กันธวัง รหัส 46035660

อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์สันติ กวินวงศ์ไพบูลย์

คณะ : วิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม

ภาควิชา : วิศวกรรมศาสตร์สถาปัตยกรรม

สาขาวิชา : สถาปัตยกรรม

.....

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ คณะกรรมการตรวจปริญญาานิพนธ์ได้ตรวจพิจารณาและ  
เห็นชอบแล้วจึงอนุมัติให้ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรครุศาสตร์  
อุตสาหกรรมบัณฑิต ประจำปีการศึกษา 2547

.....คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
(รศ.ดร.รวีวรรณ ชินะตระกูล)

.....ประธานกรรมการ  
(อาจารย์ พัสตราภรณ์ มีศิริ)

.....กรรมการ  
(อาจารย์ สมสิทธิ์ หวังเจริญ)

..... กรรมการ

(ผศ. สมพล ดำรงเสถียร)

..... กรรมการ

(ผศ. สุรศักดิ์ กังขาว)

..... กรรมการ

(ผศ. สุทัศน์ จุฬามณี)

..... กรรมการ

(ดร. คุ่มพงษ์ หนูบรรจง)

..... กรรมการ

(อาจารย์ สันติ กวินวงศ์ไพบูลย์)

..... กรรมการ

(อาจารย์ เบญจวรรณ อุบลศรี)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ทศพร ไสดาบรรล)



.....กรรมการ  
(อาจารย์ ชูเกียรติ แซ่ตั้ง)

.....กรรมการและเลขานุการ  
(อาจารย์ชาติไท จันเสน)

.....กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ  
(อาจารย์อัครพงศ์ อนุพันธุ์พงศ์)



ปริญญานิพนธ์	: บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON MODULAR SYSTEM DESIGN
นักศึกษา	: นายพิพัฒน์พงษ์ กันธวัง รหัส 46035660
อาจารย์ที่ปรึกษา	: อาจารย์สันติ กวินวงศ์ไพบูลย์
คณะ	: วิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม
ภาควิชา	: วิศวกรรมศาสตร์สถาปัตยกรรม
สาขาวิชา	: สถาปัตยกรรม

### บทคัดย่อ

โครงการบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด จัดตั้งขึ้นเพื่อตอบสนองนโยบายแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2540-2544) ในส่วนเกี่ยวข้องกับการศึกษาตลอดชีวิต และพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 ว่าด้วยเรื่องผู้เรียนมีสิทธิได้รับการพัฒนาขีดความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาในโอกาสแรกที่ทำได้ เพื่อให้มีความรู้และทักษะเพียงพอที่จะใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษา ในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองได้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นสื่อการเรียนการสอนอีกรูปแบบหนึ่งที่สามารถอธิบายเนื้อหา แสดงภาพประกอบ แสดงการเคลื่อนไหวของภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังสามารถที่จะให้ผู้เรียน เรียนได้ด้วยตนเองอย่างอิสระ เมื่อไม่เข้าใจในเนื้อหา ก็สามารถย้อนกลับไปศึกษาใหม่ได้ และยังสามารถตอบสนองต่อผู้เรียนได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งจะทำให้ผู้เรียน ได้ทราบผลการเรียนรู้ของตนเอง

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด รายวิชา (12-120-325) เทคโนโลยีการก่อสร้าง 5 สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต วิชาเอกเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระหว่าง ก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

### วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาค้นคว้าข้อมูลในการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้องจากแหล่งต่างๆ
2. ศึกษาวิเคราะห์เนื้อหาวิชา เพื่อความสมบูรณ์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
3. หาประสิทธิภาพของแบบเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามเกณฑ์มาตรฐานและวิเคราะห์ผล
4. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ
5. นำเสนอผลงานวิจัย

### สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังกล่าวสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเนื้อหา วิชาเทคโนโลยีการก่อสร้าง 5 เรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัดอยู่ในเกณฑ์ดี
2. คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ วิชาเทคโนโลยีการก่อสร้าง 5 เรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัดอยู่ในเกณฑ์ดี
3. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาเทคโนโลยีการก่อสร้าง 5 เรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด ปรากฏว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัดที่สร้างขึ้น นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียนเฉลี่ยได้ 9.83 คะแนน จากคะแนนทั้งหมด 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 49.15 เมื่อนักศึกษาได้ทำแบบทดสอบระหว่างเรียนเฉลี่ยได้ 17.03 คะแนน จากคะแนนทั้งหมด 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 85.15 และเมื่อแบบทดสอบหลังเรียนเฉลี่ยได้ 18.30 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 91.50% บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.15% / 91.50% สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (80/80)

### ข้อเสนอแนะ

1. ควรกระทำการศึกษาและทดลองการใช้โปรแกรมประยุกต์ ต่าง ๆ อย่างชัดเจน ซึ่งจะต้องนำมาใช้ร่วมกันในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. ควรกระทำการศึกษาเนื้อหาที่จะนำมาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ พร้อมทั้งศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมดก่อน เพื่อให้เกิดแนวคิดในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ด้วย
3. ควรส่งเสริมให้พัฒนาด้านสคริปของโปรแกรมที่ใช้ทำบทเรียน ให้ส่งเสริมความสามารถของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในการจัดการด้านค่าสถิติ และการจัดเก็บข้อมูลด้านสถิติให้ดีขึ้น

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์โครงการบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด จะประสบผลสำเร็จได้นั้นไม่ใช่ได้มาเพราะความรู้หรือความสามารถของผู้จัดทำเพียงผู้เดียว หากแต่ต้องประกอบด้วย การอนุเคราะห์จากกลุ่มบุคคลและหน่วยงานต่างๆที่ได้ให้ทั้ง ข้อมูล คำปรึกษา คำแนะนำ และรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง กับโครงการ ทำให้การดำเนินวิทยานิพนธ์เป็นไปตามขั้นตอนและวิธีการที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้น ขอขอบคุณ

อาจารย์กาญจนา ศรีวิชัย ที่ให้ข้อมูลระบบประสานทางพิกัดและความช่วยเหลือในหลาย ๆ ด้าน ทั้งการติดต่อประสานงานที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ เป็นระยะเวลาถึง 5 ปี

อาจารย์สาขาสถาปัตยกรรมทุกท่านที่ได้ให้คำปรึกษาได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์ อาจารย์สันติ กวินวงศ์ไพบูลย์ ที่ให้การช่วยเหลือในหลายๆ ด้าน

ขอขอบคุณโลกของระบบเครือข่าย ที่ทำให้ปริญญาานิพนธ์ในครั้งนี้ ทำได้สะดวกขึ้น โดยเฉพาะขอบคุณชาว <http://www.pantip.com/tech/hardware/> ที่สนับสนุนกำลังสมองและความสามารถในด้านของคอมพิวเตอร์มาเป็นเวลานาน และ ขอบคุณ Thaical.com และ Flashkit.com ที่ให้ผู้จัดทำ Down load ข้อมูล เสี่ยงประกอบในการทำปริญญาานิพนธ์นี้

สุดท้ายขอขอบคุณกับทั้งครอบครัว ที่ส่งทั้งกำลังใจและกำลังใจทรัพย์สิน ในการศึกษาและทำปริญญาานิพนธ์นี้ให้สำเร็จลุล่วง

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้อาจจะมีประโยชน์ทางด้านวิชาการอยู่บ้าง ขอให้ เป็นความรู้ส่วนหนึ่งแก่ผู้ที่สนใจศึกษาโครงการที่เกี่ยวข้อง หากมีข้อบกพร่องประการใดผู้จัดทำได้ขอภัย และจะนำไปเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขสำหรับการค้นคว้าทางวิชาการต่อไป

นายพิพัฒน์พงษ์ กันธวัง

ผู้จัดทำปริญญาานิพนธ์

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญแผนภูมิ	ฉ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	8
1.3 สมมุติฐานการวิจัย	9
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	9
1.5 ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย	9
1.6 วิธีดำเนินการวิจัย	10
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	11
1.8 อภิธานศัพท์	12
บทที่ 2 การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ	
2.1 การศึกษาด้านนโยบาย	14
2.1.1 การศึกษาแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 1-9	14
2.1.2 แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 1 – 8	15
2.1.3 แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 9 (พ.ศ. 2545 – 2549)	16
2.1.4 นโยบายการพัฒนากการศึกษา	16
2.1.5 แผนงานหลักเพื่อการพัฒนาการศึกษา	17
2.2 การศึกษาหลักสูตร	18
2.2.1 หลักสูตรในรายวิชา เทคโนโลยีการก่อสร้าง 5	20
2.2.2 ลักษณะรายวิชาที่ใช้ในการวิจัย	21
2.2.3 การกำหนดขอบเขตเนื้อหา	22
2.3 การศึกษาประชากรและกลุ่มเป้าหมาย	25

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4 การศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	26
2.4.1 การศึกษาการใช้ระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในกิจกรรม การเรียนการสอน	27
2.4.2 ข้อได้เปรียบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระบบ การเรียนการสอน	27
2.4.3 ประโยชน์ของการใช้คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลเพื่อการศึกษา	29
2.4.4 ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	30
2.4.5 การศึกษาโปรแกรมที่ใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	34
2.4.6 การเลือกโปรแกรมที่จะนำมาใช้ในการทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	38
2.5 การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	38
<b>บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย</b>	
3.1 การวิเคราะห์ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	40
3.1.1 ประชากร	40
3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง	40
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	41
3.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	41
3.2.2 แบบทดสอบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	45
3.2.3 แบบประเมินคุณภาพบทเรียนสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ	48
3.2.4 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	49
3.3 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล	53
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล	53
<b>บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล</b>	
4.1 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียน	58
4.2 การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของคะแนนสอบก่อนและหลังเรียน	61
4.3 การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียน คอมพิวเตอร์กับบทเรียนปกติ	62

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.4.การวิเคราะห์แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียน	63
<b>บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ</b>	
5.1 วัตถุประสงค์การวิจัย	66
5.2 สมมุติฐานการวิจัย	67
5.3 วิธีดำเนินการวิจัย	67
5.3.1 การสร้างและหาประสิทธิภาพของสื่อ	67
5.3.2 ทดลองใช้สื่อ	68
5.4 สรุปผลการวิจัย	68
5.5 อภิปรายผล	68
5.6 ข้อเสนอแนะ	69
5.6.1 ข้อเสนอแนะจากการทำวิจัย	69
5.6.2 ข้อเสนอแนะในการทำปริญญาโทครั้งต่อไป	69
<b>บรรณานุกรม</b>	70
<b>ภาคผนวก</b>	
ภาคผนวก ก. ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	72
ภาคผนวก ข. แบบประเมินสื่อการสอน	85
ภาคผนวก ค. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	90
ภาคผนวก ง. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	96
ภาคผนวก จ. รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ	98
ภาคผนวก ฉ. เนื้อหาบทเรียนในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	100

## สารบัญตาราง

	หน้า	
ตารางที่ 2.1	แสดงการแบ่งหน่วยการสอนของเนื้อหาวิชาเทคโนโลยีการก่อสร้าง 5	22
ตารางที่ 2.2	แสดงรายชื่อวิทยาเขตต่างๆของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ที่เปิดการเรียนการสอน ในสาขาวิชาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม ระดับสถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต	25
ตารางที่ 3.1	แสดงการวัดระดับความรู้ความสามารถของผู้เรียน จากการวิเคราะห์ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	45
ตารางที่ 3.2	แสดงผลการประเมินระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับ คุณภาพสื่อด้านเนื้อหา	49
ตารางที่ 3.3	แสดงผลการประเมินระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับ คุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ	51
ตารางที่ 3.4	แสดงผลการประเมินระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับ คุณภาพด้านแบบทดสอบ	52
ตารางที่ 4.1	แสดงประสิทธิภาพพบเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การออกแบบ โดยใช้ระบบประสานทางพิกัด โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่ 1 จำนวน 20 คน	59
ตารางที่ 4.2	แสดงประสิทธิภาพพบเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การออกแบบ โดยใช้ระบบประสานทางพิกัด โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่ 2 จำนวน 20 คน	60
ตารางที่ 4.3	แสดงค่าความแตกต่างของประสิทธิภาพพบเรียน เรื่อง การออกแบบ โดยใช้ระบบประสานทางพิกัดคอมพิวเตอร์ระหว่างก่อนเรียนและ หลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม	61
ตารางที่ 4.4	แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของคะแนนแบบทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน	61
ตารางที่ 4.5	แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของคะแนนแบบทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน	62
ตารางที่ 4.6	แสดงค่าความต่างระหว่างคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม	62

## สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.7	แสดงค่าความต่างระหว่างคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม	62
ตารางที่ 4.8	แสดงค่าความต่างระหว่างคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของ กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม	63
ตารางที่ 4.9	แสดงค่าความต่างระหว่างการเรียนรู้โดยบทเรียนปกติและคะแนนบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม	63
ตารางที่ 4.10	แสดงผลการประเมินจากแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียน จำนวน 40 คน	64



### สารบัญแผนภูมิ

หน้า

แผนภูมิที่ 3.1 แสดงลำดับขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	44
แผนภูมิที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	47



## สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 ภาพแสดงหน้าแรกของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	73
ภาพที่ 2 ภาพแสดงจากภาพยนตร์ที่จะนำเข้าสู่บทเรียน	73
ภาพที่ 3 ภาพแสดงจากภาพยนตร์ที่จะนำเข้าสู่บทเรียน	74
ภาพที่ 4 ภาพแสดงจากพิมพ์ชื่อเก็บเป็นฐานข้อมูล	74
ภาพที่ 5 ภาพแสดงจากต้อนรับเข้าสู่บทเรียน	75
ภาพที่ 6 ภาพแสดงหน้าเมนูหลัก	75
ภาพที่ 7 ภาพแสดงหน้าเมนูหลักของหัวข้อ "เกี่ยวกับรายวิชา"	76
ภาพที่ 8 ภาพแสดงตัวอย่างหน้านำเสนอข้อมูลหน่วยการเรียนรู้รายวิชา	76
ภาพที่ 9 ภาพแสดงหน้าเมนูหลักของหัวข้อ "บทนำ"	77
ภาพที่ 10 ภาพแสดงตัวอย่างเนื้อหานำเสนอในหัวข้อของ "บทนำ"	77
ภาพที่ 11 ภาพแสดงหน้าเมนูหลักของหัวข้อ "ช่วยเหลือ"	78
ภาพที่ 12 ภาพแสดงตัวอย่างเนื้อหานำเสนอในหัวข้อของ "ช่วยเหลือ"	78
ภาพที่ 13 ภาพแสดงหน้าตัวเลือกก่อนเข้าสู่บทเรียน	79
ภาพที่ 14 ภาพแสดงหน้าเมนูหลักของบทเรียน	79
ภาพที่ 15 ภาพแสดงตัวอย่างเนื้อหานำเสนอในบทเรียน	80
ภาพที่ 16 ภาพแสดงตัวอย่างเนื้อหานำเสนอในบทเรียน	80
ภาพที่ 17 ภาพแสดงหน้าจอแจ้งก่อนการทำแบบทดสอบ	81
ภาพที่ 18 ภาพแสดงจากการทำแบบทดสอบ	81
ภาพที่ 19 ภาพแสดงจากเมื่อทำแบบทดสอบถูกต้อง	82
ภาพที่ 20 ภาพแสดงจากเมื่อทำแบบทดสอบผิด	82
ภาพที่ 21 ภาพแสดงจากสรุปคะแนนเมื่อทำแบบทดสอบเสร็จแล้ว	83
ภาพที่ 22 ภาพแสดงจากสรุปเมื่อเรียนครบและผ่านการทดสอบทุกอย่าง	83
ภาพที่ 23 ภาพแสดงภาพยนตร์จากจบ และแสดงการขอบคุณ	84
ภาพที่ 24 ภาพแสดงจากปิดสุดท้ายก่อนที่โปรแกรมจะปิดตัวเอง	84

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์เป็นการลงทุนที่สำคัญยิ่งในการพัฒนาประเทศ และเราใช้การศึกษาเป็นเครื่องมือในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ด้วยวิธีต่างๆ ในบรรดาปัจจัยต่างๆ ที่มีความสำคัญต่อประสิทธิผลในการพัฒนา ซึ่งมีหลายปัจจัยนั้น ทรัพยากรมนุษย์เป็นปัจจัยสำคัญที่สุด แม้เราจะมีปัจจัยอื่นๆ อย่างสมบูรณ์ แต่ถ้าทรัพยากรมนุษย์ไม่มีคุณภาพแล้ว การพัฒนาก็ไม่อาจประสบผลสำเร็จสูงสุดได้ รัฐบาลไทยเริ่มเน้นการพัฒนากำลังคนมาตั้งแต่ แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 6 และในการทำแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 8 นั้นมีปรัชญาหรือจุดมุ่งหมายหลักอยู่ที่การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ การพัฒนาเศรษฐกิจเป็นเครื่องมือของการพัฒนาคนและคุณภาพชีวิต ไม่ได้เน้นที่การเติบโตทางเศรษฐกิจเท่านั้น ทั้งนี้เพื่อให้เกิดการพัฒนาแบบยั่งยืน

วิสัยทัศน์ด้านการศึกษาไทยที่กำหนดใน แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ.2540 – 2544) ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาตลอดชีวิต พอสรุปได้ดังนี้ คือ

1.พัฒนาคนไทยให้มีความรู้ ความสามารถ ทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในโลกยุคโลกาภิวัตน์ เช่น ภาษาอังกฤษ และคอมพิวเตอร์ เห็นความสำคัญของวิทยาการสมัยใหม่ควบคู่กับภูมิปัญญาชาวบ้าน

2.วิสัยทัศน์ที่พึงประสงค์ คือ ให้การศึกษาเป็นกระบวนการที่ทำให้ผู้เรียนรู้จักการเรียนรู้วิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และ รักที่จะเรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต<sup>1</sup>

จากวิสัยทัศน์ของการศึกษาตามแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 8 ดังกล่าว ประเทศไทย จึงให้ความสำคัญที่ต้องนำเทคโนโลยีส่งเสริมในด้านการศึกษาเพื่อเป็นการส่งเสริมให้ประชาชนได้รับการพัฒนาทางด้านความรู้ ความสามารถทั้งด้านวิชาการและการปฏิบัติ และ กำหนดในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 หมวด 9 มาตรา 66 คือ ผู้เรียนมีสิทธิ

1 พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542, 14 สิงหาคม 2542, <http://www.edu.chula.ac.th/~eduinfo/eduact/eduact00.htm>

ได้รับการพัฒนาขีดความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษา เพื่อให้มีความรู้และทักษะเพียงพอที่จะใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษา การแสวงหาความรู้ด้วยตนเองได้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต

ในช่วงนี้จึงมีการกล่าวถึงการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ การพัฒนาแบบยั่งยืน และแนวทางต่างๆ ที่จะนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการพัฒนาการศึกษาอย่างมาก เพื่อกระจายโอกาสและความเสมอภาคทางการศึกษา อันจะส่งผลต่อเนื่องในการพัฒนาประเทศโดยรวมประสบผลสำเร็จ เทคโนโลยีสารสนเทศที่สามารถนำมาใช้ใน ด้านการศึกษานั้นมีทั้ง เทคโนโลยีเสียง หรือ Audio Technologies เทคโนโลยีภาพเคลื่อนไหว หรือ Video Technologies และเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์

ปัจจุบันเป็นโลกแห่งการสื่อสารไร้พรมแดน การติดตามข่าวสารเพื่อจะก้าวทันยุคสมัยเป็นไปอย่างง่ายดาย ไม่ว่าจะอยู่มุมไหนของโลก เมื่อเทคโนโลยีเข้าไปถึงก็จะสามารถติดต่อสื่อสารกันได้ และสามารถรับรู้ความเคลื่อนไหวและความเป็นไปของเหตุการณ์ในโลกปัจจุบันซึ่งหมุนไปอย่างรวดเร็ว ซึ่งการสื่อสารอย่างรวดเร็วและไร้พรมแดนนี้ ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในสังคมหลายๆ ด้าน ทั้งในด้านวัฒนธรรม เศรษฐกิจ การเมืองการปกครอง วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฯลฯ ซึ่งผลกระทบนั้นมีทั้งข้อดีและข้อเสีย จึงจำเป็นที่จะต้องมีการปรับตัว โดยให้การศึกษาแก่ประชาชน และเมื่อประชาชนได้รับการศึกษาที่เหมาะสมก็จะสามารถนำไปสู่การพัฒนาตนเอง ตลอดจนถึงผลถึงการพัฒนาระบบสังคมและประเทศชาติต่อไปด้วย

การศึกษาจึงเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นต่อการพัฒนาการหลายๆ ด้านในโลกยุคปัจจุบัน การพัฒนาดังกล่าวนั้นจำเป็นต้องอาศัยเทคโนโลยีด้านต่างๆ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับบุคคลากรผู้มีความรู้ที่จะสามารถสร้างสรรค์เทคโนโลยีให้เกิดการพัฒนาในด้านต่างๆ ได้ เทคโนโลยีส่วนใหญ่ในปัจจุบันมีการนำเอาเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์มาใช้กันอย่างแพร่หลาย เพราะด้วยประสิทธิภาพและความสามารถที่เกิดจากเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานต่างๆ ได้โดยขึ้นอยู่กับการสร้างสรรค์ขึ้นมา ซึ่งสามารถนำไปสู่การพัฒนาในหลายๆ ด้านต่างๆ มากมาย ไม่ว่าจะเป็นด้านการสื่อสาร ด้านธุรกิจ สังคม ฯลฯ รวมไปถึงการพัฒนาทางการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 หมวด ๔ แนวการจัดการศึกษา มาตรา ๒๒ ได้กล่าวถึงการจัดการศึกษาไว้ว่า ต้องคำนึงถึงความแตกต่างกันระหว่างบุคคล โดยผู้เรียนจะเป็นผู้ศึกษาด้วยตนเองตามความสนใจและความถนัด จึงจะสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ<sup>2</sup> ซึ่งจะเห็นได้ว่าการจัดการศึกษาต้องคำนึงถึงความแตกต่าง

2 พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542, 14 สิงหาคม 2542, <http://www.edu.chula.ac.th/~eduinfo/eduact/eduact04.htm>

ระหว่างบุคคล โดยรู้จักคิดวิเคราะห์ และมีวิจารณญาณในการเลือกสื่อที่มีคุณภาพ ที่สำคัญต้องคำนึงถึงสิทธิและศักยภาพของผู้เรียน ที่จะเรียนได้มากที่สุดและ เร็วที่สุด เท่าที่ความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียนจะอำนวยได้ ดังนั้น บทบาทของครูผู้สอน ที่ทำหน้าที่สอนในห้องเรียนเหมือนสมัยก่อนจะค่อยลดความสำคัญลงและเปลี่ยนแปลงไป แต่จะเป็นผู้ที่ทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยคอยให้คำแนะนำเสนอแนะแนวทาง ช่วยเหลือแก้ปัญหาตลอดจนนำเสนอเทคโนโลยีและสื่อต่างๆ มาใช้ในการเรียนการสอนเพื่อความสะดวกและเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างเต็มที่ และทำให้เกิดการพัฒนาตนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในแผนแม่บทเทคโนโลยีสารสนเทศของกระทรวงศึกษาธิการ ในส่วนของแผนงานพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเรียนการสอนและการเรียนรู้ ได้กำหนดกรอบไว้ว่า ให้มีการนำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศที่ทันสมัยมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน ทั้งในด้านเครื่องมือ อุปกรณ์ ซอฟต์แวร์ ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ สื่อประสม สร้างฐานวิชาความรู้ มีระบบเครือข่ายเข้าไปศึกษา ค้นคว้าจากแหล่งความรู้ทั่วโลก เร่งรัดพัฒนาครู อาจารย์ บุคลากรทางการศึกษา ให้มีความรู้ สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้ ในแผนงานพัฒนาบุคลากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ มุ่งเน้นเพื่อให้บุคลากรทางการศึกษา มีความรู้ ทักษะ และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี-สารสนเทศ สำหรับปฏิบัติงานตามบทบาทหน้าที่ ให้มีประสิทธิภาพ คุณภาพ ประสิทธิภาพ ความรวดเร็วถูกต้อง ทันสมัย ยกกระดับความรู้ความสามารถให้มีความก้าวหน้า ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาวะปัจจุบันและอนาคต<sup>3</sup>

ในด้านความหมายคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของนักวิชาการชาวไทยหลายท่าน ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้แตกต่างกัน ดังนี้

- ศ.ดร.ศรีศักดิ์ จามรมาน: การสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องช่วย
- รศ.เย็น ภู่วรรณ: โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้นำเนื้อหาวิชาและลำดับวิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ คอมพิวเตอร์จะช่วยนำบทเรียนที่เตรียมไว้อย่างเป็นระบบ มาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนแต่ละคน
- รศ.ดร.ฉลอง ทับศรี: บทเรียนที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวนำเสนอเนื้อหาและกิจกรรมการเรียน ส่วนใหญ่มุ่งที่จะให้ผู้เรียนเรียนด้วยตนเองเป็นหลัก
- ดร.สุกรี รอดโพธิ์ทอง: โปรแกรมคอมพิวเตอร์หลายรูปแบบ ที่พัฒนาขึ้นเพื่อช่วยเพิ่ม

3 ปิยะพงษ์ ไสยโสภณ, อินเทอร์เน็ตกับการศึกษาตลอดชีวิตเพื่อปวงชน, 23 มิถุนายน 2546, <http://www.swu.ac.th/edu/ae/websnong/>

### ประสิทธิภาพการสอนและการรับรู้ของผู้เรียน

- สารานุกรมศัพท์การศึกษาและจิตวิทยา สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา ม.สุโขทัยธรรมมา-  
 ธิราช: การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในระบบการเรียนการสอนวิชาต่างๆ เช่น วิชาสังคม ศิลป  
 วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ภาษาไทย ภาษาต่างประเทศ รวมทั้งวิชาคอมพิวเตอร์ โดยถือว่า  
 คอมพิวเตอร์เป็นสื่อในระบบการเรียนการสอนที่สามารถให้ผู้เรียนรู้ผลการตอบสนองได้รวดเร็วกว่า  
 สื่อประเภทอื่น ยกเว้นสื่อบุคคล<sup>4</sup>

การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน จะสอดคล้องกับการสอนแบบเอกัตบุคคลซึ่ง  
 เป็นการสอนที่สอดคล้องกับความแตกต่างกันระหว่างบุคคล และการสอนแบบโปรแกรมหรือ  
 บทเรียนสำเร็จรูป ตามแนวคิดของ Skinner ผู้คิดค้นทฤษฎีของการเรียนรู้ ซึ่งได้กล่าวเอาไว้ว่า  
 “การศึกษาจะดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพไม่ได้ ถ้าเรายังไม่สามารถแยกแยะ เรื่องความแตก  
 ต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียนได้” ดังนั้นการเรียนแบบโปรแกรมตามแนวคิดของ Skinner จึงถูก  
 นำมาใช้เพื่อผู้เรียนจะสามารถเรียนได้ด้วยตนเองตามความสามารถของตนเอง และความสนใจ  
 ตลอดจนความถนัดของแต่ละบุคคล จากแนวคิดดังกล่าวตลอดจนความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี  
 ด้านคอมพิวเตอร์ จึงนำไปสู่การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการเรียนการสอนในรูปแบบต่างๆ เพื่อ  
 ตอบสนองความต้องการทางการศึกษา อันจะนำไปสู่การพัฒนาและก้าวหน้าของบุคคลในปัจจุบัน  
 และอนาคตข้างหน้า

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นสื่อการเรียนการสอนอีกรูปแบบหนึ่งที่สามารถอธิบาย  
 เนื้อหา แสดงภาพประกอบ แสดงการเคลื่อนไหวของภาพ ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจได้โดยง่าย  
 และได้เห็นถึงส่วนที่เกิดการเปลี่ยนแปลงต่างๆ นอกจากนั้นแล้ว บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยัง  
 สามารถที่จะให้ผู้เรียน เรียนได้ด้วยตนเองอย่างอิสระ เมื่อไม่เข้าใจในเนื้อหา ก็สามารถย้อนกลับไป  
 ศึกษาใหม่ได้ และยังสามารถตอบสนองต่อผู้เรียนได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งจะทำให้ผู้เรียน ได้ทราบผล  
 การเรียนรู้ของตนเอง ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เห็นเด่นชัดอีกประการ ก็คือ สามารถ  
 ช่วยเพิ่มแรงจูงใจให้แก่ผู้เรียนให้เกิดการอยากเรียนรู้ในเนื้อหาวิชาที่นำมาทำเป็นบทเรียนช่วยสอน  
 เนื่องจากการออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีภาพ เสียง และสามารถโต้ตอบกับ  
 ผู้เรียนได้อย่างรวดเร็ว การให้ข้อมูลป้อนกลับเป็นกระบวนการหนึ่งที่สำคัญในด้านการเป็นตัว  
 เสริมแรง ซึ่งทำให้นักศึกษาเกิดความสนใจการเรียนรู้ มีแรงจูงใจในการเรียนรู้ และพัฒนา

<sup>4</sup> Nip Emarath, ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน, 2 กันยายน 2545,

<http://www.thaicai.com/cai.html>

ก้าวหน้าของตน เกิดการเรียนรู้ขณะให้ข้อมูลป้อนกลับทำให้มีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนสามารถแก้ไขข้อบกพร่องของตนเองได้ และวิธีการทำให้รู้ผลการกระทำอย่างทันทีทันใดว่าคำตอบนั้น ถูกหรือผิด ซึ่งถือว่าเป็นการเสริมแรง (Reinforcement) เพราะถือว่าการรู้ผลการเรียนจะช่วยให้การเรียนดีขึ้น ซึ่งตัวบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเป็นตัวช่วยในการอธิบายเนื้อหาและทดสอบ เพื่อประเมินว่าผู้เรียนมีความสามารถในการเรียนรู้เพียงใดระดับใด ซึ่งจะส่งผลต่อการพัฒนาตนเองของผู้เรียนต่อไปได้

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถนำมาใช้กับการเรียนการสอนได้เท่าเทียมกับการสอนแบบปกติ หรือสูงกว่าในหลายๆ สาขาวิชา และการวิจัยส่วนมาก พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำหน้าที่สอนรายบุคคลได้ดีกว่าการสอนแบบอื่นๆ ซึ่งจากการวิจัยที่พบส่วนใหญ่ สรุปได้ว่าแนวโน้มในการพัฒนาโปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะมีมากขึ้น ทำให้การใช้คอมพิวเตอร์ในวงการศึกษามีมากขึ้นตามไปด้วย ครูผู้สอนรวมทั้งบุคคลที่เกี่ยวข้องในการออกแบบการสอน จำเป็นอย่างยิ่งที่จะรู้ว่า ทำอย่างไร จึงจะสามารถใช้คอมพิวเตอร์ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ต่อการเรียนการสอน จากการวิจัยส่วนมากพอสรุปได้ว่าการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มาใช้ในการเรียนการสอน มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลต่อการเรียนการสอนดีกว่าการสอนแบบอื่นๆ

#### **ลักษณะของบทเรียน CAI**

บทเรียน CAI เป็นบทเรียนที่ประยุกต์มาจากโปรแกรมของ Skinner โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์นำเสนอบทเรียน ซึ่งมีลักษณะเป็นโมเดล 2 แบบ คือ

1.แบบเชิงเส้น (Linear Programming) เป็นบทเรียนที่ต้องเรียนทีละหน่วย ตามลำดับ จะข้ามไม่ได้

2.แบบสาขา (Branching Programming) เป็นบทเรียนที่โยงระหว่างหน่วยถึงกันได้ตามความต้องการ ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนหน่วยต่างๆ ที่จัดไว้ตามระดับความสามารถของตนเองได้

#### **ประเภทของ CAI**

บทเรียน CAI จำแนกได้ 7 ประเภท ดังนี้

1. แบบฝึกทักษะและแบบฝึกหัด (Drill and Practice) เป็นลักษณะแบบเรียนโปรแกรมที่สามารถเลือกบทเรียนที่จะเรียนได้ ตามระดับความสามารถของผู้เรียน มีแบบฝึกหัดให้ทำเพื่อทดสอบระดับความรู้ และสามารถทบทวนบทเรียนได้ เมื่อยังไม่เข้าใจหรือมีความรู้ไม่เพียงพอ

2. แบบเจรจา (Dialogue) เป็นลักษณะบทเรียนที่พูดคุยได้โต้ตอบได้ ใช้ในการเรียนด้านภาษา หรือกับนักเรียนระดับอนุบาล หรือระดับประถมศึกษาตอนต้น เป็นต้น

3. แบบจำลองสถานการณ์ (Simulation) ใช้กับการเรียนกับของจริงได้ยาก หรือเสี่ยงอันตราย เช่น จำลองการเรียนการบิน การเดินทางในอวกาศ เป็นต้น

4. แบบเกมส์การสอน (Games) เป็นการเรียนรู้จากเกมส์ที่จัดทำด้วยคอมพิวเตอร์ เช่น เกมส์ต่อภาพ เกมส์ต่อคำศัพท์ เกมส์ทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

5. แบบแก้ปัญหาต่างๆ (Problem Solving) เป็นการเรียนที่ให้คอมพิวเตอร์ส่งข้อมูลมาแล้วให้นักเรียนวิเคราะห์หรือแก้ปัญหา เช่น ในวิชาสถิติ วิชาคณิตศาสตร์

6. การค้นพบสิ่งใหม่ๆ (Investigation) เป็นการจำลองสถานการณ์ขึ้น แล้วให้นักเรียนค้นหาข้อเท็จจริง เช่น การผสมพอลิเมอร์หรือคำศัพท์ โดยคอมพิวเตอร์จะบอกความหมายคำตรงข้าม คำใกล้เคียง เป็นต้น

7. แบบการทดสอบ (Testing) เป็นการทดสอบความรู้และความสามารถของผู้เรียน โดยคอมพิวเตอร์จะจัดข้อสอบให้และทำการประมวลผลให้ทราบในทันที เช่น การทดสอบพื้นฐานความรู้ การทดสอบ I.Q เป็นต้น

**คุณลักษณะโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้สร้างบทเรียน CAI**

โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปที่นำมาใช้สร้างบทเรียน CAI ประยุกต์มาจากโปรแกรมนำเสนอผลงาน (Presentation Software) ซึ่งมีอยู่ 3 ประเภทคือ

1. โปรแกรมนำเสนอด้วยภาพนิ่ง (Slide Presentation Software)
2. โปรแกรมนำเสนอด้วยภาพเคลื่อนไหว (Animation Presentation Software)
3. โปรแกรมสื่อผสม (Multimedia or Interactive Video)

โปรแกรมภาพเคลื่อนไหว และโปรแกรมสื่อผสม เป็นสื่อในการนำเสนอที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด แต่ต้องมีโปรแกรม (Software) และอุปกรณ์ (Hardware) เพิ่มมากขึ้น แต่ก็มีค่าใช้จ่ายสูงขึ้นเช่นเดียวกัน ซึ่งปัจจุบันค่าใช้จ่ายดังกล่าวมีแนวโน้มว่าจะต่ำลง เพราะปัจจุบันนิยมนำสื่อดังกล่าวมาใช้ในการเรียนการสอนกันมากขึ้น

การสร้างบทเรียน CAI ควรมีคุณสมบัติดังนี้

1. สร้างภาพ (Graphic) ได้
2. สร้างอักษร (Text) ได้
3. นำเสนอบทเรียนแบบต่อเนื่องได้
4. ทำแบบทดสอบได้

## ขั้นตอนของการออกแบบบทเรียน CAI

เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำไปเป็นหลักในการออกแบบบทเรียน CAI เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีที่สุด โดยกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้นของ Gagne คือ

1. ได้รับความสนใจ
2. บอกวัตถุประสงค์
3. ทวนความรู้เดิม
4. เสนอเนื้อหาใหม่
5. ชี้แนวทางการเรียนรู้
6. กระตุ้นการตอบสนอง
7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ
8. ทดสอบความรู้
9. การจำและนำไปใช้<sup>5</sup>

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นั้นทำให้เกิดการเรียนรู้ตามกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้นดังกล่าว ซึ่งจะนำไปสู่กระบวนการพัฒนาตนเองของผู้เรียนต่อมา เนื้อหาที่จัดอยู่ในหน่วยเรียนเรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิภัก (Modular system design) 7 หน่วยเรียนของรายวิชา (12-120-325) เทคโนโลยีการก่อสร้าง 5 ซึ่งเป็นวิชาที่กล่าวถึงศึกษาวิธีการออกแบบโครงสร้าง การก่อสร้าง การเขียนแบบอาคารในระบบอุตสาหกรรมการใช้ระบบประสานทางพิภักในการออกแบบและก่อสร้างอาคารศึกษารายต่อระหว่างขั้นส่วนที่ผลิตจากวัสดุต่างๆ ฝึกปฏิบัติการเขียนแบบอาคารที่ใช้ในระบบประสานทางพิภัก ในหน่วยเรียน เรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิภัก (Modular system design) กล่าวถึง เรื่อง วิธีการออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิภัก การวางแผนและการออกแบบ การพิจารณาส่วนประกอบที่แตกต่างกัน ดังนั้น การสอนโดยการใช้สื่อการสอน เช่น เอกสาร แผ่นใส และรูปภาพประกอบการบรรยาย สื่อที่ใช้อาจไม่เพียงพอที่จะสามารถสร้างความเข้าใจในเนื้อหาได้ เพราะการที่ผู้เรียนได้รับการศึกษาและการรับรู้จากสื่อที่เป็นภาพนิ่งไม่มีการตอบสนองนั้น ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถเห็นภาพเชิงหลายมิติของลักษณะและรูปแบบของการออกแบบระบบประสานทางพิภักได้ดี จึงไม่สามารถทำความเข้าใจได้อย่างถ่องแท้และไม่สามารถผ่านจุดประสงค์รายวิชานี้ได้

5 ดร.จุไรจน์ แก้วอุไร, หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามแนวคิดของ กาเย่, วันที่ 10 ตุลาคม 2545, <http://www.thaicai.com/articles.html>

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง ที่จะ เป็นสื่อตัวกลางในการ เชื่อมโยงการถ่ายทอดความรู้จากผู้สอน ไปสู่ผู้เรียน ผู้วิจัยเห็นว่าคุณค่าของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ช่วยสอน มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหาวิชา เรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบประสาน ทางพิกัด (Modular system design) จากเหตุผลต่อไปนี้

ก. คุณค่าจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อการเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ภาพ ที่ชัดเจนมีสีสัน มีการเรียงลำดับเรื่องราว ช่วยให้ผู้เรียนดำเนินการความคิดได้อย่างต่อเนื่อง

ข. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ใช้เวลาในการเรียนที่น้อย ผู้เรียนสามารถที่จะเข้าใจ เนื้อหาวิชาได้มากกว่าการสอนบรรยายปกติ

ค. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถดึงดูดความสนใจ เป็นแรงจูงใจในการเรียน ทำให้ ผู้เรียนตั้งใจมากขึ้น ทั้งยังช่วยสร้างความประทับใจในเนื้อหา ช่วยให้ผู้เรียนจดจำเนื้อหาได้ดีกว่า และนานยิ่งขึ้น

ง. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะช่วยแก้ปัญหา ในกรณีที่ผู้เรียนไม่มาเรียน หรือไม่ พร้อมในการเรียนด้วยเหตุใดๆ ตัวโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถทำหน้าที่แทนผู้สอนใน การสอนเป็นรายบุคคลได้ ช่วยลดปัญหาการตามเนื้อหาไม่ทันของผู้เรียนได้

จ. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถบันทึกลงในสื่อที่เล็กลงด้วยเทคโนโลยีใน ปัจจุบัน ซึ่งง่ายต่อการเก็บรักษา และยังสามารถทำสำเนาได้โดยที่คุณภาพของสื่อยังคงเดิม ทำให้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถเผยแพร่ในวงกว้างได้

ด้วยเหตุผลดังที่กล่าวมาข้างต้น ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า เอกสารงานวิจัยและบทความ บนเว็บไซต์ต่างๆ ทำให้ผู้วิจัยเห็นคุณค่า และความสำคัญของการนำเอาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย สอนมาใช้ในการสอนครั้งนี้ เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนเมื่อใช้บทเรียนคอมพิว- เตอร์ช่วยสอน และเพื่อพัฒนาแนวทางในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ให้มีประสิทธิภาพ มากขึ้นต่อการเรียนการสอน และเพื่อประโยชน์แก่วงการศึกษานในปัจจุบันและอนาคตต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการออกแบบ โดยใช้ระบบประสานทางพิกัด รายวิชา (12-120-325) เทคโนโลยีการก่อสร้าง 5 สำหรับนักศึกษา ระดับปริญญาตรี หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต วิชาเอกเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระหว่าง ก่อนเรียนกับหลัง เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

### 1.3 สมมุติฐานการวิจัย

- 1.3.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80
- 1.3.2 หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเรียนด้วยการบรรยาย
- 1.3.3 สัมฤทธิ์ผลทางการเรียนรู้ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนมีค่าต่างกันอย่างมีนัยทางสถิติ 0.01

### 1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 การวิจัยครั้งนี้ใช้เนื้อหาเรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด ซึ่งเป็นหน่วยในแผนการสอนรายวิชา เทคโนโลยีการก่อสร้าง 5 (TECHNOLOGY CONSTRUCTION 5) รหัส 12-120-325 ตามหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต วิชาเอกเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล

1.4.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 วิชาเอกเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล และนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 วิชาเอกเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ สถานศึกษาละ 40 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดลองเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 20 คน ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย

#### 1.4.3 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยคือ

1. ตัวแปรอิสระ (Independent Variables) ได้แก่ วิธีการสอนโดยที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. ตัวแปรตาม (Dependent Variables) คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา เทคโนโลยีการก่อสร้าง 5 เรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด

### 1.5 ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย

- 1.5.1 การวิจัยครั้งนี้ไม่คำนึงถึงความแตกต่างทางด้านอายุ เพศ เศรษฐกิจ อารมณ์ สังคม รวมทั้งเวลาที่ใช้ในการเรียนการสอน
- 1.5.2 ผู้เรียนจะต้องมีพื้นฐานความรู้ เรื่อง ด้านสถาปัตยกรรม มาก่อนแล้ว

1.5.3 คะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ จะชี้ถึงความสามารถทางการเรียนวิชาเทคโนโลยีการก่อสร้าง 5 (TECHNOLOGY CONSTRUCTION 5) เรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด

1.5.4 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ที่สร้างขึ้นเป็นแบบเพื่อสอน โดยใช้โปรแกรม Macromedia Flash MX, Macromedia Authorware 6.5, 3D MAX5.1, Swift 2.0, Adobe premier 6.0 บนเครื่อง PC Celeron 2 800 Processor /AMD Processor หรือเทียบเคียง ซึ่งทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows 95/98/ME/XP/2000 และ Windows Linux

## 1.6 วิธีดำเนินการวิจัย

เพื่อให้การวิจัยเป็นไปตามวัตถุประสงค์และมีประสิทธิภาพ จึงกำหนดวิธีการดำเนินการวิจัยดังขั้นตอนต่อไปนี้

ตอนที่ 1 การสร้างและหาประสิทธิภาพของสื่อ

1. ศึกษาค้นคว้าข้อมูลในการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้องจากแหล่งต่างๆ

2. ศึกษาวิเคราะห์เนื้อหาวิชา เพื่อความสมบูรณ์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

• วางแผนการผลิตแบบเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยกำหนดขั้นตอน ดังนี้

- กำหนดเนื้อหาและจัดประสบการณ์เป็นหมวดหมู่
- แบ่งเนื้อหารายวิชาออกเป็นหน่วยย่อย
- กำหนดหัวเรื่อง
- กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้และสื่อการสอน
- กำหนดแบบการประเมินผล

• สร้างแบบเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ให้ตรงกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้และจัดทำ

คู่มือการสอน

• นำชุดการสอนไปหาประสิทธิภาพกับกลุ่มตัวอย่างตามขั้นตอน

- ทดลองแบบ 1:1 เพื่อแก้ไขข้อบกพร่อง
- ทดลองแบบกลุ่มเล็ก เพื่อทำการปรับปรุงแบบเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- ทดลองภาคสนามกับกลุ่มตัวอย่าง

## ตอนที่ 2 ทดลองใช้สื่อ

● หาประสิทธิภาพของแบบเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามเกณฑ์มาตรฐานและวิเคราะห์ผล

- หาค่า Pre-test
- บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- หาค่าทาง Post-test
- หาค่าของ T-test

● สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

● นำเสนอผลงานวิจัย

### 1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 เป็นการนำเอาเทคโนโลยีทางการศึกษามาใช้ ในการปรับปรุงระบบวิธีสอน ให้บรรลุตามความมุ่งหมายของแผนการศึกษาแห่งชาติ

1.7.2 ผลของการวิจัย จะเป็นแนวทางในการปรับปรุงวิธีการ การเรียนการสอนทางด้านสถาปัตยกรรม ให้สอดคล้องกับความต้องการและสภาพเศรษฐกิจ สังคม ของประเทศ

1.7.3 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่สร้างขึ้น จะเป็นแนวทางให้ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาได้มองเห็นประโยชน์ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และนำเอาไปใช้เพื่อทำให้การสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.7.4 เป็นการรวบรวมเนื้อหาวิชาไว้เพื่อเป็นประโยชน์ในการศึกษาค้นคว้าความรู้ทางด้านสถาปัตยกรรม ในโอกาสต่อไป

1.7.5 ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัดของรายวิชา เทคโนโลยีการก่อสร้าง 5 (TECHNOLOGY CONSTRUCTION 5) ซึ่งช่วยให้เกิดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ

## 1.8 อภิธานศัพท์

**บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction)** หมายถึง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้นำเนื้อหาเรื่องต่างๆ และลำดับวิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ คอมพิวเตอร์จะช่วยนำบทเรียนที่เตรียมไว้ได้อย่างเป็นระบบ มาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับนักศึกษา โดยรูปแบบการดำเนินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นแบบต่อตรง โดยผู้เรียนสามารถเข้าสู่รายการเลือกได้ตลอดเวลา และสามารถแสดงผลคะแนนการทดสอบได้ สามารถบันทึกชื่อ เลขที่ วันเวลาที่ใช้ในการเรียนได้ และรายงานผลได้ทั้งบนจอคอมพิวเตอร์และ Printers

**ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน** หมายถึง คะแนนของกลุ่มตัวอย่าง จากการทำแบบทดสอบเรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิภัก หลังจากเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และจากการเรียนปกติโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

**ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 80/80** หมายถึง เกณฑ์ที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียน ซึ่ง

80 ตัวแรก หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาทั้งหมด ที่ทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนได้ถูกต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มในแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

80 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาทั้งหมด ที่ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ถูกต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มในแบบฝึกหัดหลังเรียน

**ผู้เรียน** หมายถึง นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 วิชาเอกเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล และ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 วิชาเอกเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ

**แบบทดสอบ** หมายถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับประเมินผลนักเรียนก่อนและหลังเรียน เรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิภัก เป็นแบบปรนัย ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยผ่านการหาคุณภาพของแบบทดสอบแล้ว โดยตัวเลือกจะถูกสุ่มด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

**การจัดการศึกษาตามเอกัตภาพ** ในกระบวนการเรียนการสอนนั้น ผู้เรียนมีศักยภาพแตกต่างกัน ทั้งทางร่างกาย ความรู้ความสามารถ และระดับมันสมอง แม้จะมีการจัดการเรียนการสอนสองทางแล้วก็ตาม ผู้เรียนแต่ละคนจะรับรู้ได้ไม่เท่ากัน ทำให้ผู้เรียนที่เรียนช้าต้องใช้เวลามากในการเรียนรู้ ส่วนผู้เรียนที่เรียนรู้ได้เร็ว ต้องเสียเวลารอผู้ที่เรียนช้า ทำให้เกิดอาการเบื่อหน่ายได้ จึง

ได้มีนักการศึกษาทำการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนให้เป็นเอกภาพตามระดับความสามารถของผู้เรียน เรียกว่า การศึกษาตามเอกัตภาพ

การศึกษาตามเอกัตภาพ มีอยู่ 3 ลักษณะ ได้แก่

1. บทเรียนโปรแกรม (Programmed Instruction) เป็นบทเรียนที่จัดเป็นหน่วยๆ มีกระบวนการเรียนรู้ และวัดผลเบ็ดเสร็จ เมื่อผู้เรียนผ่านเกณฑ์ในหน่วยหนึ่งแล้ว จึงจะผ่านไปเรียนในหน่วยต่อไปได้ บทเรียนโปรแกรมนี้นี้ Skinner เป็นผู้คิดค้นขึ้น

2. บทเรียนโมดูล (Module Instruction) เป็นบทเรียนที่จัดเป็นชุด (Package) ซึ่งประกอบไปด้วย บทเรียน อุปกรณ์ และสื่อ เพื่อประกอบการเรียนรู้ครบวงจร อยู่ในชุดการเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และทดลอง หาประสบการณ์ได้ด้วยตนเอง

3. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI: Computer Assisted Instruction) พัฒนาจากบทเรียนโปรแกรมของ Skinner ตามวิวัฒนาการทางเทคโนโลยี โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวนำเสนอบทเรียนบทเรียนทั้งสามประเภทที่กล่าว



## บทที่ 2

### ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชา 12-120-325 เทคโนโลยีการก่อสร้าง 5 เรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทาง พิกัด ตามหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต วิชาเอกเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคล

ผู้วิจัยได้แบ่งเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องออกเป็นหัวข้อดังนี้

1. การศึกษาด้านนโยบาย
2. การศึกษาหลักสูตร
3. การศึกษาประชากรและกลุ่มเป้าหมาย
4. การศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
5. การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ซึ่งในแต่ละหัวข้อจะประกอบด้วยรายละเอียดต่างๆ จะได้กล่าวถึงตามลำดับหัวข้อ ดังนี้

#### 2.1 การศึกษาด้านนโยบาย

##### 2.1.1 การศึกษาแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 1-9

ในแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 1-3 (พ.ศ. 2504-2519) อุตสาหกรรมภายในเมืองหลวงเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้คุณภาพชีวิตของประชากรในเมืองหลวงด้อยลง เนื่องจากเกิดปัญหาของเมืองอย่างรุนแรง ได้แก่ปัญหาที่อยู่อาศัย ปัญหาการจราจร ปัญหาอาชญากรรม ปัญหาสภาพแวดล้อม และปัญหาทางด้านสุขอนามัย จากนั้นในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 4 (พ.ศ.2520-2524) จึงกำหนดให้มีเมืองหลัก เมืองรองเกิดขึ้นเพื่อกันการอพยพย้ายถิ่นเข้ามาทำงานทำในเมืองหลวง และกระจายความเจริญต่างๆไปยังเมืองรอง ในจนกระทั่งในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจฯฉบับที่ 6 (พ.ศ.2530-2534) ได้เกิดโครงการพัฒนาชายฝั่งตะวันออก(Eastern seaboard) ขึ้น ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความเจริญทางเศรษฐกิจ การท่องเที่ยว ฯลฯ ทางชายฝั่งตะวันออกขึ้นในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 7 (พ.ศ. 2535-2539) เกิดการเปลี่ยนแปลงรัฐบาล จึงทำให้การพัฒนาชายฝั่งตะวันออกได้ชะลอลงและเกิดโครงการพัฒนาชายฝั่งทะเลใน

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 8 - 9 (พ.ศ. 2540-2549) เกิดวิกฤตทางอันดามันขึ้นแทน (Western seaboard) แต่โครงการทั้งสองที่กล่าวมาก็ไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่คาดการณ์ อันเนื่องมาจากสาเหตุทางด้านเศรษฐกิจ และการเปลี่ยนแปลงรัฐบาลจนกระทั่งเศรษฐกิจขึ้นอย่างรุนแรง รัฐบาลจึงหาแนวทางป้องกันและแก้ไขปัญหาทั้งในระยะสั้น และระยะยาว โดยกำหนดนโยบายหลัก คือ พัฒนาทรัพยากรบุคคลากร โดยเฉพาะบุคลากรทางด้านการศึกษา ทั้งนี้เพื่อให้ประชากรเหล่านี้ได้เป็นกำลังในการช่วยเหลือและแก้ไขปัญหาทางเศรษฐกิจของชาติ โดยเริ่มตั้งแต่การพัฒนาเด็กจนกระทั่งถึงการดูแลคนวัยชรา โดยเฉพาะเด็กก่อนวัยเรียนให้มีความพร้อมที่จะเข้า เรียน พัฒนาเด็กวัยเรียนให้มีความรู้และมีคุณภาพเพื่อออกไปรับใช้สังคมอย่างมีคุณภาพ และดูแลเทิดทูนกลุ่มประชากรผู้สูงอายุซึ่งถือว่าเป็นคลังสมองของชาติ ที่มีความรู้ความสามารถทาง ด้านประสบการณ์ และวัฒนธรรม

#### 2.1.2 แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 1 - 8

##### สาระสำคัญ

แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติฉบับที่ 1 (พ.ศ. 2504-2509) มุ่งที่จะส่งเสริมการศึกษาไปสู่ภูมิภาคให้ทั่วถึงและปรับปรุงคุณภาพการศึกษาให้สูงขึ้น

แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2510-2514) มุ่งส่งเสริมการผลิตคนให้สอดคล้องกับความต้องการ

แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2515-2519) มุ่งจะแก้ไขปัญหาการศึกษาระดับกลางและระดับสูง

แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติฉบับที่ 4 (พ.ศ. 2520-2524) จัดการศึกษาทั้งในและนอกระบบโรงเรียนให้สัมพันธ์กัน ขยายการศึกษาพิเศษและการศึกษาสงเคราะห์ให้กว้างขึ้น ปรับปรุงโครงสร้างและการกระจายอำนาจไปสู่ภูมิภาค รวมถึงปรับปรุงหลักสูตร

แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติฉบับที่ 5 (พ.ศ. 2525-2529) ปรับปรุงคุณภาพของการศึกษา เน้นความเสมอภาคของการศึกษา

แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2530-2534) จัดการศึกษาเพื่อพัฒนาประเทศ และจัดการศึกษาเพื่อแก้ปัญหาภาวะเศรษฐกิจ

แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติฉบับที่ 7 (พ.ศ. 2535-2539) ขยายโอกาสทางการศึกษา (9 ปี) และจัดการศึกษาตลอดชีวิต

แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2540-2544) ขยายโอกาสทางการศึกษา (12 ปี) และปฏิรูปการศึกษา

### 2.1.3 แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 9 (พ.ศ. 2545 – 2549)

เป้าหมายหลักของแผนพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษา ฉบับที่ 9 มุ่งปรับเปลี่ยนกระบวนการพัฒนาอุดมศึกษา ไปสู่การพัฒนาในเชิงคุณภาพ มุ่งลดความสูญเปล่าทางการศึกษา เพื่อให้เกิดการขยายตัวในเชิงปริมาณจากทรัพยากรที่มีอยู่ในปัจจุบันเป็นหลัก

(1) มุ่งส่งเสริมสนับสนุนความรับผิดชอบการจัดการศึกษาระดับอุดมศึกษาไปสู่ภาคเอกชน และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นมากยิ่งขึ้น

(2) มุ่งกระจายโอกาสการได้รับการศึกษาระดับอุดมศึกษาให้กว้างขวางทั่วถึง มิใช่เฉพาะกลุ่มผู้สำเร็จการศึกษาชั้นพื้นฐานเท่านั้น แต่ต้องรวมถึงกำลังแรงงานปัจจุบัน ทั้งในและนอกสถานประกอบการ

(3) มุ่งปรับบทบาทและพันธกิจของอุดมศึกษาโดยนำชุมชน ท้องถิ่น และทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องมาร่วมวางรากฐานกรอบแนวคิดในการพัฒนาอุดมศึกษา

(4) มุ่งพัฒนาสถาบันอุดมศึกษาให้มีเอกภาพเชิงนโยบายและมาตรฐานการศึกษา มีความรับผิดชอบต่อสังคมสามารถตรวจสอบได้

(5) มุ่งพัฒนาสถาบันอุดมศึกษาให้มีความหลากหลายในการปฏิบัติ ภารกิจตามนโยบาย ทั้งที่มุ่งพัฒนาไปสู่ความเป็นเลิศทางวิชาการระดับนานาชาติ เพื่อการแข่งขันของประเทศ และสถาบันเพื่อพัฒนาสังคมชุมชนและท้องถิ่น

#### 2.1.4 นโยบายการพัฒนาการศึกษา

เพื่อให้การพัฒนาการศึกษาของประเทศในช่วงปี 2545-2549 เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดให้ จึงกำหนดนโยบายพัฒนาการศึกษาเป็น 5 ด้านดังนี้

1. เร่งขยายและยกระดับความรู้พื้นฐานของประชากรทั้งหมด มุ่งให้ประชาชนเข้าถึงการศึกษาระดับพื้นฐานที่มีคุณภาพอย่างกว้างขวาง โดยเสมอภาคและเท่าเทียมกัน

2. ปฏิรูประบบการเรียนการสอน มุ่งปรับเปลี่ยนกระบวนการเรียนการสอน ให้เอื้ออำนวยต่อการพัฒนาขีดความสามารถของผู้เรียนให้เต็มศักยภาพ ตามจุดประสงค์ของแต่ละระดับและประเภทการศึกษา โดยมีพื้นฐานความรู้ความสามารถทักษะพื้นฐานที่ดีและเข้มแข็งพอที่จะออกไปประกอบอาชีพหรือศึกษาต่อในระดับการศึกษาที่สูงขึ้น มีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ใฝ่การเรียนรู้ มีระเบียบวินัยและมีคุณธรรมในการอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคม

3. ปฏิรูปกระบวนการผลิตและพัฒนาครู มุ่งปรับปรุงและพัฒนาการผลิต การฝึกอบรม และการพัฒนาครูประจำการ ให้ครูมีศักยภาพเพื่อพัฒนาการเรียนรู้อบรมผู้เรียนให้มีคุณภาพสามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมที่เปลี่ยนแปลงได้อย่างเป็นสุข รวมทั้งพัฒนาวิชาชีพครูให้เป็นวิชาชีพ

ชั้นสูงเป็นที่ยอมรับและเป็นที่ยกย่องในสังคม โดยสร้างและปรับปรุงสิ่งแวดล้อมต่างๆ ที่เกื้อหนุนต่อการประกอบวิชาชีพครู

4. เร่งผลิตและพัฒนากำลังคนระดับกลางและสูง มุ่งสร้างศักยภาพของประเทศในการพึ่งพาตนเองและสร้างความก้าวหน้าและมั่นคงของเศรษฐกิจไทยในประชาคมโลกบนฐานแห่งความเป็นไทย

5. ปฏิรูประบบการบริหารและการจัดการศึกษา มุ่งเปลี่ยนแนวความคิดเกี่ยวกับการบริหารและการจัดการของรัฐใหม่ เพื่อให้มีการจัดการศึกษา มีอิสระและเสรีมากขึ้น ปรับเปลี่ยนการตัดสินใจจากกรมในส่วนกลาง เป็นการตัดสินใจในพื้นที่ทุกส่วนของสังคม ตั้งแต่ประชาชน ครอบครัว ชุมชน สถาบันทางสังคมองค์กรพัฒนาเอกชน ธุรกิจเอกชน และองค์กรภาครัฐ มีส่วนรวมและรับผิดชอบการจัดการศึกษาอย่างเต็มศักยภาพ มีรูปแบบการจัดการศึกษาที่หลากหลาย มีการจัดการศึกษาที่มีคุณภาพ และสร้างความเป็นธรรมต่อคนในสังคมมากขึ้น สามารถตอบสนองความต้องการของบุคคล สังคม และประเทศได้อย่างรวดเร็วตามสภาพการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป

#### 2.1.5 แผนงานหลักเพื่อการพัฒนาการศึกษา

เพื่อให้มีแนวทางการจัดการศึกษาในช่วงปี พ.ศ. 2540-2544 ตามนโยบายที่ชัดเจนและเป็นรูปธรรม เห็นสมควรกำหนดแผนงานหลักเพื่อการพัฒนาการศึกษา 9 แผนงาน สำหรับเป็นกรอบในการจัดทำรายละเอียดโครงการและจัดทำค่าของงบประมาณ ดังนี้

แผนงานหลักที่ 1 การยกระดับการศึกษาพื้นฐานของปวงชน

แผนงานหลักที่ 2 การพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอน

แผนงานหลักที่ 3 การพัฒนาการผลิตครูและการฝึกอบรมและพัฒนาครูประจำการ

แผนงานหลักที่ 4 การผลิตและพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และ

ด้านสังคมศาสตร์

แผนงานหลักที่ 5 การวิจัยและพัฒนา

แผนงานหลักที่ 6 การพัฒนาระบบบริหารและการจัดการ

แผนงานหลักที่ 7 การพัฒนาระบบอุดมศึกษา

แผนงานหลักที่ 8 การระดมสรรพกำลังเพื่อจัดการศึกษา

แผนงานหลักที่ 9 การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อจัดการศึกษา

## 2.2 การศึกษาหลักสูตร

### หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต วิชาเอกเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม

(หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2543)

#### วัตถุประสงค์ของหลักสูตร

หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต วิชาเอกเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม เริ่มใช้สอนครั้งแรกตั้งแต่ปีการศึกษา 2543 โดยสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลได้พัฒนาหลักสูตรให้สอดคล้องกับสภาพการศึกษาของชาติและให้ตอบสนองต่อความต้องการคุณภาพในประเทศและหน่วยงานต่างๆ ซึ่งหลักสูตรดังกล่าว ได้รับการรับรองมาตรฐานทางการ จากคณะกรรมการควบคุมการประกอบวิชาชีพสถาปัตยกรรม โดยมีวัตถุประสงค์ของหลักสูตรดังนี้

- 1) เพื่อผลิตสถาปนิกและนักวิชาการปฏิบัติการที่สามารถปฏิบัติงานสถาปัตยกรรมในสภาพปัจจุบันได้
- 2) เพื่อผลิตสถาปนิกที่มีความสามารถพิเศษเชิงปฏิบัติการงานสถาปัตยกรรมและงานด้านอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น การวางแผนและควบคุมงานก่อสร้าง การประมาณราคา ฯลฯ ทั้งนี้โดยมีความรู้พื้นฐานในงานออกแบบ การค้นคว้า และวิจัย
- 3) เพื่อผลิตสถาปนิกให้มีความคิดสร้างสรรค์มีความก้าวหน้าให้ทันต่อวิทยาการเทคโนโลยี สามารถแก้ปัญหาด้วยหลักการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณเพื่อหาข้อสรุปอย่างมีเหตุผล
- 4) เพื่อเสริมสร้างคุณธรรม จริยธรรม มีระเบียบวินัย ตรงต่อเวลา ซื่อสัตย์ สุจริตในจรรยาบรรณวิชาชีพที่มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่และสังคม

#### รายวิชา เอกเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม

##### 1) หมวดวิชาเฉพาะ

##### กลุ่มวิชาชีพพื้นฐาน

12-160-161	เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์	(1-4-2)
12-900-101	ภาพร่าง	(1-3-1)
12-900-102	การจัดองค์ประกอบศิลป์	(1-3-1)
12-900-103	ออกแบบเบื้องต้น	(1-6-2)
12-900-104	เขียนแบบเบื้องต้น	(1-6-2)
12-900-105	เทคนิคการแสดงผลแบบ	(1-3-1)
12-900-206	ประวัติศาสตร์สถาปัตยกรรม 1	(2-0-2)
12-900-207	ประวัติศาสตร์สถาปัตยกรรม 2	(2-0-2)

### กลุ่มวิชาชีพบังคับ

#### 1) ออกแบบสถาปัตยกรรมหลัก

12-110-101	ออกแบบสถาปัตยกรรม 1	(2-6-4)
12-110-202	ออกแบบสถาปัตยกรรม 2	(2-6-4)
12-110-203	ออกแบบสถาปัตยกรรม 3	(2-6-4)
12-110-304	ออกแบบสถาปัตยกรรม 4	(2-6-4)
12-110-305	ออกแบบสถาปัตยกรรม 5	(2-6-4)
12-110-406	ออกแบบสถาปัตยกรรม 6	(2-6-4)
12-110-407	ออกแบบสถาปัตยกรรม 7	(2-6-4)
12-110-508	ออกแบบสถาปัตยกรรม 8	(2-6-4)
12-110-509	โครงการวิทยานิพนธ์	(1-3-2)
12-110-510	วิทยานิพนธ์	(0-20-10)
12-110-311	แนวคิดในการออกแบบ 1	(2-0-3)
12-110-312	แนวคิดในการออกแบบ 2	(2-0-3)
12-180-280	สถาปัตยกรรมไทย 1	(1-3-2)
12-900-208	ภูมิสถาปัตยกรรมขั้นพื้นฐาน	(1-3-1)
12-110-213	ตกแต่งภายใน	(1-3-2)
12-110-414	การวางผังเมือง 1	(1-3-2)
12-110-415	การวางผังโครงการ	(1-3-2)

#### 2) วัสดุและวิธีการก่อสร้าง

12-120-121	เทคโนโลยีการก่อสร้าง 1	(1-6-2)
12-120-222	เทคโนโลยีการก่อสร้าง 2	(1-6-2)
12-120-223	เทคโนโลยีการก่อสร้าง 3	(1-6-2)
12-120-324	เทคโนโลยีการก่อสร้าง 4	(1-6-2)
12-120-325	เทคโนโลยีการก่อสร้าง 5	(1-6-2)
12-120-426	เทคโนโลยีการก่อสร้าง 6	(1-6-2)

#### 3) โครงสร้างอาคาร

12-130-231	กลศาสตร์โครงสร้าง	(2-0-2)
12-130-232	โครงสร้างไม้และเหล็ก	(2-0-2)
12-130-333	โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 1	(2-0-2)

12-130-334	โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 2	(2-0-2)
4)	อุปกรณ์อาคารและสภาวะสิ่งแวดล้อม	
12-140-241	อุปกรณ์ประกอบอาคาร 1	(2-0-2)
12-140-342	อุปกรณ์ประกอบอาคาร 2	(2-0-2)
12-140-243	เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม	(2-0-2)
12-140-344	การควบคุมสภาวะแวดล้อมในอาคาร	(2-3-3)
5)	วิชาปฏิบัติวิชาชีพ	
12-150-451	การประมาณราคา	(2-0-3)
12-150-452	การวิเคราะห์โครงการ	(1-3-1)
12-150-453	การปฏิบัติวิชาชีพ	(2-0-3)
12-150-454	ฝึกงานในสถานประกอบการ	(0-0-210)
12-150-555	สัมมนา	(1-2-2)
6)	คอมพิวเตอร์	
12-160-362	คอมพิวเตอร์เพื่องานออกแบบและเขียนแบบ 1	(2-3-3) <sup>1</sup>

## 2.2.1 หลักสูตรในรายวิชา เทคโนโลยีการก่อสร้าง 5

ศึกษาวิธีการออกแบบโครงสร้าง การก่อสร้าง การเขียนแบบอาคารในระบบอุตสาหกรรม การใช้ระบบประสานทางพิกัดในการออกแบบและก่อสร้างอาคาร ศึกษารายต่อระหว่างชิ้นส่วนที่ผลิตจากวัสดุต่างๆฝึกปฏิบัติการเขียนแบบอาคารที่ใช้ในระบบประสานทางพิกัด

เนื้อหาที่จัดอยู่ในหน่วยเรียน เรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัดเป็นเรื่องที่น่าสนใจเรื่องหนึ่งใน 7 หน่วยเรียนของรายวิชา (12-120-325) เทคโนโลยีการก่อสร้าง 5 ซึ่งกล่าวถึงเรื่อง วิธีการออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด การวางแผนและการออกแบบ การพิจารณาส่วนประกอบที่แตกต่างกัน ดังนั้น การสอนโดยการใช้สื่อการสอนสอน เช่น เอกสาร แผ่นใส และรูปภาพประกอบการบรรยาย สื่อที่ใช้หากไม่เพียงพอที่จะสามารถสร้างความเข้าใจในเนื้อหาได้ การที่ผู้เรียนได้รับการศึกษาและการรับรู้จากสื่อที่เป็นภาพนิ่งไม่มีการตอบสนองนั้น ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถเห็นภาพเชิงหลายมิติของลักษณะและรูปแบบของการออกแบบระบบประสานทางพิกัดได้ดี จึงไม่สามารถทำความเข้าใจได้อย่างถ่องแท้และผ่านจุดประสงค์รายวิชานี้ได้

1 ระเบียบการนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล, หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต วิชาเอกเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม, 2547 (อัดสำเนา)

### 2.2.2 ลักษณะรายวิชาที่ใช้ในการวิจัย

1. รหัสและชื่อวิชา 12-120-325 เทคโนโลยีการก่อสร้าง 5
2. สภาพรายวิชา วิชาเอกเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์  
บัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม
3. ระดับรายวิชา ภาคการศึกษาที่ 2 ชั้นปีที่ 1
4. พื้นฐาน -
5. เวลาศึกษา 36 คาบเรียนตลอด 16 สัปดาห์ ทฤษฎี 1 คาบ ปฏิบัติ 6 คาบต่อ  
สัปดาห์ และนักศึกษาต้องใช้เวลาศึกษาค้นคว้านอกเวลา 2 ชั่วโมง
6. จำนวนหน่วยกิต 3 หน่วยกิต
7. จุดมุ่งหมายรายวิชา
  1. นักศึกษาสามารถเข้าใจในระบบและรายละเอียดของระบบ  
ประสานทางพิกัด
  2. นักศึกษาสามารถเข้าใจในระบบการก่อสร้างและเทคนิค  
พิเศษที่ใช้ในการก่อสร้างได้
  3. นักศึกษาสามารถเข้าใจการออกแบบในระบบประสานทาง  
พิกัดได้
  4. นักศึกษาสามารถเข้าใจในการเขียนแบบในระบบประสาน  
ทางพิกัด ทั้งรูปแบบและรายละเอียดได้
8. คำอธิบายรายวิชา
 

ศึกษาวิธีการออกแบบโครงสร้าง การก่อสร้าง การเขียนแบบอาคารในระบบอุตสาหกรรม  
การใช้ระบบประสานทางพิกัดในการออกแบบและก่อสร้างอาคาร ศึกษาต่อระหว่างชั้นส่วนที่  
ผลิตจากวัสดุต่างๆฝึกปฏิบัติการเขียนแบบอาคารที่ใช้ในระบบประสานทางพิกัด<sup>2</sup>

<sup>2</sup> แผนการสอนรายวิชาเทคโนโลยีอาคาร 5 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ,  
ลักษณะรายวิชา, 2547 (อัดสำเนา)

### 2.2.3 การกำหนดขอบเขตเนื้อหา

การศึกษาเนื้อหาที่จัดอยู่ในรายวิชา เทคโนโลยีการก่อสร้าง 5 เรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด สามารถแบ่งออกเป็นหน่วยย่อยได้ดังนี้

ตารางที่ 2.1 แสดงการแบ่งหน่วยการสอนของเนื้อหาวิชา  
เทคโนโลยีการก่อสร้าง 5<sup>3</sup>

ลำดับที่	หน่วยที่	ชื่อหน่วยการสอน	จำนวนคาบ	
			ทฤษฎี	ปฏิบัติ
1	1	แนะนำรายวิชา, ความหมาย, ความเป็นมาของระบบ ประสานทางพิกัด	1	-
2	2	ขั้นตอนของการออกแบบฯและการค้นคว้ารวบรวม ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เพื่อเตรียมการออกแบบ	1	6
3	3	ระบบโครงสร้างและวิธีก่อสร้าง เทคนิคและวิธีการก่อสร้างพิเศษที่นำมาใช้ในการ ก่อสร้าง	1	6
4	4	ขั้นตอนของกระบวนการก่อสร้างอาคารด้วยระบบ อุตสาหกรรม	1	6
5	5	การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด	1	6
6	6	การออกแบบรอยต่อที่ให้กับอาคารระบบ อุตสาหกรรม	1	6
7	7	ระบบสำเร็จรูปแบบ กล่อง (Box system)	1	6
8	7	ระบบสำเร็จรูปแบบแผ่นรับน้ำหนัก (Panel system, load bearing structure)	1	
9	7	ระบบสำเร็จรูปแบบ เฟรม (Frame system)	1	
		สอบกลางภาค		

3 แผนการสอนรายวิชาเทคโนโลยีอาคาร 5 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาค  
พายัพ, กำหนดการสอน รายวิชา, 2547 (ัดสำเนา)

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) แสดงการแบ่งหน่วยการสอนของเนื้อหาวิชา  
เทคโนโลยีการก่อสร้าง 5

ลำดับที่	หน่วยที่	ชื่อหน่วยการสอน	จำนวนคาบ	
			ทฤษฎี	ปฏิบัติ
11	8	วิทยาการพิเศษภาคสนามบรรยายรายละเอียด โครงการตัวอย่าง	1	6
12	8	สัมมนาการออกแบบของนักศึกษา	1	6
13	8	สัมมนาศึกษาผลงานการออกแบบอาคารระบบ อุตสาหกรรมในประเทศไทย	1	6
14	8	สัมมนาผลการออกแบบของนักศึกษา	1	6
15	8	สัมมนาผลการออกแบบของนักศึกษา	1	6
16		สอบปลายภาค	1	6

เนื้อหาในรายวิชาเรียน (12-120-325) เทคโนโลยีการก่อสร้าง 5 สามารถแบ่งหน่วยการเรียน  
ออกเป็นหน่วยย่อยได้ดังนี้

1. ความหมายและความเป็นมาของระบบประสานทางพิกัด
  - ความหมายของระบบประสานทางพิกัด
  - ความเป็นมาของระบบประสานทางพิกัด
  - ระบบประสานทางพิกัดในต่างประเทศ
  - ระบบประสานทางพิกัดในประเทศไทย
2. ขั้นตอนของการค้นคว้ารวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เพื่อเตรียมการออกแบบ
  - สถานที่ก่อสร้างและสภาพแวดล้อม
  - ประโยชน์ใช้สอย
  - การขนส่ง
3. ระบบโครงสร้างและวิธีก่อสร้าง, เทคนิคและวิธีการก่อสร้างพิเศษที่นำมาใช้ในการ  
ก่อสร้าง
  - ระบบโครงสร้างและวิธีก่อสร้าง
  - เทคนิคและวิธีการก่อสร้างพิเศษที่นำมาใช้ในการก่อสร้าง
  - ระบบ Lift-slab system

- ระบบ Slip-form system

#### 4.การก่อสร้างอาคารด้วยระบบอุตสาหกรรม 5 ระบบ

- Skeleton systems
- Panel frame systems
- Wall Panel systems
- Box systems
- Mixed systems

#### 5.การออกแบบฯในระบบประสานทางพิกัด

- หลักการพื้นฐานของการประสานทางพิกัด
- ระบบตารางพิกัด
- วิธีการออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด
- ข้อแนะนำในการใช้ระบบประสานทางพิกัด

#### 6.การออกแบบรอยต่อที่ใช้กับอาคารระบบอุตสาหกรรม

- รอยต่อที่ใช้กับอาคารระบบอุตสาหกรรม
- การออกแบบรอยต่อที่ใช้กับอาคารระบบอุตสาหกรรม

#### 7.ระบบสำเร็จรูปแบบกล่อง (Box system)

- ลักษณะของโครงสร้าง
- รูปแบบของโครงสร้างแต่ละแบบของระบบสำเร็จรูปแบบ กล่อง

#### 8.ระบบสำเร็จรูปแบบแผ่นรับน้ำหนัก (Panel system, load bearing structure)

- ลักษณะของโครงสร้าง
- รูปแบบของโครงสร้างแต่ละแบบของระบบสำเร็จรูปแบบ แผ่นรับน้ำหนัก

(Panel system, load bearing structure)

#### 9.ระบบสำเร็จรูปแบบเฟรม (Frame system)

- ลักษณะของโครงสร้าง
- รูปแบบของโครงสร้างแต่ละแบบของระบบสำเร็จรูปแบบ เฟรม (Frame

system)<sup>4</sup>

---

4 แผนการสอนรายวิชาเทคโนโลยีอาคาร 5 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ, หน่วยการเรียนรู้วิชา, 2547 (อัดสำเนา)

## 2.3 การศึกษาประชากรและกลุ่มเป้าหมาย

### 2.3.1 การศึกษาประชากรที่ใช้ในงานวิจัย

การศึกษาเรื่องระบบการปกครองและประชากรศึกษา เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดลักษณะด้านต่างๆที่เกี่ยวกับกลุ่มเป้าหมายและประชากร ที่จะนำมาใช้ในการทำการวิจัย โดยที่การศึกษา จะเน้นไปที่ลักษณะพื้นฐาน สภาพความเป็นอยู่และสถิติต่างๆที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีรายละเอียดตามหัวข้อ ดังนี้

ตารางที่ 2.2 แสดงรายชื่อวิทยาเขตต่างๆของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลที่เปิด การเรียน-การสอน ในสาขาวิชาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม ระดับ สถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต รวม 5 แห่ง ดังต่อไปนี้<sup>5</sup>

ลำดับ	สถานศึกษา	หลักสูตร	สาขา
1	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล	ปริญญาตรี	เทคโนโลยีสถาปัตยกรรม
2	วิทยาเขตภาคใต้	ปริญญาตรี	เทคโนโลยีสถาปัตยกรรม
3	วิทยาเขตอุเทนถวาย	ปริญญาตรี	เทคโนโลยีสถาปัตยกรรม
4	วิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	ปริญญาตรี	เทคโนโลยีสถาปัตยกรรม
5	วิทยาเขตภาคพายัพ	ปริญญาตรี	เทคโนโลยีสถาปัตยกรรม

### 2.3.2 กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในงานวิจัย

ประชากร หมายถึง นักศึกษาสถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชา เทคโนโลยีสถาปัตยกรรม สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล และนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 วิชาเอกเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ จำนวน 40 คน โดยแบ่งเป็นสถาบันละ 20 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับสถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชา เทคโนโลยีสถาปัตยกรรม สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล และนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 วิชาเอกเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ จำนวน 40 คน โดยแบ่งเป็นสถาบันละ 20 คน

<sup>5</sup> คู่มือศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ปีการศึกษา 2547

## 2.4 การศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กระบวนการเรียนการสอน คือ การสื่อสารข้อมูลระหว่างผู้สอนและผู้เรียน เมื่อผู้เรียนรับรู้ข้อมูลแล้วแปรผล แสดงว่ามีการเรียนรู้เกิดขึ้น

การสื่อสารในกระบวนการเรียนการสอน มี 2 ลักษณะ ได้แก่

1) การสื่อสารทางเดียว หรือระบบวงจรมเปิด (Open-loop system) คือ การสื่อสารผ่านสื่อต่างๆ ไปยังผู้เรียนทางเดียว ผู้เรียนไม่สามารถสื่อสารไปยังผู้สอนได้ เช่น การอ่านจากเอกสารและตำรา เป็นต้น

2) การสื่อสารสองทาง หรือระบบวงจรมปิด (Closed-loop system) คือ การสื่อสารที่ผู้เรียนและผู้สอนสามารถโต้ตอบกันได้ เช่น การสอนในห้องเรียน การสาธิต เป็นต้น

การสื่อสารแบบสองทางเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ผู้เรียนสามารถแปรผลหรือรับรู้ข่าวสารได้อย่างถูกต้องแม่นยำ และเมื่อไม่เข้าใจก็สามารถซักถามได้

### การจัดการศึกษาตามเอกัตภาพ

ในกระบวนการเรียนการสอนนั้น ผู้เรียนมีศักยภาพแตกต่างกัน ทั้งทางร่างกาย ความรู้ความสามารถ และระดับมันสมอง แม้จะมีการจัดการเรียนการสอนสองทางแล้วก็ตาม ผู้เรียนแต่ละคนจะรับรู้ได้ไม่เท่ากัน ทำให้ผู้เรียนที่เรียนช้าต้องใช้เวลามากในการเรียนรู้ ส่วนผู้เรียนที่เรียนรู้ได้เร็ว ต้องเสียเวลารอผู้เรียนช้า ทำให้เกิดอาการเบื่อหน่ายได้ จึงได้มีนักการศึกษาทำการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนให้เป็นเอกภาพตามระดับความสามารถของผู้เรียน เรียกว่า การศึกษาตามเอกัตภาพ

การศึกษาตามเอกัตภาพ มีอยู่ 3 ลักษณะ ได้แก่

**บทเรียนโปรแกรม (Programmed Instruction)** เป็นบทเรียนที่จัดเป็นหน่วยๆ มีกระบวนการเรียนรู้ และวัดผลเบ็ดเสร็จ เมื่อผู้เรียนผ่านเกณฑ์ในหน่วยหนึ่งแล้ว จึงจะผ่านไปเรียนในหน่วยต่อไปได้ บทเรียนโปรแกรมนี้ สกินเนอร์ เป็นผู้คิดค้นขึ้น

**บทเรียนโมดูล่า (Module Instruction)** เป็นบทเรียนที่จัดเป็นชุด (Package) ซึ่งประกอบไปด้วย บทเรียน อุปกรณ์ และสื่อ เพื่อประกอบการเรียนรู้ครบวงจร อยู่ในชุดการเรียน ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และทดลอง หาประสบการณ์ได้ด้วยตนเอง

**บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI: Computer Assisted Instruction)** พัฒนาจากบทเรียนโปรแกรมของ สกินเนอร์ ตามวิวัฒนาการทางเทคโนโลยี โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวนำเสนอบทเรียน

บทเรียนทั้งสามประเภทที่กล่าวมานั้น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีประสิทธิภาพมากที่สุด ประกอบกับเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ได้มีการพัฒนาความสามารถเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในขณะที่ราคาลดต่ำลงตามลำดับในอนาคตคาดว่าจะมีบทบาทมาก ในการจัดกระบวนการเรียนการสอน

### ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นบทเรียนที่ประยุกต์มาจากโปรแกรมของ สกินเนอร์ โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์นำเสนอบทเรียน ซึ่งมีลักษณะเป็นโมเดล 2 แบบ คือ

1.แบบเชิงเส้น (Linear programming) เป็นบทเรียนที่ต้องเรียนทีละหน่วย ตามลำดับ จะข้ามไม่ได้

2.แบบสาขา (Branching programming) เป็นบทเรียนที่โยงระหว่างหน่วยถึงกันได้ตามความต้องการ ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนหน่วยต่างๆ ที่จัดไว้ตามระดับความสามารถของตนเองได้

#### 2.4.1 การศึกษาการใช้ระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในกิจกรรมการเรียนการสอน

##### 1. การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยสอนในภาคทฤษฎี

การเรียนการสอนสมควรให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ในการได้เห็น ได้ยิน ดังนั้นคอมพิวเตอร์ช่วยในการสอนวิชาด้านสถาปัตยกรรม ควรมีส่วนประกอบที่สามารถแสดงภาพนิ่ง เสียง หรือภาพยนตร์ได้จึงทำให้การช่วยสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

##### 2. การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในกิจกรรมการศึกษา

การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในกิจกรรมการศึกษานี้ นอกจากจะเกี่ยวกับการเรียนการสอนแล้ว ยังต้องเกี่ยวข้องกับการบริหารทางการศึกษาอีกด้วย การที่คอมพิวเตอร์มีคุณสมบัติในการประมวลข้อมูลได้เป็นจำนวนมาก คอมพิวเตอร์จึงสามารถนำมาใช้ได้ผล กับการสอนวิชาทางด้านสถาปัตยกรรมทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติ รวมทั้งยังเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการจัดระเบียบ และคิดคำนวณข้อมูลทางการบริหารอีกด้วย

#### 2.4.2 ข้อได้เปรียบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระบบการเรียนการสอน

เนื่องจากข้อได้เปรียบของตำราเรียนเมื่อเทียบกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer assisted instruction lesson) นั้นมีอยู่บ้าง ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ไม่ยากนัก เนื่องจากเป็นเรื่องที่ทุกท่านทราบกันดีอยู่แล้ว ดังนั้นในส่วนที่จะกล่าวต่อไปนี้จึงเน้นเฉพาะข้อได้เปรียบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในด้านต่าง ๆ เมื่อเทียบกับตำราเรียนเท่านั้น

**ด้านสีสันทัน** การพัฒนาทางด้านสีสันทันให้มี ความสวยงาม จึงเริ่มกันอย่างจริงจัง ตัว Monitor colors ถูกพัฒนาให้มีความละเอียดสูงพอกับจอภาพ ( Monitor ) ขาว – ดำ หรือที่เรียกกันว่า จอ Monochrome ตัวฮาร์ดแวร์ (Hardware) หรือแผงวงจร (Card) ที่ใช้ควบคุมการให้สีบนจอภาพก็ได้รับการพัฒนาขึ้นเรื่อย ๆ จนปัจจุบันนี้สามารถแสดงสีได้นับร้อย ๆ สี การใช้สี ในบทเรียน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้หลายลักษณะจะเป็นสีของพื้นหลัง (Background) พื้นหน้า (Foreground) และสีของกรอบนอกจากนั้นในเรื่องของการสลับสี การเปลี่ยนสีจะเป็นสีของตัวอักษรหรือกราฟิกก็สามารถทำได้บทเรียนที่มีสีสันย้อมดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้ดีกว่าสีขาวดำ

**ด้านกราฟิก** ด้วยการพัฒนาทางด้าน ฮาร์ดแวร์ (Hardware) และซอฟต์แวร์ (software) ทำให้ผู้เขียนโปรแกรมสามารถที่จะสร้างภาพประกอบบทเรียนได้ไม่ยากนัก ซึ่งนอกจากผู้เขียนโปรแกรมจะสร้างไว้ให้แล้ว

การสร้างตำราเรียนในปัจจุบันได้พัฒนาขึ้นมากการใช้ภาพ หรือกราฟิกประกอบคำอธิบาย เนื้อหามีอยู่เกือบทุกเล่ม หากเปรียบเทียบกับกรสร้างภาพ และกราฟิกในไมโครคอมพิวเตอร์ ข้อได้เปรียบนั้นไม่แตกต่างกันอย่างชัดเจน แต่ถ้ามองในแง่ของการที่ผู้เรียนสามารถสร้างภาพได้เอง และที่สำคัญที่สุดคือ การทำให้ภาพเคลื่อนไหวแล้ว ไมโครคอมพิวเตอร์ได้เปรียบในข้อนี้มาก เรียนจากตำราซึ่งมีภาพ และคำอธิบายทีละขั้นตอนมีภาพหลาย ๆ ภาพและคำอธิบายยาวติดกันหลาย ๆ บรรทัด กับบทเรียนคอมพิวเตอร์ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความเคลื่อนไหวของการผสมสารเคมีจากหลอดแก้วหนึ่งไปยังอีกหลอดแก้วหนึ่ง สีของสารเคมีที่เปลี่ยนไป รวมทั้งขั้นตอนของคำอธิบายซึ่งปรากฏจอภาพเป็นช่วง ๆ ตามการทดลอง จะเห็นได้ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยให้ผู้เรียนเห็นความเคลื่อนไหวอย่างต่อเนื่อง และยิ่งซับซ้อนเท่าไรคอมพิวเตอร์ก็ได้เปรียบมากกว่านั้น

**ด้านการศึกษารายบุคคล** นักการศึกษาส่วนมากเชื่อและเห็นค่าของการศึกษารายบุคคล ซึ่งหากผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้ตามความสามารถและความสนใจของตนเองแล้ว การเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพสูงสุด ความเชื่อในแง่ nàyยังเป็นเพียงความเชื่อเท่านั้น เพราะในสภาพการเรียนจริงทั้งนักการศึกษาและผู้ที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการสอนคือครู ไม่สามารถที่จะกระทำตามความเชื่อของตนเองได้

**ด้านกิจกรรมร่วม** เป็นที่ยอมรับในวงของนักศึกษา การเรียนรู้ที่คืนั้นผู้เรียนควรจะได้มีโอกาสร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน บทเรียนคอมพิวเตอร์มีข้อได้เปรียบในด้านนี้ไม่มีข้อสงสัย เพราะตามลักษณะของบทเรียนนั้นจะเป็นการพูดคุยระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ ผู้เรียนจะมีโอกาสเลือก ตัดสินใจ หรือแสดงความคิดเห็นของตนเองได้ด้วยการ INPUT ข้อมูลทางแป้นพิมพ์ หรือทางอุปกรณ์ช่วยอย่างอื่น ๆ ซึ่งในตำราเรียนนั้นทำไม่ได้ดีเท่า

**ด้านความรู้สึก** ด้วยอิทธิพลจากการที่ได้ยินได้ฟัง หรือได้เห็นจากสิ่งพิมพ์ วิद्यุ โทรทัศน์ ภาพยนตร์บันเทิง และสารคดีต่าง ๆ เกี่ยวกับมนุษย์คอมพิวเตอร์หรือความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับคอมพิวเตอร์ ทำให้คนส่วนมากเกิดความรู้สึกกลัว ๆ ว่าคอมพิวเตอร์คือมนุษย์คนหนึ่งที่อยู่ในรูปแบบเครื่องมือหรือหุ่นยนต์

**ด้านการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedbacks)** ในลักษณะของการเรียนการสอนในชั้นเรียนปกติ การให้ข้อมูลย้อนกลับถือว่าเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะนอกจากจะบอกให้ผู้เรียนได้ทราบว่าสิ่งที่ตนเองทำหรือตอบไปนั้นถูกหรือผิดอย่างไรแล้ว การให้ข้อมูลย้อนกลับยังเป็นตัวช่วยตัวเสริมแรงอีกทางหนึ่งด้วย ในด้านกราฟิกหรือภาพก็เช่นกัน ข้อมูลย้อนกลับอาจถูกสร้างให้เป็นภาพ เช่น ภาพใบหน้าที่ยิ้มเมื่อตอบถูก ใบหน้าบึ้งเมื่อตอบผิด หรือใช้เป็นสัญลักษณ์อื่น ๆ ที่สื่อให้ผู้เรียนเข้าใจได้ นอกจากนี้แล้วยังใช้เทคนิคอื่น ๆ เช่น ต่อภาพที่ละส่วนเมื่อตอบถูกจนกระทั่งต่อภาพให้สมบูรณ์ เมื่อตอบถูกครบเกณฑ์ที่กำหนดไว้ หรือการกำหนดเป้าหมายที่จะต้องไปให้ถึงโดยการตอบคำถามให้ถูกต้อง เช่น การตั้งเป้าหมายว่าต้องไปให้ถึงหลุมทรัพย์ เป็นต้น

**ด้านกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น** ในการวิจัยถึงสาเหตุที่ทำให้ทำไม เด็กจึงชอบเล่นเกมคอมพิวเตอร์ และเกมคอมพิวเตอร์ชนิดใดที่เด็กชอบเล่นมากที่สุดพบว่าความอยากรู้อยากเห็นเป็นสิ่งจูงใจสำคัญ ประการหนึ่งที่ทำให้เกิดความชอบและความสนใจ เป็นหนังสือแบบเรียนเมื่อผู้เรียนอยากจะรู้ว่าหน้าต่อไป บทต่อไป จะเป็นเรื่องอะไร จะจบลงอย่างไร หรือจะมีภาพอะไร เด็กสามารถที่จะเปิดดูได้ แต่หากเป็นคอมพิวเตอร์เด็กไม่สามารถ จะเดาได้และการที่ไม่สามารถรู้ว่าจะเฟรมต่อไปจะเป็นอะไร จะมีเนื้อหาอย่างไร ภาพอย่างไร มีเสียง มีสี หรือไม่เหล่านี้เองจะช่วยให้ผู้เรียนตั้งใจศึกษาในเนื้อหาและสิ่งที่จะปรากฏขึ้นในจอภาพ

### 2.4.3 ประโยชน์ของการใช้คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลเพื่อการศึกษา

ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา มีดังนี้

1. ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเองตามความซ้ำเร็วของตัวผู้เรียน ทำให้สามารถควบคุมอัตราการเร่งได้ด้วยตนเอง
2. การตอบสนองที่รวดเร็วของคอมพิวเตอร์ทำให้ผู้เรียนได้รับการเสริมแรงที่รวดเร็วด้วย
3. อาจจัดทำโปรแกรมให้มีบรรยากาศที่น่าชื่นชม ซึ่งเหมาะสำหรับผู้เรียนที่เรียนช้าได้ สามารถเอาเสียงดนตรี สี ล้น กราฟิก ภาพเคลื่อนไหว ซึ่งทำให้ดูเหมือนของจริงและน่าเข้าใจ ในการทำการฝึกปฏิบัติ หรือสถานการณ์จำลองได้เป็นอย่างดี

4. ความสามารถในการเก็บข้อมูลของคอมพิวเตอร์ ทำให้การเรียนรู้แบบเอกัตบุคคลเป็นไปได้โดยง่ายตาย ซึ่งครูผู้สอนสามารถออกแบบให้เรียนได้โดยลำพัง
5. ผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ เพราะคอมพิวเตอร์จะบันทึกการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละบุคคลได้
6. ความแปลกใหม่ของคอมพิวเตอร์จะเพิ่มความสนใจ ความตั้งใจของผู้เรียนมากขึ้น
7. คอมพิวเตอร์ให้การสอนที่เชื่อถือได้แก่ผู้เรียนที่ไม่เกี่ยวกับผู้สอนแต่อย่างไร
8. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะช่วยให้การเรียนรู้มีทั้งประสิทธิภาพและประสิทธิผล มีประสิทธิภาพในแง่ที่ลดเวลา และลดค่าใช้จ่าย และประสิทธิผลในแง่ที่ผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมาย

#### 2.4.4 ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์เป็นสื่อการสอนที่เป็นเทคโนโลยีระดับสูง เมื่อมีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะทำให้การเรียนการสอนมีปฏิสัมพันธ์กันได้ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ เช่นเดียวกับการเรียนการสอนระหว่างครูกับนักเรียนตามห้องเรียนปกติ คอมพิวเตอร์ยังมีความสามารถในการตอบสนองต่อข้อมูลที่ผู้เรียนป้อนเข้าไปได้ทันที ซึ่งเป็นการช่วยเสริมแรงแก่ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรูปแบบต่าง ๆ ในแต่ละบทเรียนจะมีตัวอักษร ภาพกราฟิก ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว รวมทั้งเสียง การใช้โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถจำแนกรูปแบบต่าง ๆ 7 ประเภท ดังนี้

1. การสอน (Tutorial Instruction) บทเรียนในแบบการสอนจะเป็นโปรแกรมการสอนที่เสนอเนื้อหาความรู้เป็นเนื้อหาย่อย ๆ แก่ผู้เรียนในรูปแบบของข้อความ ภาพ เสียง หรือทุกรูปแบบรวมกัน แล้วให้ผู้เรียนตอบคำถาม เมื่อผู้เรียนให้คำตอบนั้นจะได้รับการวิเคราะห์เพื่อให้ข้อมูลย้อนกลับทันที แต่ถ้าผู้เรียนตอบคำถามนั้นซ้ำและยังผิดอีกจะมีการให้เนื้อหา เพื่อทบทวนใหม่จนกว่าผู้เรียนจะตอบถูก แล้วจึงให้ตัดสินใจว่ายังคงเรียนในเนื้อหาบทนั้นอีกหรือจะเรียนในบทใหม่ต่อไป บทเรียนการสอนนี้นับว่าเป็นบทเรียนขั้นพื้นฐานของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เสนอบทเรียนในรูปแบบของบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา โดยสามารถใช้สอนได้ในแทบทุกสาขาวิชานับตั้งแต่ด้านมนุษยศาสตร์ไปจนถึงวิทยาศาสตร์ และเป็นบทเรียนที่เหมาะสมในการเสนอเนื้อหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง เพื่อการเรียนรู้ด้านกฎเกณฑ์ หรือทางด้านวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ

2. การฝึกหัด (Drills and practice) บทเรียนในการฝึกหัดเป็น โปรแกรมที่ไม่มีการเสนอเนื้อหาความรู้แก่ผู้เรียนก่อน แต่จะมีการให้คำถาม หรือแก้ปัญหาที่ซ้ำแล้วซ้ำเล่า เพื่อให้ผู้เรียนตอบแล้วมีการให้คำตอบที่ถูกต้อง เพื่อการตรวจสอบยืนยันหรือแก้ไข และพร้อมทั้ง

การให้คำถามหรือปัญหาต่อไปอีก จนกว่าผู้เรียนจะสามารถตอบคำถาม หรือแก้ปัญหา นั้นจนถึงระดับน่าพอใจ ดังนั้น ในการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการฝึกหัดนี้ ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความคิดรวบยอด และมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องราวและกฎเกณฑ์เกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ เป็นอย่างดีมาก่อนแล้วจึงสามารถตอบคำถามหรือแก้ไขปัญหาได้ โปรแกรมบทเรียนการฝึกหัดนี้ จะสามารถใช้ได้ในหลายสาขาวิชาทั้งทางด้านคณิตศาสตร์ ภูมิศาสตร์ ประวัติศาสตร์ วิทยาศาสตร์ การเรียนคำศัพท์ และการแปลภาษา เป็นต้น

3. สถานการณ์จำลอง ( Simulation ) การสร้างโปรแกรมบทเรียนที่เป็นสถานการณ์จำลองเพื่อใช้ในการเรียนการสอนซึ่งจำลองความเป็นจริงโดยตัดรายละเอียดต่าง ๆ หรือนำกิจกรรมที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงให้ผู้เรียนได้มาศึกษานั้น เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พบเห็นภาพจำลองของเหตุการณ์เพื่อการฝึกทักษะ และการเรียนรู้ได้ โดยไม่ต้องเสี่ยงภัยหรือค่าใช้จ่ายมากนัก รูปแบบของ โปรแกรมบทเรียนสถานการณ์จำลองอาจประกอบไปด้วยการเสนอความรู้ข้อมูลการแนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับทักษะ การฝึกปฏิบัติเพื่อเพิ่มพูนความชำนาญและความคล่องตัว และการให้เข้าถึงซึ่งการเรียนรู้ต่าง ๆ ในบทเรียนจะประกอบไปด้วยสิ่งทั้งหมดเหล่านี้หรือมีเพียงอย่างหนึ่งอย่างใดก็ได้ ในโปรแกรมบทเรียนสถานการณ์จำลองจะมีโปรแกรมบทเรียนย่อยแทรกอยู่ด้วย ได้แก่ โปรแกรมการสาธิต(Demonstration ) โปรแกรมนี้ไม่ใช่เป็นการสอนเหมือนโปรแกรมการสอนแบบธรรมดา ซึ่งเป็นการเสนอเนื้อหาความรู้แล้วจึงให้ผู้เรียนทำกิจกรรม แต่โปรแกรมการสาธิตเป็นเพียงการแสดงให้ผู้เรียนได้ชมเท่านั้น เช่น ในการเสนอสถานการณ์จำลองของระบบสุริยะจักรวาลว่ามีดาวนพเคราะห์ห้อยระย้าที่โคจรรอบดวงอาทิตย์ ในโปรแกรมนี้ อาจมีการสาธิตแสดงการหมุนรอบตัวเองของดาวนพเคราะห์เหล่านั้นและการหมุนรอบดวงอาทิตย์ให้ชมด้วยดังนี้ เป็นต้น

4. เกมส์เพื่อการสอน ( Instructional Games ) การใช้เกมเพื่อการเรียนการสอนกำลังเป็นที่นิยมใช้กันมาก เนื่องจากเป็นสิ่งที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้ได้โดยง่าย เราสามารถใช้เกมในการสอนและเป็นสื่อที่จะให้ความรู้แก่ผู้เรียนได้เช่นกันในเรื่องของกฎเกณฑ์ แบบแผนของระบบ กระบวนการทัศนคติ ตลอดจนทักษะต่าง ๆ นอกจากนี้การใช้เกมยังช่วยเพิ่มบรรยากาศในการเรียนรู้ให้ดีขึ้น และช่วยมิให้ผู้เรียนเกิดอาการเหม่อลอย หรือฝันกลางวันซึ่งเป็นอุปสรรคในการเรียน เนื่องจากมีการแข่งขันกันจึงทำให้ผู้เรียนต้องตื่นตัวอยู่เสมอ รูปแบบโปรแกรมบทเรียนของเกมเพื่อการสอนคล้ายคลึงกับบทเรียนสถานการณ์จำลอง แต่แตกต่างโดยการเพิ่มบทบาทของผู้แข่งขันเข้าไปด้วย

5. การค้นพบ (Discovery) การค้นพบเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากประสบการณ์ของตนเองให้มากที่สุด โดยการเสนอปัญหาให้ผู้เรียนแก้ไขด้วยการลองผิดลองถูกหรือโดยวิธีการจัดระบบเข้ามาช่วย โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะให้ข้อมูลแก่ผู้เรียนเพื่อช่วยในการค้นพบนั้นจนกว่าจะได้ข้อมูลที่ดีที่สุด

6. การแก้ปัญหา (Problem – solving) เป็นการให้ผู้เรียนฝึกคิด การตัดสินใจ โดยมีการกำหนดเกณฑ์นั้น โปรแกรมเพื่อการแก้ปัญหาแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ โปรแกรมที่ให้ผู้เรียนเขียนเอง และโปรแกรมที่มีผู้เขียนไว้แล้วเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาถ้าเป็นโปรแกรมที่ผู้เรียนเขียนเอง ผู้เรียนจะเป็นผู้กำหนดปัญหา และเขียนโปรแกรม สำหรับการแก้ปัญหานั้นโดยที่คอมพิวเตอร์จะช่วยในการคิดคำนวณ และหาคำตอบที่ถูกต้องในกรณีนี้คอมพิวเตอร์ จึงเป็นเครื่องช่วย เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุถึงทักษะ ของการแก้ปัญหาโดยการคำนวณข้อมูล และจัดการสิ่งที่ยุ่งยากซับซ้อนให้ แต่ถ้าเป็นการแก้ปัญหาโดยใช้โปรแกรมที่ผู้เขียนไว้แล้ว คอมพิวเตอร์จะทำการคำนวณ ในขณะที่ผู้เรียนเป็นผู้จัดการกับปัญหาเหล่านั้นเอง

7. การทดสอบ (Tests) การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการทดสอบ มิใช่เป็นการใช้เพียงเพื่อปรับปรุงคุณภาพของแบบทดสอบเพื่อวัดความรู้ของผู้เรียนเท่านั้นแต่ยังช่วยให้ผู้สอนมีความรู้สึกที่เป็นอิสระจากการผูกมัดทางด้านกฎเกณฑ์ต่าง ๆ เกี่ยวกับการทดสอบได้อีกด้วย เนื่องจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะสามารถเปลี่ยนแปลงการทดสอบจากแบบแผนเก่า ๆ ของปรนัยหรือคำถามจากบทเรียน มาเป็นการทดสอบแบบมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างคอมพิวเตอร์กับผู้เรียนหรือผู้ที่ได้รับการทดสอบซึ่งเป็นที่น่าสนุกและน่าสนใจกว่า พร้อมกันนั้นก็อาจเป็นการสะท้อนถึงความสามารถของผู้เรียนที่จะนำความรู้ต่าง ๆ มาใช้ในการตอบอีกด้วย

#### ข้อดีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคุณลักษณะเฉพาะตัวที่เด่น ๆ หลายประการ การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีข้อดีดังนี้

1. ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างอิสระ ก้าวหน้าไปตามอัตราการเรียนรู้ของตน ผู้เรียนที่มีอัตราการเรียนรู้เร็วก็ไม่ต้องรอคนอื่นด้วยความเบื่อหน่าย รำคาญ ส่วนผู้เรียนที่มีอัตราการเรียนรู้ช้าก็ไม่ประสบปัญหาตามบทเรียนไม่ทัน ไม่วิตกต่อความรู้สึกของคนอื่น ๆ จึงมีความสบายใจในการเรียน
2. ผู้เรียนสามารถเลือกเวลาเรียนได้ตามที่ตนต้องการ ไม่จำเป็นต้องกำหนดเวลาตายตัว

3. ในบทเรียนที่สร้างขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้เรียนจะสามารถเลือกบทเรียนที่มีความเหมาะสมกับความต้องการและหรือสอดคล้องกับระดับความสามารถของตน คอมพิวเตอร์จะจดจำคำตอบของผู้เรียนให้คะแนนคำตอบ แล้วจัดให้ได้เรียนบทเรียนที่เหมาะสมกับผู้เรียนคนนั้น

4. ผู้เรียนได้รับข้อมูลสะท้อนกลับ (Feedback) ทันทีเป็นความเข้าใจและการเรียนรู้

5. สามารถใช้เทคนิคที่ดึงดูดความสนใจได้หลาย ๆ เทคนิคอย่างมีประสิทธิภาพไม่ว่าจะใช้เทคนิคเดียวกัน เช่น การแสดงด้วยเส้นกราฟ ดนตรี การใช้สี การใช้ภาพเคลื่อนไหว การใช้เสียง และการพูดตอบโต้กับผู้เรียน เป็นต้น

6. สามารถทำกิจกรรมที่ซับซ้อน จำลองสถานการณ์ ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกทดลองกับข้อมูลหลายชนิด หลายแบบ แก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้ คำนวณได้อย่างแม่นยำ จึงช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างกว้างขวาง

7. เหมาะสำหรับการสอนทักษะที่เป็นงานเสี่ยงอันตรายในระยะต้น ๆ ของการฝึกทักษะนั้น เช่น การควบคุมการจราจร การขับเครื่องบิน เป็นต้น

8. เหมาะที่สุดสำหรับการเรียนรู้ที่ต้องการสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิตจริง เช่น สภาวะไร้น้ำหนัก ความเฉื่อย เหตุการณ์ในประวัติศาสตร์ ซึ่งสามารถใช้การจำลองสถานการณ์คอมพิวเตอร์เสนอบทเรียนโดยปราศจากอารมณ์ ไม่มีความเหน็ดเหนื่อย ไม่แสดง อាកารเบื่อหน่าย

#### ปัญหาในการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

มีนักศึกษาบางท่านแสดงความคิดเห็นว่า การเรียนจากคอมพิวเตอร์จะทำให้เกิดปัญหาหลายประการ เช่น ปัญหาการติดต่อสื่อสารกับคนอื่น ๆ การใช้คอมพิวเตอร์สอนเกี่ยวกับจริยธรรม จะไม่ได้ผลเป็นต้น อย่างไรก็ตามการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นเป็นวิธีหนึ่งของการสอนซึ่งไม่ได้นำมาใช้แทนครูทั้งหมด เช่นเดียวกับถึงแม้ว่าจะมีตำราเรียนที่ดีเยี่ยม แต่ก็ยังจำเป็นต้องใช้ครูสอนอยู่ในปัจจุบัน

#### สื่อและเทคโนโลยีการสอน

สื่อการสอนหมายถึง สิ่งที่ช่วยในการเรียนรู้ ซึ่งครูและนักเรียนเป็นผู้ช่วยในการเรียนรู้ สื่อการสอนรู้จักกันในชื่อของไฮเทคทัศนวัสดุ ซึ่งเป็นการเรียกในลักษณะของสิ่งของ หรือเครื่องมือสำหรับสอน ปัจจุบัน สื่อการสอนมิได้จำกัดอยู่แต่เพียงเฉพาะในเรื่องของเครื่องมือ เช่น กระดานดำ เครื่องเทปบันทึกเสียงตลอดจนโทรทัศน์และคอมพิวเตอร์เท่านั้น

### คุณลักษณะของผู้สร้างบทเรียน

เพื่อให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพดีเยี่ยม จึงควรเกิดจากความร่วมมือกันระหว่างบุคลากร 3 ฝ่าย คือผู้เชี่ยวชาญวิชา นักออกแบบการสอน และนักเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ผู้เชี่ยวชาญวิชาจะมีบทบาทสำคัญเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหาวิชาและความรู้เกี่ยวกับคุณลักษณะของผู้เรียน นักออกแบบการสอน จะมีบทบาทสำคัญเกี่ยวกับการวางแผนการสอนอย่างมีระบบและการให้หลักการเรียนรู้ในระหว่างที่มีกระบวนการสอน ส่วนนักเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะอธิบายถึงสมรรถภาพของคอมพิวเตอร์ว่าจะทำอะไรได้บ้าง รวมทั้งเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ตามผู้เชี่ยวชาญวิชาและนักออกแบบการสอนได้วางแผนเอาไว้ กรณีที่จะทำการสร้างบทเรียนโดยบุคคลคนเดียวไม่ได้ทำเป็นกลุ่มคณะ ผู้สร้างบทเรียนจะต้องดำเนินบทบาททั้งสามด้านดังกล่าวนี้ จึงจะช่วยให้สามารถสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพในการสอนได้

#### 2.4.5 การศึกษาโปรแกรมที่ใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คุณลักษณะโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้สร้างบทเรียน CAI

โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปที่นำมาใช้สร้างบทเรียน CAI ประยุกต์มาจากโปรแกรมนำเสนอผลงาน (Presentation software) ซึ่งมีอยู่ 3 ประเภทคือ

1. โปรแกรมนำเสนอด้วยภาพนิ่ง (Slide presentation software)
2. โปรแกรมนำเสนอด้วยภาพเคลื่อนไหว (Animation presentation software)
3. โปรแกรมสื่อผสม (Multimedia or interactive video)

โปรแกรมภาพเคลื่อนไหว และโปรแกรมสื่อผสม เป็นสื่อในการนำเสนอที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด แต่ต้องมีโปรแกรม (Software) และอุปกรณ์ (Hardware) เพิ่มมากขึ้น แต่ก็มีค่าใช้จ่ายสูงขึ้นเช่นเดียวกัน

การศึกษาโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นประกอบด้วยโปรแกรมหลายโปรแกรมด้วยกัน คือ

1. โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างภาพ 3 มิติ มีรายละเอียดดังนี้คือ

โปรแกรม 3D STUDIO MAX 4.2 , 5 , 5.1

ความสามารถของโปรแกรม 3D Studio MAX ใช้ในการสร้างภาพกราฟิกทั้งในรูปแบบภาพนิ่งและภาพ ANIMATION ให้กับวัตถุต่างๆ มีลักษณะเป็น 3 มิติคือ มีทั้งความกว้าง ความยาวและความลึกส่งผลให้ภาพที่ออกมาสมจริงสมจัง และบางครั้งเหนือความเป็นจริง เช่น ภาพบรรยากาศใต้น้ำ บรรยากาศในอวกาศ เป็นต้น ตลอดจนสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับโปรแกรมอื่นได้

### โปรแกรม MAYA 4.0

MAYA เป็นโปรแกรม คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการสร้างรูปทรง 3 มิติ (MODEL) ที่มีความสมบูรณ์ อีกทั้งโปรแกรมยังมีชุดคำสั่งมากมาย สามารถใช้งานได้สะดวก แต่ข้อเสียก็มีคือ ต้องทำงานกับระบบปฏิบัติการ (OPERATION SYSTEM) WINDOWS 2000 เท่านั้น

### โปรแกรม LIGHT WAVE 6.5-7.0

LIGHT WAVE เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการสร้าง 3มิติ (MODEL) ที่มีความสามารถสูงโปรแกรมหนึ่งเนื่องจากมีคำสั่งที่ปรับแต่งรูปในระดับ POLYGON จึงทำให้รูปทรง 3 มิติ ที่ได้ มีความสวยงามสมจริงมาก แต่ตัวโปรแกรมเองย่อมมีข้อด้อย นั่นคือต้องทำงานบนระบบปฏิบัติการ (OPERATION SYSTEM) WINDOWS 2000 เท่านั้น อีกทั้งในขั้นตอนการทำงานก็ค่อนข้างยุ่งยาก

### โปรแกรม ULEAD cool 3d

Ulead cool 3d เป็นโปรแกรมเฉพาะด้านที่ต้องการสร้าง text 3d และสามารถแปลงเป็นไฟล์ .gif ได้ด้วย e ไฟล์ gif คือ file movie clip ที่มีการเคลื่อนไหวของภาพและมีขนาดไม่ใหญ่มาก

## 2. โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างภาพ 2 มิติ มีรายละเอียดดังนี้คือ

### โปรแกรม ADOBE PHOTOSHOP CS

PHOTOSHOP เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างภาพตกแต่งภาพ 2 มิติ สามารถสร้างภาพได้ทั้งแบบ VECTOR และ RASTOR สามารถ EXPORT ไฟล์ ได้หลายรูปแบบเช่น JPEG GIP PSD เป็นต้น ตัวโปรแกรมเองมีการสร้างชุดข้อมูลสำเร็จรูป จึงทำให้ใช้งานได้ง่าย มีลูกเล่น (EFFECT) เพื่อใช้ในการตกแต่งภาพมากมาย

### โปรแกรม COREL DRAW 9 -10 -11

COREL DRAW โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างและตกแต่งภาพ 2 มิติ อีกทั้งยังมีลูกเล่นในการสร้าง TEXT EFFECT ในลักษณะต่าง ๆ มากมาย การปรับแต่งและใช้งานค่อนข้างง่ายมีการสามารถในการแปลงไฟล์เช่นเดียวกับโปรแกรม PHOTOSHOP ตัวโปรแกรมเองโดนโปรแกรมมาสำหรับสร้างงานด้วย TEXT DUCOMMENT ดังนั้นข้อเด่นคือการจัด ARTWORK มากกว่าตกแต่งภาพ

### โปรแกรม ACDSEE 3.2 – 6.0

ACDSEE เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการ PREVIEW ภาพต่างๆ ในลักษณะของ SLIDE แต่ในตัวโปรแกรมเอง และก็มี PLUGINS ที่ใช้ในการตกแต่งภาพ IMPORT และ EXPORT ภาพได้หลายแบบ ถึงตัว PLUGINS เอง จะแต่งภาพได้น้อยแต่ก็มีประโยชน์ ในการตกแต่งภาพที่ไม่ต้องการลูกเล่น [EFFECT] สะดวกต่อการใช้งานรวดเร็วและสวยงาม

### โปรแกรม IDEA WORKS 3D VECTA [3D] STANDALONE

VECTA STANDALONE เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการแปลงไฟล์ ภาพ 3DS (ไฟล์ที่เป็นโมเดล 3 มิติ) ให้เป็นภาพ 2 มิติ ที่สวยงามและสมบูรณ์ ตัวโปรแกรมเองสามารถภาพ 2 มิติแบบปกติและสามารถ สร้างเป็นแบบ ANIMATION ได้อีกด้วย (AVI, SWF)

### 3. โปรแกรมที่ใช้ในสร้างภาพเคลื่อนไหว มีรายละเอียดดังนี้คือ

#### โปรแกรม MACROMEDIA FLASH 5, MX, FLASH MX 2004

ความสามารถของโปรแกรม Macromedia FLASH เป็นโปรแกรมที่สามารถสร้างเว็บได้เป็นอย่างดี อีกทั้งความสามารถของโปรแกรมที่สามารถสร้างงานแบบเป็นเว็บ Multimedia ที่สมบูรณ์แบบ กำหนดงานแบบภาพเคลื่อนไหว อีกทั้งมีความคล่องตัวในการสร้างเว็บอิสระไม่สลับซับซ้อนจนเกินไป

#### โปรแกรม SWISH V.2.0, SWISH MAX

SWISH คือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่ใช้ในการสร้างงาน PRESENTATION ANIMATION ที่ใช้งานสะดวกลูกเล่นมีมากมาย ส่วนใหญ่จะใช้กับ TEXT FILE และสำหรับทำ TEXT ANIMATION มาก สามารถ IMPORT EXPORT หลายรูปแบบ

#### โปรแกรม MACROMEDIA DIRECTOR 7-8

ความสามารถของโปรแกรม Macromedia Director โปรแกรมทำงานในเชิงกราฟิก ประกอบด้วยรูปภาพกราฟิก เสียงและการเขียนสคริปต์สำเร็จรูป โปรแกรม Macromedia Director เป็นซอฟต์แวร์สำหรับสร้าง Interactive Media สำหรับงานด้าน Presentation, CD – ROM และ Internet โดยการนำภาพเสียง และวีดีโอเข้ามารวมกัน แล้วการกำหนดทำงานของสื่อต่างๆ ที่นำเข้ามา (Behavior) เพื่อให้สามารถตอบโต้กับผู้ใช้ได้ (Interactive)

#### โปรแกรม MACROMEDIA AUTHORWARE 6.5

ความสามารถของโปรแกรม Authorware by Example เป็นโปรแกรมนำเสนอชิ้นงานที่น่าสนใจคล้ายกับ Power Point แต่ต่างกันว่าโปรแกรมนี้ สามารถโต้ตอบกับผู้ใช้ได้ดี เช่น การนำเสนอในผลงานต่างๆ บทเรียนสำเร็จรูป บทเรียนการ์ตูน เกมต่างๆ สร้างแบบทดสอบได้และเหมาะกับการนำเสนอผลงานหลายๆประเภท

## โปรแกรม ULEAD VIDEO EDITOR

ULEAD VIDEO EDITOR เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างภาพเคลื่อนไหว ที่มีประสิทธิภาพ สามารถตัดต่อไฟล์ ได้หลายรูปแบบ เป็นต้น ข้อเด่นคือรูปแบบและลักษณะการใช้งานที่ง่ายและสะดวก

## 4. โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างเสียงประกอบ มีรายละเอียดดังนี้คือ

### โปรแกรม VCD CUTTER

VCD CUTTER เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการตัดเสียง โดยหลักแล้วโปรแกรมใช้เพื่อตัดต่อ ซึ่งเป็นการตัดต่อเสียงหรือนำเสียงมาต่อกัน หรือ ตัดต่อภาพและเสียง และมีตัวช่วยสำหรับแปลงให้เป็นไฟล์เสียงต่าง ๆ ได้ด้วยซึ่งใช้ง่ายสะดวกและรวดเร็ว

### โปรแกรม WINDOWS RECORDER

WINDOW RECORDER เป็นโปรแกรมสำหรับสร้างเสียงจากภายนอกเช่นการพูดบรรยาย ซึ่งจะต้องพูดผ่านไมโครโฟน เครื่องบันทึกเสียง จุดเด่นคือสามารถใช้งานง่ายสะดวก แต่ก็มีข้อด้อยคือคุณภาพของเสียงไม่ค่อยชัดเจน

### โปรแกรม ULEAD SOUND EDITOR

ULEAD SOUND EDITOR เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการแปลงไฟล์เสียง ตัดต่อเพิ่มเติม ใส่ เสียงต่างๆ จุดเด่นคือ มีลูกเล่นค่อนข้างมาก จุดด้อยคือการใช้งานค่อนข้างสลับซับซ้อนมาก

### โปรแกรม MP3 TO WAVE CONVERTOR

MP3 TO WAVE CONVERTOR คือโปรแกรมที่ใช้สำหรับ แปลงไฟล์ MP ไปเป็นไฟล์ซึ่งจะทำให้เสียงของเรามีขนาดไฟล์ที่เล็กลง เมื่อเอาไปใช้งานและคุณภาพก็ไม่ได้ด้อยลงไปเลย จุดเด่นคือการใช้งานที่ค่อนข้างง่าย

### โปรแกรม GOLDWAVE

GOLDWAVE คือโปรแกรมที่ใช้สำหรับสร้างเสียง บันทึกเสียง และปรับแต่งเสียง ซึ่งลักษณะ ไฟล์เสียงที่ได้จะเป็นไฟล์ MP 3 และ ไฟล์ WAVE ซึ่งทำให้เสียงของเรามีขนาดไฟล์ที่เล็ก จากคุณสมบัติของตัวโปรแกรมเอง กรณีที่ต้องการคุณสมบัติต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นเรื่องความคมชัด ของเสียง ระยะเวลาในการแสดงเสียงผู้ใช้งานสามารถกำหนดและศึกษาได้ด้วยตัวเองซึ่งคงจะเป็นการยากเกินไป เพื่อให้ได้เสียงที่มีคุณภาพที่ดีต่อไป

#### 2.4.6 การเลือกโปรแกรมที่จะนำมาใช้ในการทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

โปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้ประยุกต์สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น มีหลายบริษัทสร้างขึ้น และมีการพัฒนาอยู่เสมอจึงคุณสมบัติคล้ายคลึงกันแต่จะต่างกันเฉพาะรูปแบบเช่น Macromedia Authorware, Macromedia Flash, PC – Storyboard เป็นต้น ซึ่งในการพิจารณาเลือกโปรแกรมที่จะนำมาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นควรคำนึงถึงหลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้

1. ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไปได้
2. สร้างภาพได้ง่าย
3. สร้างตัวอักษรภาษาไทย – อังกฤษได้
4. นำเสนอบทเรียนต่อเนื่องด้วยเทคนิคต่างๆได้
5. จับภาพจากโปรแกรมอื่นได้
6. นำโปรแกรมอื่นมาต่อรวมได้
7. สร้างแบบทดสอบและวัดผลได้ในตัวของโปรแกรมเอง

จากการวิเคราะห์และทดสอบใช้โปรแกรม โปรแกรมที่น่าจะนำมาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยได้เลือกใช้โปรแกรม Macromedia Authorware ซึ่งเป็นคุณสมบัติครบถ้วน ง่ายต่อการพัฒนาและสามารถสร้างแบบทดสอบ ประมวลผลสอบได้ในโปรแกรมเอง อีกทั้งยังสามารถต่อรวมใช้กับโปรแกรมอื่นได้

#### 2.5 การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

สมบัติ น้อยประเสริฐ ได้ทำการวิจัยเชิงทดลองเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมประกอบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การใช้ซอฟต์แวร์ Auto cad ช่วยในการเขียนแบบ ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ป.ว.ส.) ปราบกฏว่า บทเรียนโปรแกรมมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (96.96/84.55) สูงกว่าเกณฑ์ 80/80

ไพรัชมพล บุญช่วย ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีการเสนอบทเรียน 3 มิติ ต่างกัน 2 แบบ ทำการทดลองกับนักศึกษา 2536 จำนวน 70 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ด้วยวิธีการเลือกตัวอย่างแบบมีระบบ systematic sampling ผลการวิจัยปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบภาพ ชื่นงาน 3 มิติ แบบหมุนสูงกว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบภาพชื่นงาน 3 มิติ แบบคงที่ ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.1

สืบศักดิ์ พันธุ์ไพโรจน์ ได้ทำการวิจัยเชิงทดลอง ที่มุ่งเน้นศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยีทางการศึกษา โดยนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสอนวิชา การออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยทำการทดลองกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ปีที่ 5 แผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือจำนวน 38 คน ผลการทดลองการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของชุดทดลองเท่ากับ 85.46/89.22 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80

ธรรมบุญ นิลวรรณ ได้ทำการวิจัยโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ความแตกต่างทางการเรียนของนักเรียนที่มีบุคลิกภาพต่าง โดยใช้บทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาการเขียนภาพฉาย เรื่องการเขียนภาพไอโซเมตริกที่มีส่วนโค้งวงกลมประกอบกลุ่มทดลองใช้ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 วิชาออกแบบ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตภาคพายัพ (เจ็ดยอด) เชียงใหม่ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2537 ซึ่งไม่เคยเรียนเนื้อหาขึ้นมา ก่อน 90 คน แบ่งกลุ่มทดลองเป็น 3 กลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบบุคลิกภาพ m.p.i.<sup>2</sup> เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ผลการวิจัยของกลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่มปรากฏผลดังนี้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ของกลุ่มบุคลิกภาพแบบแสดงตัว (กลุ่มทดลองที่ 1) สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ที่มีบุคลิกภาพแบบปกติ (กลุ่มทดลองที่ 2 ) และสูงกว่ากลุ่มผู้เรียนที่มีบุคลิกภาพแบบเก็บตัว (กลุ่มทดลองที่ 3) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 หรือไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้วยบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ของกลุ่มบุคลิกภาพปกติ (กลุ่มทดลองที่ 2) แตกต่างจากกลุ่มบุคลิกภาพเก็บตัว (กลุ่มทดลองที่ 3) อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 หรือไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and development) วัตถุประสงค์เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชา 12-120-325 เทคโนโลยีการก่อสร้าง 5 เรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิภด ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยมีขั้นตอนดังนี้ คือ

1. การวิเคราะห์ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.1 การวิเคราะห์ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร ประชากรในการดำเนินการวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิภด ในครั้งนี้ประกอบด้วย

1. นักศึกษาระดับสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต ชั้นปีที่ 1 วิชาเอกเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ซึ่งลงทะเบียนเรียน รายวิชาเทคโนโลยีการก่อสร้าง 5 ในภาคเรียนที่ 2 ของปีการศึกษา 2547 จำนวน 20 คน

2. นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 วิชาเอกเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ ซึ่งลงทะเบียนเรียน รายวิชาเทคโนโลยีการก่อสร้าง 5 ในภาคเรียนที่ 2 ของปีการศึกษา 2547 จำนวน 20 คน

#### 3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล และนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 วิชาเอกเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ จำนวน 40 คน โดยแบ่งเป็นสถาบันละ 20 คน โดยกลุ่มตัวอย่างได้มาจากวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling)

โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่าง ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) นี้ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ การใช้ตารางเลขสุ่ม (Table of random number)

ซึ่งมีวิธีการดำเนินการสุ่มดังนี้

1. กำหนดหมายเลขให้สมาชิกทุกตัวของประชากร
2. เปิดตารางเลขสุ่ม แล้วเลือกสุ่มตัวเลข จากตารางสมมติ
3. อ่านตัวเลขที่สุ่มจากซ้ายไปขวา จนกว่าจะได้จำนวนตัวอย่างครบตามจำนวนที่กำหนดไว้

กำหนดไว้

### 3.2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

- 3.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 3.2.2 แบบทดสอบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 3.2.3 แบบประเมินคุณภาพบทเรียนสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ

#### 3.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเทคโนโลยีการก่อสร้าง 5 เรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างบทเรียน ตามลำดับดังนี้

1. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการ และวิธีการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ศึกษาจาก วารสาร ตำรา ผลงานที่เกี่ยวข้อง และคู่มือการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปต่างๆ ภายใต้ระบบปฏิบัติการ Window 98, ME, 2000, XP, Linux เพื่อใช้เป็นสื่อนำเสนอเนื้อหาทฤษฎีวิชาวิชาเทคโนโลยีการก่อสร้าง 5 เรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด โดยใช้เวลาประมาณ 50 นาที

2. ศึกษาเนื้อหา ศึกษาจากในหลักสูตร หลักการ จุดมุ่งหมาย แนวดำเนินการ จุดประสงค์ของกลุ่มวิชาชีพ และคำอธิบายรายวิชา ในรายวิชาวิชาเทคโนโลยีการก่อสร้าง 5 เรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 วิชาเอกเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ซึ่งเป็นวิชาบังคับ และกำหนดให้นักศึกษาได้ศึกษา

เนื้อหาที่จัดใน วิชาเทคโนโลยีการก่อสร้าง 5 เรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด ทั้งนี้จากการศึกษาเนื้อหาได้สัมพันธ์กับการเรียน ตามหลักสูตร เรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด ซึ่งตัวผู้ทำการวิจัยเองเล็งเห็นว่า การสอนที่ให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ที่ดี ผู้เรียนควรเห็นกระบวนการที่เกิดขึ้นจริงๆ จะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

ปัญหา คือ เนื้อหาที่เป็นการบรรยายและรูปภาพหนึ่งประกอบเพียงอย่างเดียว ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ ดังนั้น การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด จึงมีความเหมาะสมเนื่องการเป็นการจำลองให้ผู้เรียนเห็นลักษณะการลักษณะการออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด อีกประการหนึ่ง คือ การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการประหยัดเวลาในกระบวนการเรียนการสอนของทั้งผู้เรียน และผู้สอนด้วย

การวิเคราะห์ผู้เรียน ผู้เรียนเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 วิชาเอกเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

การวิเคราะห์เนื้อหาแยกเป็นส่วนย่อย จากการวิเคราะห์เนื้อหาวิชาวิชาเทคโนโลยีการก่อสร้าง 5 เรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการกำหนดเนื้อหาแยกเป็นหัวข้อในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

- หลักการพื้นฐานของการประสานทางพิกัด
- ระบบตารางพิกัด
- วิธีการออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด
- ข้อเสนอแนะในการใช้ระบบประสานทางพิกัด

3. กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม จากการประมวลการสอน ความคาดหวังให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้และทักษะต่างๆ หลังจากเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว ดังนี้

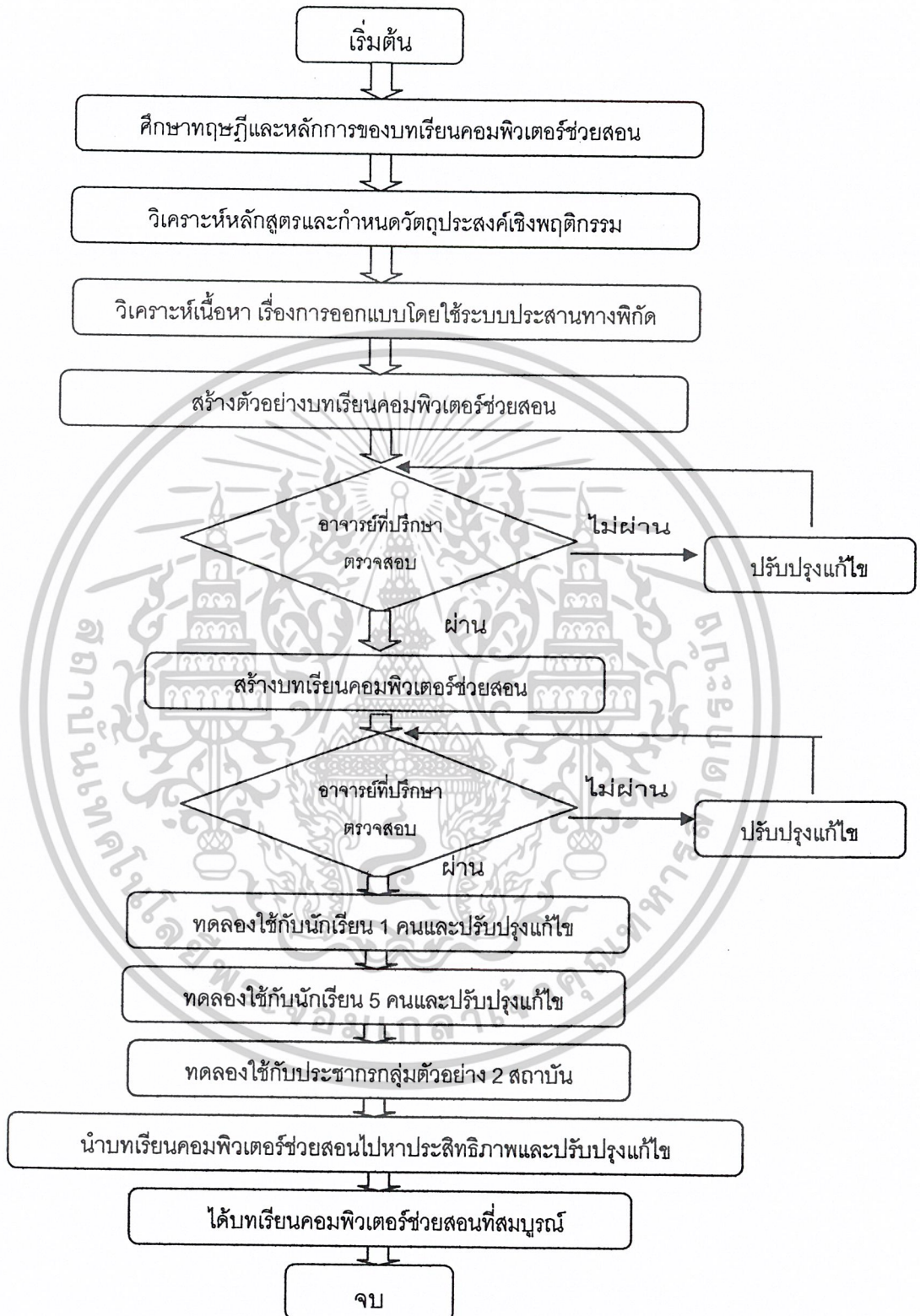
#### จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. นักศึกษา สามารถอธิบายถึงหลักการพื้นฐานของการประสานทางพิกัดได้
2. นักศึกษา สามารถอธิบายถึงระบบตารางพิกัดได้
3. นักศึกษา สามารถอธิบายถึงวิธีการออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัดได้
4. นักศึกษา สามารถอธิบายถึงหลักการที่ควรรู้ในการใช้ระบบประสานทางพิกัด

4. นำเนื้อหา มาเขียน STORY BOARD เพื่อกำหนดแนวทางการดำเนินเรื่องของเนื้อหาที่ผู้วิจัยได้กำหนดขึ้น จะนำเสนอโดยแบ่งเนื้อหา รายละเอียด ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ เรียงลำดับตามเนื้อหาหัวข้อ กำหนดภาพ และการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยสร้างเป็นแผนผังว่าจะให้บทเรียนมีการทำงานแบบใด แล้วนำ STORY BOARD ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโท ปรึกษาตรวจสอบพิจารณาความถูกต้อง ความเหมาะสม เพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องให้ถูกต้อง

## 5. วิธีการสร้างบทเรียน

1. ออกแบบในการนำเสนอ ผู้วิจัยได้เลือกการนำเสนอแบบสาขา (Branching Programming) เป็นบทเรียนที่โยงระหว่างหน่วยถึงกันได้ตามความต้องการ ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนหน่วยต่างๆ ที่จัดไว้ตามระดับความสามารถของตนเองได้
2. สร้างแผนภูมิการนำเสนอ (FLOW PRESENTATION CHART) เพื่อแสดงรูปแบบและลำดับขั้นการนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนำเสนอเนื้อหาที่ได้กำหนดรูปแบบไว้แล้วมาเขียนกรอบเนื้อหา ที่ละกรอบโดยเขียนเป็นบทสคริปไว้ก่อน
3. นำเนื้อหาบทสคริปที่กำหนดไว้ให้ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา ตรวจสอบความถูกต้อง ก่อนที่จะทำการสร้างจริง
4. จัดหาเสียงประกอบ ภาพนิ่ง และโปรแกรมที่สนับสนุนการสร้างบทเรียน
5. สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด โดยอาศัยโปรแกรม MICROMEDIA AUTHORWARE 6.5 เป็นเครื่องมือในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
6. จัดทำเอกสารคู่มือสำหรับการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับผู้เรียน และผู้ควบคุมระบบคอมพิวเตอร์
7. นำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่ออาจารย์ผู้ควบคุมปริญญา นิพนธ์ และผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง เพื่อหาข้อบกพร่อง และแก้ไขจนสมบูรณ์
8. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สมบูรณ์แล้วไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง



แผนภูมิที่ 3.1 แสดงลำดับขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

### 3.2.2 แบบทดสอบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังนี้

1. ศึกษาวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และวิธีสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
2. วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหาบทเรียน แล้วสร้างตารางวิเคราะห์เพื่อสร้างแบบทดสอบ ให้มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและพฤติกรรม
3. ในการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ได้พิจารณาความสำคัญของเนื้อหาในแต่ละเรื่อง เพื่อสร้างข้อสอบให้มีความครอบคลุมทุกวัตถุประสงค์ โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาเป็นผู้ประเมิน และแก้ไข ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.1 แสดงการวัดระดับความรู้ความสามารถของผู้เรียน จากการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

วัตถุประสงค์	พฤติกรรมที่จะวัด				จำนวนข้อ	น้ำหนักร้อยละ
	รู้-จำ	เข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์		
1. นักศึกษา สามารถอธิบายถึงหลักการพื้นฐานของการประสานทางพิกัดได้	3	2	0	0	5	25
2. นักศึกษา สามารถอธิบายถึงระบบตารางพิกัดได้	2	2	0	1	5	25
3. นักศึกษา สามารถอธิบายถึงวิธีการออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัดได้	1	1	2	1	5	25
4. นักศึกษา สามารถอธิบายถึงหลักการที่ควรรู้ในการใช้ระบบประสานทางพิกัด	1	1	1	2	5	25
รวม	7	6	3	4	10	100

จากตารางการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อนำไปสู่การสร้างจำนวนข้อสอบ ในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ให้ครอบคลุมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม สามารถสรุปเป็นจำนวนข้อสอบ ตามลักษณะการวัดผลดังต่อไปนี้

1) วัดความรู้ความจำ	จำนวน	7	ข้อ
2) วัดความเข้าใจ	จำนวน	6	ข้อ
3) การนำไปใช้	จำนวน	3	ข้อ
4) การวิเคราะห์	จำนวน	4	ข้อ
<b>รวมทั้งหมด</b>	<b>จำนวน</b>	<b>20</b>	<b>ข้อ</b>

จากจำนวนข้อสอบทั้งหมด 20 ข้อ สามารถแบ่งข้อทดสอบตามเนื้อหาบทเรียน ได้ดังนี้

-หลักการพื้นฐานของการประสานทางพิักัด	5	ข้อ
- ระบบตารางพิักัด	5	ข้อ
- วิธีการออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิักัด	5	ข้อ
- ข้อแนะนำในการใช้ระบบประสานทางพิักัด	5	ข้อ
<b>รวม</b>	<b>20</b>	<b>ข้อ</b>

4. สร้างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกโดยให้ครอบคลุมเนื้อหา และ สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียน จำนวน 20 ข้อ

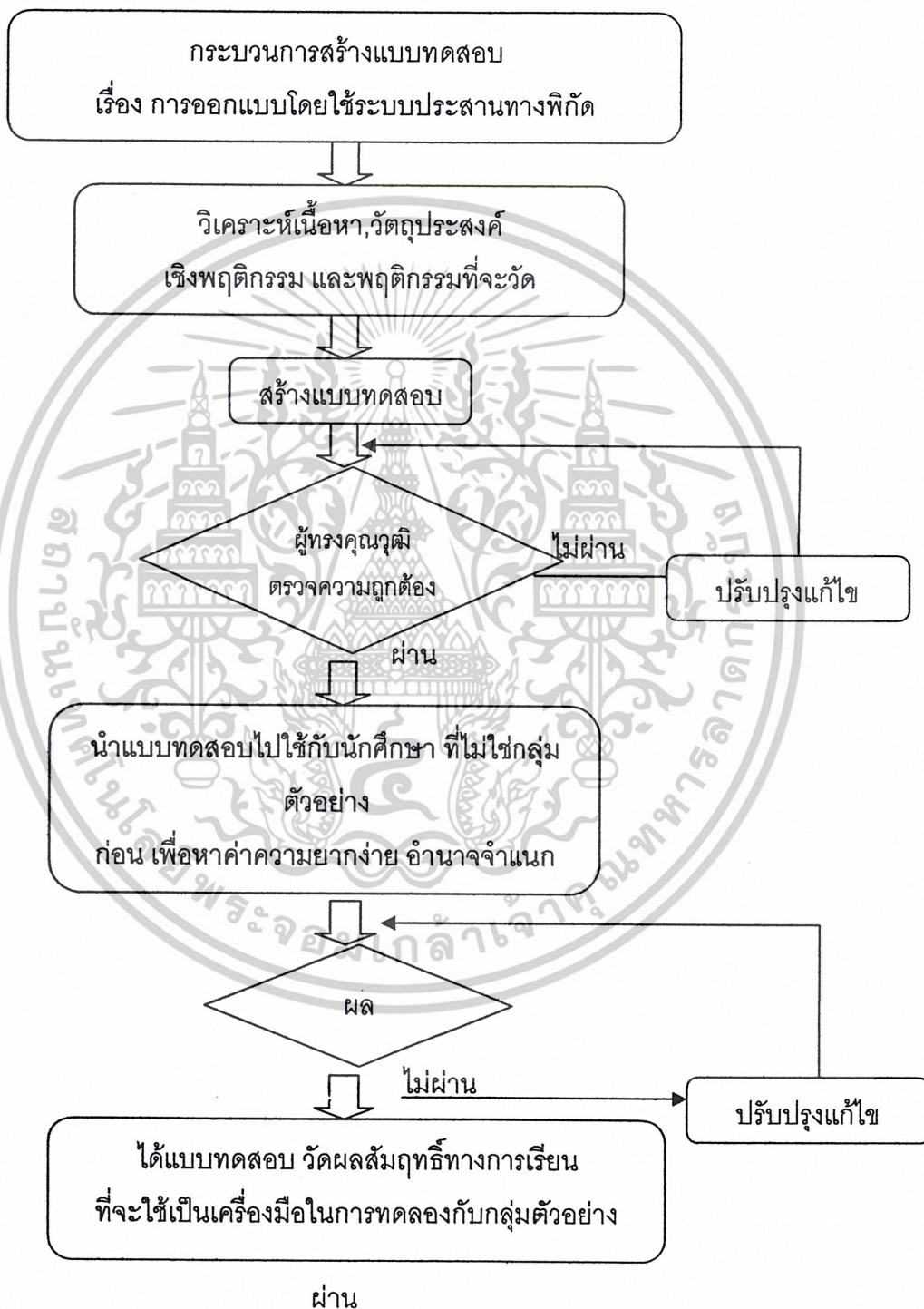
5. นำแบบทดสอบไปหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน พิจารณาความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียน โดยกำหนดคะแนนความ สอดคล้อง คือ ข้อที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ให้คะแนนเท่ากับ +1 ถ้าไม่สอดคล้องกับ วัตถุประสงค์ให้คะแนนเท่ากับ -1 และถ้าไม่แน่ใจจะให้คะแนนเท่ากับ 0 นำผลที่ได้ไปคำนวณหา ค่าความสอดคล้อง (IOC)

6. ผลการวิเคราะห์หาค่าความสอดคล้องของข้อสอบ ถ้าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง +0.8 ถึง +1 หมายความว่าข้อสอบทั้ง 20 ข้อ มีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

7. นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองกับนักศึกษา นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 วิชาเอกเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคล ที่ลงทะเบียนเรียน วิชา เทคโนโลยีการก่อสร้าง 5 และการตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิด ข้อที่ไม่ตอบ หรือข้อที่ตอบมากกว่าหนึ่งตัวเลือกในข้อ เดียวกัน ให้ 0 คะแนน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

8. นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (ค่า p) ค่าอำนาจจำแนก (ค่า r) ได้ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนกที่เป็นบวกไม่น้อยกว่า 0.20 และคัดเลือกข้อสอบไว้ใช้เป็นแบบทดสอบจำนวน 20 ข้อ นำไปหาค่าความเชื่อมั่นของ

แบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR – 20 ของ KUDER – RICHARDSON ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ เท่ากับ 8.40



แผนภูมิที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### 3.2.3 แบบประเมินคุณภาพบทเรียนสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินสื่อการสอน โดยได้แบ่งแบบประเมินออกเป็น 3 แบบ คือ แบบประเมินด้านเนื้อหา แบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ และแบบประเมินด้านแบบทดสอบโดยการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่านดังนี้

#### 1) ด้านเนื้อหา

อาจารย์ กาญจนา ศรีวิชัย ตำแหน่งอาจารย์ แผนกวิชาช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ

#### 2) ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

ผศ. อรรถพร ฤทธิเกิด ตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาครุศาสตร์-  
อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร-  
ลาดกระบัง

#### 3) ด้านแบบทดสอบ

ผศ.ดร. เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม ตำแหน่งรองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์-  
อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

การประเมินปฏิบัติตามขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดหัวข้อที่จะประเมิน แล้วออกแบบการประเมินสื่อ ทั้งด้านเนื้อหา และเทคนิคการผลิตสื่อ ได้แบ่งเรื่องที่จะประเมินออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

- 1 ด้านเนื้อหา และการนำเสนอ
- 2 ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
- 3 ด้านเวลา

การประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยได้นำบทเรียนด้านเนื้อหาที่สมบูรณ์เรียบร้อยแล้ว ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน เพื่อประเมินด้านเนื้อหา ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ และด้านเวลาเพื่อพัฒนาความเหมาะสมด้านคุณภาพ โดยเกณฑ์การยอมรับคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบ่งระดับความคิดเห็นออกเป็น 5 ระดับ และเกณฑ์การจัดระดับค่าเฉลี่ย 5 ระดับ มีดังนี้

## ระดับความคิดเห็น 5 ระดับ

ระดับ	5	=	คุณภาพดีมาก
ระดับ	4	=	คุณภาพดี
ระดับ	3	=	คุณภาพปานกลาง
ระดับ	2	=	คุณภาพพอใช้
ระดับ	1	=	คุณภาพควรปรับปรุง

## เกณฑ์การตีความหมายของการแสดงความคิดเห็น จัดระดับค่าเฉลี่ย 5 ระดับ

คะแนนเฉลี่ย	4.55 – 5.00	หมายถึง	มีคุณภาพดีมาก
คะแนนเฉลี่ย	3.55 – 4.54	หมายถึง	มีคุณภาพดี
คะแนนเฉลี่ย	2.55 – 3.54	หมายถึง	มีคุณภาพปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย	1.50 – 2.49	หมายถึง	มีคุณภาพพอใช้
คะแนนเฉลี่ย	1.00 – 1.49	หมายถึง	มีคุณภาพควรปรับปรุง

## 3.2.4 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิภัก นำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ ประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา ด้านเทคนิคการผลิตสื่อและด้านแบบทดสอบ จำนวน 3 ท่าน ทำการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อเปรียบเทียบเป็นคะแนนแบบอิงเกณฑ์ ได้ผลของเกณฑ์เป็นการแสดงความคิดเห็น สรุปได้ผลตามที่แสดงในตารางที่ 3.2 ตารางที่ 3.3 และตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.2 แสดงผลการประเมินระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับคุณภาพสื่อด้านเนื้อหา

เรื่องที่ประเมิน	ระดับคุณภาพ					ผลการวิเคราะห์		
	5	4	3	2	1	N = 1		
						X	S.D.	แปรผล
1.เนื้อหาและการนำเสนอ								
1.1 เนื้อหา มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์		1				4	0	ดี
1.2 ความถูกต้องของเนื้อหา		1				4	0	ดี
1.3 ลำดับขั้นในการนำเสนอเนื้อหา		1				4	0	ดี

ตารางที่ 3.2 (ต่อ) แสดงผลการประเมินระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ  
เกี่ยวกับคุณภาพสื่อด้านเนื้อหา

เรื่องที่ประเมิน	ระดับคุณภาพ					ผลการวิเคราะห์		
	5	4	3	2	1	N = 1		
						X	S.D.	แปลผล
1.4 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา			1			3	0	ปานกลาง
1.5 ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน		1				4	0	ดี
1.6 ความน่าสนใจในการดำเนินเรื่อง		1				4	0	ดี
ค่าเฉลี่ย 3.67								
2. รูปภาพและอักษร								
2.1 ความเหมาะสมของรูปภาพกับคำบรรยาย		1				3	0	ดี
2.2 ความถูกต้อง และเหมาะสมของภาษาที่ใช้	1					5	0	ดีมาก
2.3 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษรที่ใช้นำเสนอ	1					5	0	ดีมาก
2.4 ความเหมาะสมของขนาดรูปภาพที่ใช้นำเสนอ		1				4	0	ดี
ค่าเฉลี่ย 4.25								
3. เวลา								
3.1 ความเหมาะสมของเวลากับเนื้อหา		1				4	0	ดี
3.2 ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอบทเรียนทั้งหมด		1				4	0	ดี
ค่าเฉลี่ย 4.00								

สรุป การประเมินคุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา มีผลดังนี้

- |                              |           |        |
|------------------------------|-----------|--------|
| 1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง | ค่าเฉลี่ย | = 3.83 |
| 2. รูปภาพและตัวอักษร         | ค่าเฉลี่ย | = 4.50 |
| 3. เวลา                      | ค่าเฉลี่ย | = 4.00 |
| ค่าเฉลี่ยรวม                 |           | = 4.11 |

ตารางที่ 3.3 แสดงผลการประเมินระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับ  
คุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เรื่องที่ประเมิน	ระดับคุณภาพ					ผลการวิเคราะห์		
	5	4	3	2	1	N = 1		
						X	S.D.	แปลผล
<b>1. เนื้อหาและการนำเสนอ</b>								
1.1 ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่เนื้อหา	1					5	0	ดีมาก
1.2 ความเหมาะสมในรูปแบบหรือวิธีการสอน		1				4	0	ดี
1.3 ลำดับขั้นในการนำเสนอเนื้อหา	1					5	0	ดีมาก
1.4 ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน	1					5	0	ดีมาก
1.5 เนื้อหาเหมาะสมในการใช้คอมพิวเตอร์	1					5	0	ดีมาก
1.6 ความน่าสนใจในการดำเนินเรื่อง		1				4	0	ดี
<b>ค่าเฉลี่ย 4.67</b>								
<b>2. รูปภาพและอักษร</b>								
2.1 ความเหมาะสมของรูปภาพในด้านการสื่อ ความหมาย		1				4	0	ดี
2.2 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษรที่ใช้ นำเสนอ	1					5	0	ดีมาก
2.3 ความเหมาะสมของขนาดรูปภาพที่ใช้ นำเสนอ	1					5	0	ดีมาก
2.4 ความเหมาะสมของสีที่ใช้ในการนำเสนอ	1					5	0	ดีมาก
2.5 ความเหมาะสมของเสียงดนตรีที่ใช้ประกอบ	1					5	0	ดีมาก
<b>ค่าเฉลี่ย 4.80</b>								
<b>3. เวลา</b>								
3.1 ความเหมาะสมของเวลากับเนื้อหา	1					5	0	ดีมาก
3.2 ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอ บทเรียนทั้งหมด	1					5	0	ดีมาก
<b>ค่าเฉลี่ย 5.00</b>								

สรุป การประเมินคุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ มีผลดังนี้

1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง	ค่าเฉลี่ย	=	5.00
2. รูปภาพและตัวอักษร	ค่าเฉลี่ย	=	4.80
3. เวลา	ค่าเฉลี่ย	=	5.00
	ค่าเฉลี่ยรวม	=	4.93

ตารางที่ 3.4 แสดงผลการประเมินระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับ  
คุณภาพด้านแบบทดสอบ

เรื่องที่ประเมิน	ระดับคุณภาพ					ผลการวิเคราะห์		
	5	4	3	2	1	N = 1		
						X	S.D.	แปลผล
1. ความสอดคล้องของเนื้อหาวิชากับจุดประสงค์ของการเรียนรู้	1					5	0	ดีมาก
2. ความถูกต้องของข้อสอบ	1					5	0	ดีมาก
3. ความเหมาะสมของการใช้ภาษา		1				4	0	ดี
4. ความถูกต้องของตัวสะกดและไวยากรณ์	1					5	0	ดีมาก
5. ความเหมาะสมในการใช้ภาพประกอบ	1					5	0	ดีมาก
	ค่าเฉลี่ย 4.80							

สรุป การประเมินคุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิด้านแบบทดสอบมีผลดังนี้

การประเมินด้านแบบทดสอบ ค่าเฉลี่ยรวม = 4.80

จากการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.11 ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.93 และด้านแบบทดสอบจะมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 เมื่อนำมาคิดเป็นค่าเฉลี่ยรวมได้เท่ากับ 4.61 นำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ พบว่าอยู่ในเกณฑ์ดีมาก

### 3.3. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างนั้น ได้มีการดำเนินการดังนี้

3.3.1 ทำหนังสือขออนุญาตจาก ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล และดำเนินการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง

3.3.2 ติดต่อทางมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ที่เลือกเป็นประชากรกลุ่มตัวอย่าง เพื่อขออนุญาตทำการทดลองเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง เพื่อทำการวิจัย

3.3.3 ก่อนทำการทดลอง ผู้วิจัยต้องตรวจสอบความเรียบร้อยของห้องเรียน รวมทั้งตรวจสอบเครื่องมือที่จะใช้ เช่น การตั้งโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ให้พร้อมเพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้เครื่องได้ทันที

3.3.4 ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre – test)

3.3.5 ให้ผู้เรียนได้ศึกษาเนื้อหาวิชาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยให้ผู้เรียนใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ 1 คนต่อ 1 เครื่อง โปรแกรมจะบันทึกผลคะแนน การทำแบบทดสอบท้ายบทของผู้เรียน

3.3.6 เมื่อศึกษาเนื้อหาจบให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post – test) โดยใช้ข้อสอบชุดเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนเรียน แต่สลับข้อคำถาม และข้อคำตอบ

3.3.7 นำผลคะแนนที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ข้อมูล และเปรียบเทียบผลตามวิธีทางสถิติ

### 3.4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ในขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลนั้น ผู้วิจัยได้ใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

3.4.1 การวิเคราะห์ผลแบบประเมินคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิ แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ

- แบบประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหา 1 ท่าน
- แบบประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านการเทคนิคผลิตสื่อ 1 ท่าน
- แบบประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านแบบทดสอบ 1 ท่าน

3.4.2 การวิเคราะห์หาความยากง่าย และหาอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ (ค่า P) ,(ค่า R)

3.4.3 การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (KR-20)

3.4.4 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ( $E_1 / E_2$ )

### 3.4.5 การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

#### สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 1. การวิเคราะห์ผลแบบประเมินคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิ

ผู้วิจัยได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด โดยมีอาจารย์ที่ปรึกษาประเมินคุณภาพของสื่อจำนวน 3 ท่าน แบ่งการประเมินออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ และด้านแบบทดสอบ ด้านละ 1 ท่าน ค่าเฉลี่ยรวมที่ได้จากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา ด้านเทคนิคการผลิตสื่อและด้านแบบทดสอบ ซึ่งใช้วิธีวิเคราะห์ผลโดยคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตามหลักสถิติโดยอาศัยสูตรคำนวณ ดังนี้

#### ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

$$\bar{X} = \frac{\sum fx}{N} \quad \text{เมื่อ}$$

$$\bar{X} = \text{ค่าเฉลี่ย}$$

$$f = \text{ค่าความถี่}$$

$$X = \text{ระดับคะแนน}$$

$$N = \text{จำนวนคน}$$

นำค่าเฉลี่ยที่คำนวณได้เปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานดังต่อไปนี้

ระดับ	4.55 – 5.00	หมายถึง	ระดับคุณภาพดีมาก
ระดับ	3.55 – 4.54	หมายถึง	ระดับคุณภาพดี
ระดับ	2.55 – 3.54	หมายถึง	ระดับคุณภาพปานกลาง
ระดับ	1.55 – 2.54	หมายถึง	ระดับคุณภาพพอใช้
ระดับ	1.00 – 1.54	หมายถึง	ระดับคุณภาพควรปรับปรุง

ในการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กำหนดเกณฑ์ประเมินต้องอยู่ในระดับไม่ต่ำกว่า 3.55 จึงถือยอมรับได้ว่า สื่อนั้นมีประสิทธิภาพ

#### 2. การวิเคราะห์หาความยาก-ง่าย และหาอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ (ค่า P), (ค่า R)

##### 2.1 การหาค่าความยาก-ง่าย ใช้สูตร ดังนี้

$$\text{สูตรค่าความยากง่าย} \quad \frac{P}{N} = (R)$$

โดยที่	P	=	แทนระดับความยากง่ายของคำถามแต่ละข้อ
	R	=	จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
	N	=	จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

นำค่าที่คำนวณได้ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานดังต่อไปนี้

- ข้อสอบที่มีค่า เท่ากับ 0.05 แสดงว่า ข้อสอบนั้นมีความยากปานกลางพอดี
- ข้อสอบที่มีค่า ต่ำกว่า 0.05 แสดงว่า ข้อสอบนั้นค่อนข้างไปทางยาก
- ข้อสอบที่มีค่า สูงกว่า 0.05 แสดงว่า ข้อสอบนั้นค่อนข้างไปทางง่าย
- ข้อสอบที่มีค่า ต่ำกว่า 0.20 แสดงว่า ข้อสอบนั้นยากเกินไป
- ข้อสอบที่มีค่า สูงกว่า 0.20 แสดงว่า ข้อสอบนั้นง่ายเกินไป
- ข้อสอบที่มีความยากง่ายปานกลางคืออยู่ในช่วงประมาณ 0.20 – 0.80

## 2.2 การหาค่าอำนาจจำแนก ใช้สูตร ดังนี้

$$\text{สูตรค่าอำนาจจำแนก } r = \left( \frac{R_u - R_L}{N/2} \right)$$

โดยที่	r	=	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ
	R <sub>u</sub>	=	จำนวนผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มเก่ง
	R <sub>L</sub>	=	จำนวนผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มอ่อน
	N	=	จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

ค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนดคือมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

- ถ้าค่าอยู่ในช่วง 0.40 ขึ้นไป หมายถึง เป็นข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกดีมาก
- ถ้าค่าอยู่ในช่วง 0.30 – 0.39 ขึ้นไป หมายถึง เป็นข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกดีพอควร
- ถ้าค่าอยู่ในช่วง 0.20 – 0.29 ขึ้นไป หมายถึง เป็นข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกพอใช้
- ถ้าค่าอยู่ในช่วง 0.00 – 0.19 ขึ้นไป หมายถึง เป็นข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกน้อย

## 3. การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (KR - 20)

การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ใช้สูตร KR - 20 ของ Kuder - Richardson เครื่องมือชุดนี้ต้องวัดลักษณะเดียวกัน และมีระบบการให้คะแนน คือตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน สูตรนี้ต้องหาสัดส่วนของคนทำผิดและคนที่ทำถูกในแต่ละข้อด้วย

$$\text{สูตร KR-20} \quad r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right\}$$

- โดยที่ n = จำนวนข้อสอบ  
 P = สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ  
 Q = สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ (1 - p)  
 $S_t^2$  = ความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

แบบทดสอบที่มีค่าความเชื่อมั่นเป็น + 1 แสดงว่า มีค่าความเชื่อมั่นสูงสุด คะแนนที่ได้จากแบบสอบถามนี้เชื่อถือได้

แบบสอบถามที่มีค่าความเชื่อมั่นเป็น 0 หรือเข้าใกล้กับ 0 แสดงว่าแบบทดสอบนี้ไม่มีความเชื่อมั่น คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบฉบับนี้เชื่อถือไม่ได้

แบบทดสอบที่มีค่าความเชื่อมั่นเป็น - 1 แสดงว่าแบบทดสอบฉบับนี้มีค่าความเชื่อมั่นต่ำ ไม่ควรนำมาใช้เป็นแบบทดสอบ

#### 4. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (E1/ E<sub>2</sub>)

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำได้โดยนำผลการทดสอบหลังเรียนมาเปรียบเทียบกับผลการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน แล้ววิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สูตรการหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

$$\text{สูตร } E_1 = \frac{\sum x}{N} \times 100$$

$$E_2 = \frac{\sum F}{N} \times 100$$

โดยที่ E1 = คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ตอบถูกจากการทำแบบฝึกหัดคิดเป็นร้อยละ

E2 = คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน คิดเป็นร้อยละ

$\sum$  = คะแนนที่รวมที่ตอบถูกของแบบฝึกหัด

$\sum F$  = คะแนนรวมที่ตอบถูกของแบบทดสอบหลังเรียน

N = จำนวนผู้เรียน

A = คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด

B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

## 5. การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การหาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน

### 5.1 การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต

สูตร  $X = \frac{\sum fx}{N}$

โดยที่  $X =$  ค่าเฉลี่ย

$\sum X =$  ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม

$N =$  จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

### 5.2 การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน

สูตร S.D.  $= \sqrt{\frac{\sum fx^2}{N} - \left[ \frac{\sum fx}{N} \right]^2}$

โดยที่  $\sum fx =$  ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum fx^2 =$  ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

$N =$  จำนวนคะแนนทั้งหมด

### 5.3 การหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนน

ก่อนเรียนและหลังเรียนบทเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้ t - test (dependent Sample )

สูตร  $t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n - 1}}}$

โดยที่  $D =$  ผลต่างของคะแนนแต่ละคู่

$n =$  จำนวนคู่

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ปริญญาโทครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาเทคโนโลยี การก่อสร้าง 5 (12-120-325) เรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 หน่วยการเรียนรู้ดังนี้

หน่วยที่ 1 หลักการพื้นฐานของการประสานทางพิกัด

หน่วยที่ 2 ระบบตารางพิกัด

หน่วยที่ 3 วิธีการออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด

หน่วยที่ 4 ข้อเสนอแนะในการใช้ระบบประสานทางพิกัด

เนื้อหาการเรียนการสอนทั้งหมดถูกสร้างขึ้นเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยโปรแกรม Macromedia Flash MX และ Macromedia Authorware 6.5 เมื่อสร้างเสร็จแล้วได้นำไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 วิชาเอกเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดยวิเคราะห์ด้วยหลักการทางสถิติ และนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียน
2. วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของคะแนนสอบก่อนและหลังเรียน
3. วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์กับบทเรียนปกติ
4. การวิเคราะห์แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียน

#### 4.1. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียน

จากการนำแบบทดสอบ เรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด ไปทดสอบกับกลุ่มทดลองเครื่องมือ เพื่อต้องการคัดเลือกข้อสอบนำไปใช้ในการทดลอง โดยแบบทดสอบที่จะนำไปใช้ในการทดสอบนั้นจะต้องนำไปวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบ ผู้วิจัยหาค่าความยากง่ายของข้อสอบเฉลี่ยที่ได้คือ 0.68 แสดงว่าแบบทดสอบมีความยากง่ายอยู่ในช่วงปานกลาง และค่าอำนาจจำแนกได้คือ 0.45 แสดงว่าแบบทดสอบมีค่าอำนาจจำแนกดี และวิจัยได้หาค่าความเชื่อมั่นของ

แบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR - 2 เพื่อใช้เป็นแบบ ทดสอบในการวิจัย ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบได้เท่ากับ 0.84 สรุปว่าแบบทดสอบวัดสัมฤทธิ์ของบทเรียนมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้เป็นแบบทดสอบในการวิจัยต่อไป

การทดสอบใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด ครั้งที่ 1 เป็นการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 5 คน โดยให้ 1 คนต่อคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง การทดสอบครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจหาข้อมูลที่บกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด ผลดังนี้

1. ข้อความเนื้อหาบางส่วนไม่กระจ่างทำให้ผู้เรียนเข้าใจไม่ชัดเจน
2. ข้อความเนื้อหาบางส่วนพิมพ์ผิด ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการจดบันทึกเพื่อการแก้ไข
3. ตัวอักษรอ่านจากบางเครื่องไม่ได้ เป็นผลจากการอ่านค่าของโปรแกรมวินโดวส์ไม่เหมือนกันซึ่งผู้วิจัยได้ทำการปรึกษา ผู้เชี่ยวชาญเพื่อแก้ไข

ข้อบกพร่องต่างๆ นี้ได้ให้นักศึกษากลุ่มตัวอย่าง เขียนข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในแบบประเมินสื่อที่แจกให้ เมื่อรับแบบประเมินสื่อคืนแล้วผู้วิจัยได้รวบรวมข้อคิดเห็นเหล่านั้นมาปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนครั้งที่ 1 และนำไปใช้ในการทดลองครั้งที่ 2 ต่อไป

การทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ครั้งที่ 2 มีจุดมุ่งหมายเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามเกณฑ์มาตรฐาน 80 / 80 โดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มที่ 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล จำนวน 20 คน ซึ่งมีผลการทดลองแสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่ 1 จำนวน 20 คน

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ	เกณฑ์ร้อยละ
คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน E1	20	20	9.25	46.25	80
คะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียน E1	20	20	16.95	84.75	80
คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน E2	20	20	18.25	91.25	80

จากตารางที่ 4.1 ปรากฏว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบ ประสานทางพิกัดที่สร้างขึ้น นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียนเฉลี่ยได้ 9.25 คะแนน จากคะแนน ทั้งหมด 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 46.25 เมื่อนักศึกษาได้ทำแบบทดสอบระหว่างเรียนเฉลี่ยได้ 16.95 คะแนน จากคะแนนทั้งหมด 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 84.75 และเมื่อทำแบบทดสอบ หลังเรียนเฉลี่ยได้ 18.25 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 91.25 บทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.75%/91.25% สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (80/80)

กลุ่มที่ 2 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ 20 คน ซึ่งมีผลการ ทดลองแสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.2 แสดงประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การ ออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่ 2 จำนวน 20 คน

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ	เกณฑ์ร้อยละ
คะแนนแบบทดสอบ ก่อนเรียน E1	20	20	10.40	52	80
คะแนนแบบทดสอบ ระหว่างเรียน E1	20	20	17.10	85.50	80
คะแนนแบบทดสอบ หลังเรียน E2	20	20	18.35	91.75	80

จากตารางที่ 4.2 ปรากฏว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบ ประสานทางพิกัดที่สร้างขึ้น นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียนเฉลี่ยได้ 10.40 คะแนน จาก คะแนนทั้งหมด 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 52 เมื่อนักศึกษาได้ทำแบบทดสอบระหว่างเรียนเฉลี่ย ได้ 17.10 คะแนน จากคะแนนทั้งหมด 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 85.50 และเมื่อทำ แบบทดสอบหลังเรียนเฉลี่ยได้ 18.35 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 91.75 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.50% / 91.75% สูงกว่าเกณฑ์ที่ กำหนดไว้ (80/80)

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าความแตกต่างของประสิทธิภาพบทเรียน เรื่อง การ  
ออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัดคอมพิวเตอร์ระหว่างก่อน  
เรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ	เกณฑ์ร้อยละ
คะแนนแบบทดสอบ ก่อนเรียน E1	40	20	9.83	49.15	80
คะแนนแบบทดสอบ ระหว่างเรียน E1	40	20	17.03	85.15	80
คะแนนแบบทดสอบ หลังเรียน E2	40	20	18.30	91.5	80

จากตารางที่ 4.3 ปรากฏว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบ  
ประสานทางพิกัดที่สร้างขึ้น นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียนเฉลี่ยได้ 9.83 คะแนน จาก  
คะแนนทั้งหมด 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 49.15 เมื่อนักศึกษาได้ทำแบบทดสอบระหว่างเรียน  
เฉลี่ยได้ 17.03 คะแนน จากคะแนนทั้งหมด 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 85.15 และเมื่อ  
แบบทดสอบหลังเรียนเฉลี่ยได้ 18.30 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ  
91.50% บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.15% / 91.50% สูงกว่าเกณฑ์  
ที่กำหนดไว้ (80/80)

#### 4.2. การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของคะแนนสอบก่อนและหลังเรียน การวิเคราะห์จากกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของคะแนน  
แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

คะแนน	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	$\Sigma x$	$\bar{x}$	S.D	T
แบบทดสอบก่อนเรียน	20	20	185	9.25	1.77	18.05
แบบทดสอบหลังเรียน	20	20	365	18.25	1.35	

การวิเคราะห์จากกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของคะแนน  
แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

คะแนน	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	$\Sigma x$	$\bar{x}$	S.D	T
แบบทดสอบก่อนเรียน	20	20	208	10.40	1.75	21.11
แบบทดสอบหลังเรียน	20	20	367	18.35	0.98	

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าความต่างระหว่างคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของ  
กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม

คะแนน	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	$\Sigma x$	$\bar{x}$	S.D	T
แบบทดสอบก่อนเรียน	40	20	393	9.83	1.84	20.12
แบบทดสอบหลังเรียน	40	20	732	18.30	1.07	

สรุปได้ว่า ค่าคะแนนเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) ของคะแนนทดสอบก่อนเรียนคือ 9.83 คะแนน จากคะแนนเต็มทั้งหมด 20 คะแนน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.84 และค่าคะแนนเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) ของคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนคือ 18.30 คะแนน จากคะแนนเต็มทั้งหมด 20 คะแนน มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.07

#### 4.3. การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์กับบทเรียนปกติ

การวิเคราะห์จากกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าความต่างระหว่างคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของ  
กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม

บทเรียน	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	$\Sigma x$	$\bar{x}$	S.D	t
ปกติ	20	20	284	14.20	1.44	15.81
คอมพิวเตอร์ฯ	20	20	365	18.25	1.00	

## การวิเคราะห์จากกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าความต่างระหว่างคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียน  
ของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม

บทเรียน	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	$\Sigma x$	$\bar{x}$	S.D	T
ปกติ	20	20	278	13.90	1.45	16.56
คอมพิวเตอร์ฯ	20	20	355	17.75	1.12	

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าความต่างระหว่างการเรียนรู้โดยบทเรียนปกติและคะแนน  
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม

บทเรียน	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	$\Sigma x$	$\bar{x}$	S.D	T
ปกติ	40	20	562	14.05	1.44	16.18
คอมพิวเตอร์ฯ	40	20	720	18.00	1.07	

สรุปได้ว่า ค่าคะแนนเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) ของการเรียนรู้ด้วยบทเรียนปกติคือ 14.05 คะแนน จากคะแนนเต็มทั้งหมด 20 คะแนน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.44 และค่าคะแนนเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) ของการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคือ 18.00 คะแนน จากคะแนนเต็มทั้งหมด 20 คะแนน มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.07

#### 4.4. การวิเคราะห์แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียน

ผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิภคจากแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียน ทำการประเมินโดยนักศึกษาจาก 2 สถาบันที่เลือกใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง คือนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 วิชาเอกเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จำนวนทั้งหมด 40 คน เพื่อเปรียบเทียบเป็นคะแนนแบบอิงเกณฑ์ ได้ผลของเกณฑ์เป็นการแสดงความคิดเห็น สรุปได้ผลตามที่แสดงตารางดังต่อไปนี้

โดยแบ่งระดับความคิดเห็นออกเป็น 5 ระดับ และเกณฑ์การจัดระดับค่าเฉลี่ย 5 ระดับ มีดังนี้

ระดับ	5	=	คุณภาพดีมาก
ระดับ	4	=	คุณภาพดี
ระดับ	3	=	คุณภาพปานกลาง
ระดับ	2	=	คุณภาพพอใช้
ระดับ	1	=	คุณภาพควรปรับปรุง

ตารางที่ 4.10 แสดงผลการประเมินจากแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียน  
จำนวน 40 คน

เรื่องที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น					ค่าเฉลี่ย (x)
	5	4	3	2	1	
1. รูปแบบการนำเสนอภายในบทเรียน	25	11	3	1	-	4.5
2. ขนาดของอักษรที่ใช้ภายในบทเรียน	28	9	2	1	-	4.575
3. สีของตัวอักษรที่ใช้ภายในบทเรียน	25	11	4	-	-	4.525
4. ดนตรีและเสียงประกอบอื่นๆ	18	16	6	-	-	4.3
5. ความรู้สึกมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้	17	15	5	3	-	4.15
6. ภาพที่นำมาประกอบบทเรียน	16	14	8	2	-	4.05
7. ความเข้าใจเนื้อหาโดยรวม	20	12	8	-	-	4.2
8. ความสะดวกในการใช้โปรแกรมการเรียนรู้	25	10	5	-	-	4.5
9. ความเพลิดเพลินและสนุกสนานกับบทเรียน	21	19	-	-	-	4.525
10. ความชอบในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	18	12	10	-	-	4.2
รวมค่าเฉลี่ย (x)						4.35

จากเกณฑ์การตีความหมายของการแสดงความคิดเห็น จัดระดับค่าเฉลี่ย 5 ระดับ มีดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	4.55 – 5.00	หมายถึง	มีคุณภาพดีมาก
คะแนนเฉลี่ย	3.55 – 4.54	หมายถึง	มีคุณภาพดี
คะแนนเฉลี่ย	2.55 – 3.54	หมายถึง	มีคุณภาพปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย	1.50 – 2.49	หมายถึง	มีคุณภาพพอใช้
คะแนนเฉลี่ย	1.00 – 1.49	หมายถึง	มีคุณภาพควรปรับปรุง

จากการวิเคราะห์แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียน ค่าคะแนนเฉลี่ย คือ 4.35 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัดอยู่ในเกณฑ์ที่มีคุณภาพดี



## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาเทคโนโลยีการก่อสร้าง 5 เรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด ตามหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต วิชาเอกเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล พุทธศักราช 2546 ได้สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ ดังนี้

- 5.1 วัตถุประสงค์การวิจัย
- 5.2 สมมุติฐานการวิจัย
- 5.3 วิธีดำเนินการ
- 5.4 สรุปผลการวิจัย
- 5.5 อภิปรายผล
- 5.6 ข้อเสนอแนะ

#### 5.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

5.1.1 เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา เทคโนโลยีการก่อสร้าง 5 รหัส (12-120-325) เรื่อง “การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด” สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต ชั้นปีที่ 2 วิชาเอกเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล และระดับปริญญาตรี หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต ชั้นปีที่ 2 วิชาเอกเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ

5.1.2 เพื่อหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง “การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด” ตามเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 80 ของนักศึกษาที่ทดลองเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

5.1.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง “การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด”

## 5.2 สมมติฐานการวิจัย

- 5.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80
- 5.2.2 หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
- 5.2.3 สัมฤทธิ์ผลทางการเรียนรู้ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนต่างกันอย่างน้อยมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.01

## 5.3 วิธีดำเนินการวิจัย

เพื่อให้การวิจัยเป็นไปตามวัตถุประสงค์และมีประสิทธิภาพ จึงกำหนดวิธีการดำเนินการวิจัย ดังขั้นตอนต่อไปนี้

### 5.3.1 การสร้างและหาประสิทธิภาพของสื่อ

1. ศึกษาค้นคว้าข้อมูลในการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้องจากแหล่งต่างๆ
2. ศึกษาวิเคราะห์หลักสูตร และเนื้อหาวิชา เพื่อความสมบูรณ์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วางแผนการผลิตแบบเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยกำหนดขั้นตอนดังนี้
  - กำหนดเนื้อหาและจัดประสบการณ์เป็นหมวดหมู่
  - แบ่งเนื้อหารายวิชาออกเป็นหน่วยย่อย
  - กำหนดหัวเรื่อง
  - กำหนดมโนทัศน์และกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
  - กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้และสื่อการสอน
  - กำหนดแบบการประเมินผล
3. สร้างแบบเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ให้ตรงกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้และจัดทำคู่มือการสอน
4. นำชุดการสอนไปหาประสิทธิภาพกับกลุ่มตัวอย่างตามขั้นตอน
  - ทดลองแบบ 1:1 เพื่อแก้ไขข้อบกพร่อง
  - ทดลองแบบกลุ่มเล็กเพื่อทำการปรับปรุงบทเรียน
  - ทดลองภาคสนามกับกลุ่มตัวอย่าง

### 5.3.2 ทดลองใช้สื่อ

1. หาประสิทธิภาพของแบบเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามเกณฑ์มาตรฐานและวิเคราะห์ผล

- หาค่า Pre-test
- บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- หาค่า Post-test
- หาค่า T-test

2. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

3. นำเสนอผลงานการวิจัย

### 5.4 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังกล่าวสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

5.4.1 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเนื้อหา วิชาเทคโนโลยีการก่อสร้าง 5 เรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัดอยู่ในเกณฑ์ดี

5.4.2 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ วิชาเทคโนโลยีการก่อสร้าง 5 เรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัดอยู่ในเกณฑ์ดี

5.4.3 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาเทคโนโลยีการก่อสร้าง 5 เรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด ปรากฏว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัดที่สร้างขึ้น นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียนเฉลี่ยได้ 9.83 คะแนน จากคะแนนทั้งหมด 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 49.15 เมื่อนักศึกษาได้ทำแบบทดสอบระหว่างเรียนเฉลี่ยได้ 17.03 คะแนน จากคะแนนทั้งหมด 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 85.15 และเมื่อแบบทดสอบหลังเรียนเฉลี่ยได้ 18.30 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 91.50% บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.15% / 91.50% สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (80/80)

### 5.5 อภิปรายผล

จากผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาเทคโนโลยีการก่อสร้าง 5 เรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด สามารถให้ความรู้ความเข้าใจอย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80 แสดงให้เห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้สามารถให้ความรู้กับนักเรียนระดับสถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต ชั้นปีที่ 2 วิชาเอกเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม

หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล และระดับปริญญาตรี หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต ชั้นปีที่ 2 วิชาเอกเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนพบว่า ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ มากกว่าค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ ส่วนค่าประสิทธิภาพผลลัพธ์ที่มีค่าเฉลี่ย มากกว่าค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ อาจเกิดจากการจดจำจากการตอบคำถามในการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและหลังเรียนของผู้เรียน

## 5.6 ข้อเสนอแนะ

### 5.6.1 ข้อเสนอแนะจากการทำวิจัย

1. ควรกระทำการศึกษาและทดลองการใช้โปรแกรมประยุกต์ ต่าง ๆ อย่างชัดเจน ซึ่งจะต้องนำมาใช้ร่วมกันในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. ควรกระทำการศึกษาเนื้อหาที่จะนำมาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ พร้อมทั้งศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมดก่อน เพื่อให้เกิดแนวคิดในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ด้วย
3. ควรทำการศึกษารูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการสร้างไว้แล้วให้เข้าใจเพื่อที่จะได้นำมาซึ่งเทคนิควิธีการ
4. ในการออกข้อสอบสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ควรออกให้มีจำนวนมากข้อและครอบคลุมเนื้อหา

### 5.6.2 ข้อเสนอแนะในการทำปฏิญาณิพนธ์ครั้งต่อไป

1. ควรส่งเสริมให้มีการวิจัยและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาเทคโนโลยีการก่อสร้าง 5 ให้ครบทุกหน่วยเรียน รวมถึงวิชาอื่น ๆ ด้วย
2. ควรนำหลักสูตรไปเทียบกับระดับชั้นอื่น ๆ เพื่อทำการเก็บตัวอย่างและรวบรวมข้อมูลเป็นต้น
3. ศึกษาตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อการทำปฏิญาณิพนธ์ เพื่อจะได้ทราบถึงเวลาในการทำและเวลาที่ใช้ทดลองและเก็บข้อมูลด้วย
4. ควรส่งเสริมให้พัฒนาด้านสคริปของโปรแกรมที่ใช้ทำบทเรียน ให้ส่งเสริมความสามารถของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในการจัดการด้านค่าสถิติ และการจัดเก็บข้อมูลด้านสถิติให้ดีขึ้น

## บรรณานุกรม

ศึกษานิเทศก์,กระทรวง. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542. 14 สิงหาคม 2542.

<http://www.edu.chula.ac.th/eduinfo/eduact/>.

กาญจนา ศรีวิชัย. “แผนการสอนวิชา เทคโนโลยีการก่อสร้าง 5”. เชียงใหม่ : ม.ป.ท., 2547. (อัดสำเนา).

ถนอมพร เลหาจรัสแสง. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพฯ : วงกลมโปรดักชั่น, 2541.

ธรรมบุญ นิลวรรณ. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการเขียนภาพไอโซเมตริก”.ปริญญา  
นิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม. คณะครุศาสตร์  
สถาปัตยกรรม. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2537.

รัชชัย งามสันติวงศ์. หลักการพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ระบบมัลติมีเดีย. กรุงเทพฯ : เชนจู้  
, 2542.

นิพ อมราช. ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กันยายน 2545. <http://www.thaicai.com>.

บ็อง อภิรมณ์ขวัญ. สถิติประยุกต์ทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ทวีการพิมพ์, 2523.

บุญชม ศรีสะอาด. การพัฒนาการสอน. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น, 2537.

บุรณะ สมชัย. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา  
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรจน์ ประสานมิตร, 2538.

ปิยะพงษ์ ไสยโสภณ. อินเทอร์เน็ตกับการศึกษาตลอดชีวิตเพื่อปวงชน. มิถุนายน 2546,

<http://www.swu.ac.th/edu/ae/websnong/>.

พิศิษฐ ตันทวนิช. สถิติเพื่องานวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : เวิร์ดเวฟเอดดูเคชั่น, 2543.

เทคโนโลยีราชมงคล,มหาวิทยาลัย. “ระเบียบการนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล”. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล. 2547. (อัดสำเนา).

ยีน ภู่วรรณ. การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการเรียน. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูนิเคชั่น, 2531.

จุไรจน์ แก้วอุไร. หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามแนวคิดของกาเย่. ตุลาคม 2545, <http://www.thaicai.com/articles.html>.

เรืองศักดิ์ กันตะบุตร. การวางแผนอาคารด้วยตารางพิกัด. ปทุมธานี : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรังสิต, 2540.

“-----”. เทคนิควิทยาการอาคาร. ปทุมธานี : แคมป์สบุ๊คเซนเตอร์, 2540.

“-----”. วิทยาการอาคาร. กรุงเทพฯ : นิยมวิทยา, 2528.

สุกรี รอดโพธิ์ทอง. การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพฯ : วัชรินทร์การพิมพ์, 2536.

“-----”. ซีไอโอคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2538.

สุพิทย์ กาญจนพันธุ์. รวมศัพท์เทคโนโลยีและการสื่อสารเพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูนิเคชั่น, 2541.

แสงเดือน ทวีสิน. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ : เอ็กซ์เพรสมีเดีย, 2529.



ภาคผนวก ก

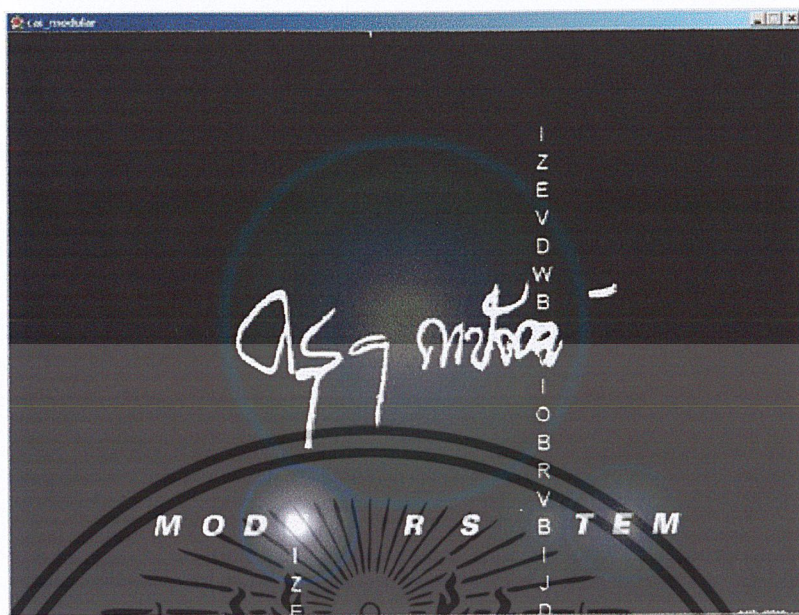
ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



ภาพที่ 1 ภาพแสดงหน้าแรกของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



ภาพที่ 2 ภาพแสดงฉากภาพยนตร์ที่จะนำเข้าสู่บทเรียน



ภาพที่ 3 ภาพแสดงจากภาพยนตร์ที่จะนำเข้าสู่บทเรียน



ภาพที่ 4 ภาพแสดงจากพิมพ์ชื่อเก็บเป็นฐานข้อมูล



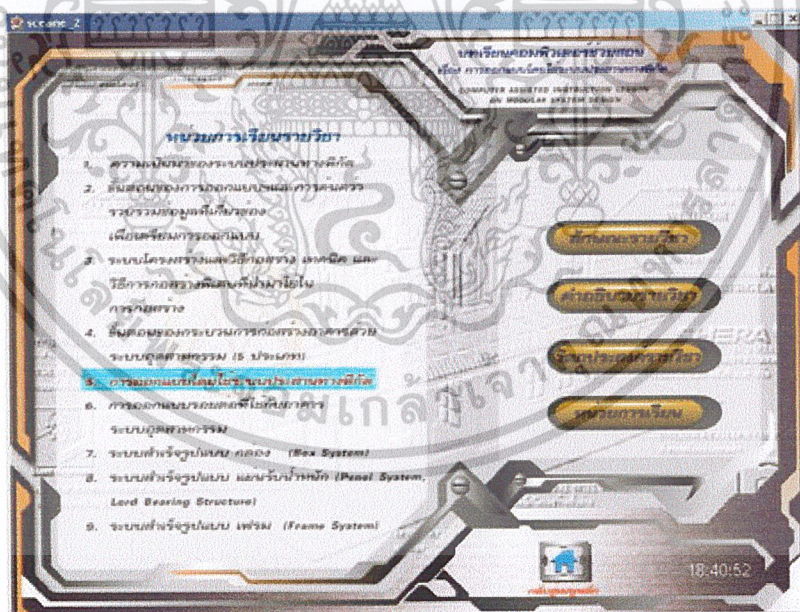
ภาพที่ 5 ภาพแสดงฉากต้อนรับเข้าสู่บทเรียน



ภาพที่ 6 ภาพแสดงหน้าเมนูหลัก



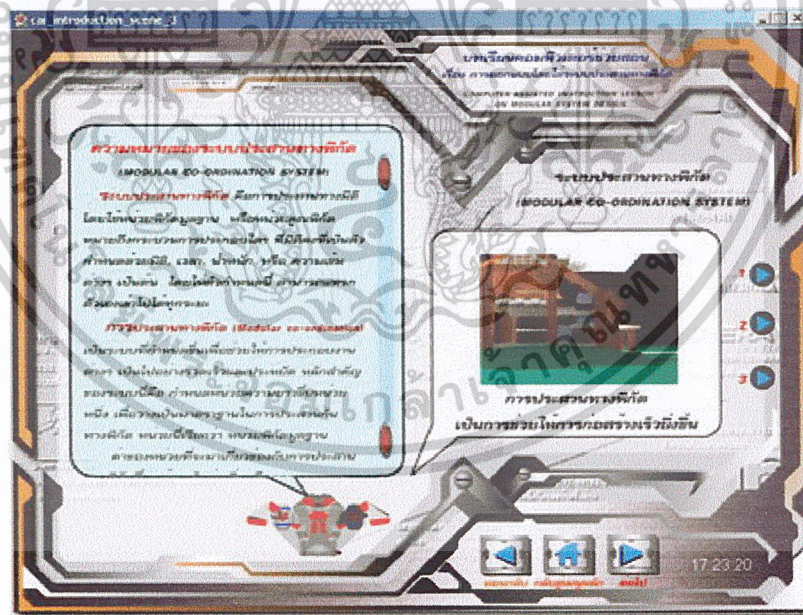
ภาพที่ 7 ภาพแสดงหน้าเมนูหลักของหัวข้อ “เกี่ยวกับรายวิชา”



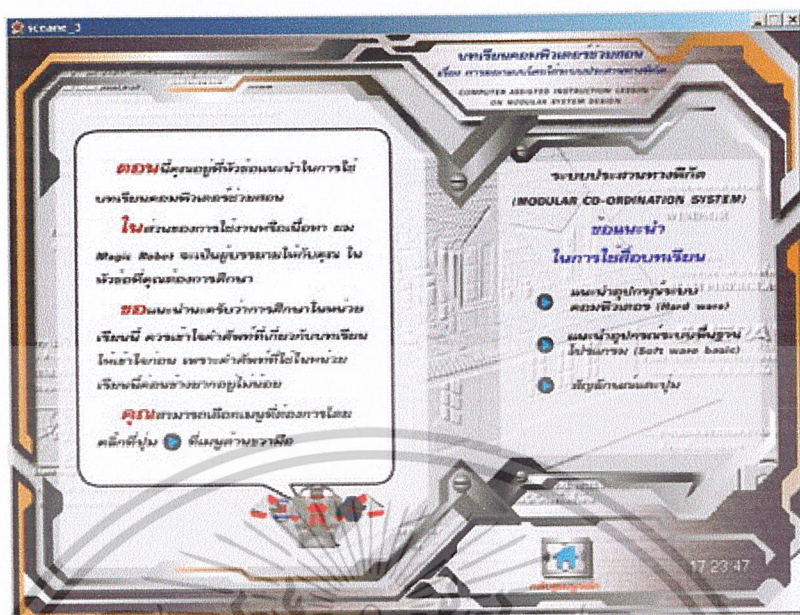
ภาพที่ 8 ภาพแสดงตัวอย่างหน้านำเสนอข้อมูลหน่วยการเรียนรายวิชา



ภาพที่ 9 ภาพแสดงหน้าเมนูหลักของหัวข้อ “บทนำ”



ภาพที่ 10 ภาพแสดงตัวอย่างเนื้อหานำเสนอในหัวข้อของ “บทนำ”



ภาพที่ 11 ภาพแสดงหน้าเมนูหลักของหัวข้อ “ช่วยเหลือ”



ภาพที่ 12 ภาพแสดงตัวอย่างเนื้อหาแนะนำในหัวข้อของ “ช่วยเหลือ”



ภาพที่ 13 ภาพแสดงหน้าต่างเลือกก่อนเข้าสู่บทเรียน

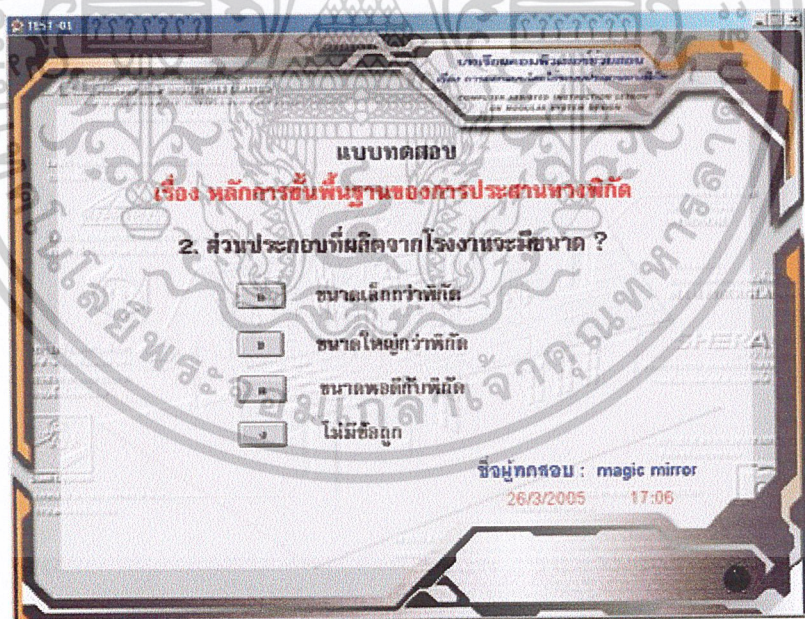


ภาพที่ 14 ภาพแสดงหน้าเมนูหลักของบทเรียน

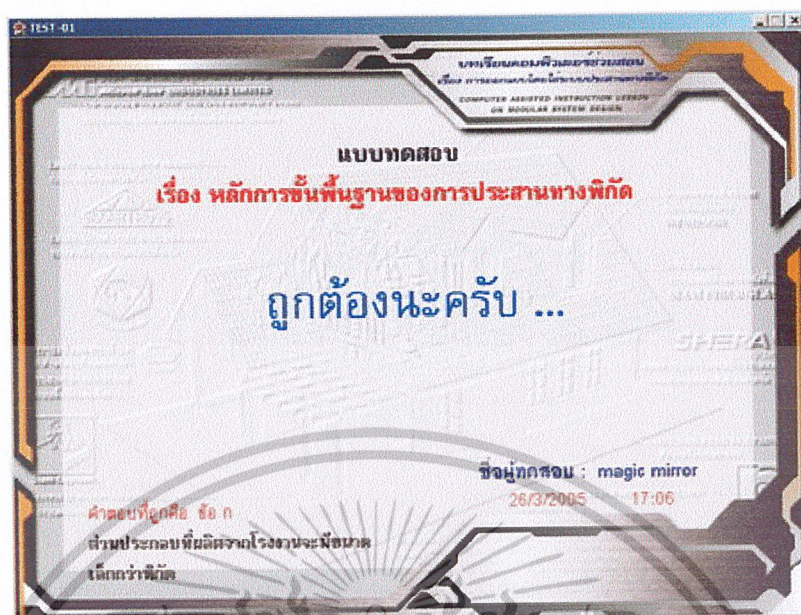




ภาพที่ 17 ภาพแสดงหน้าจอชี้แจงก่อนการทำแบบทดสอบ



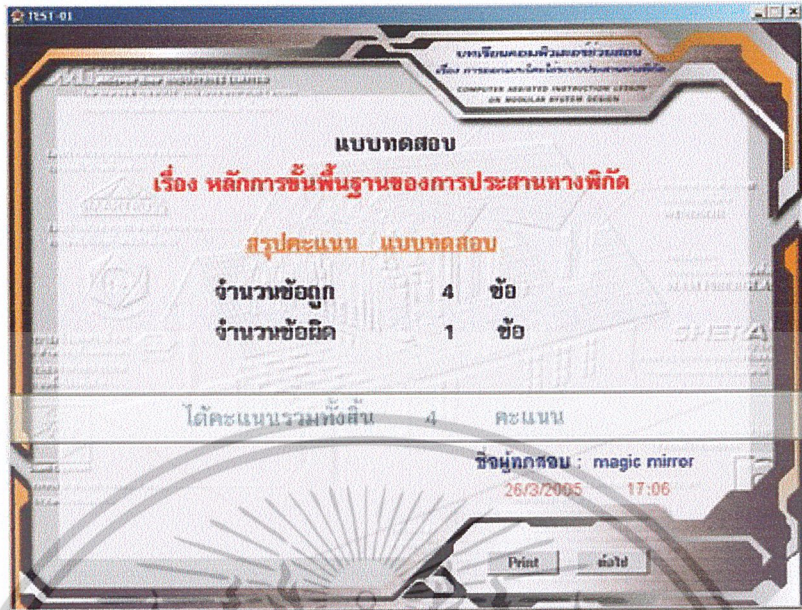
ภาพที่ 18 ภาพแสดงฉากการทำแบบทดสอบ



ภาพที่ 19 ภาพแสดงจากเมื่อทำแบบทดสอบถูกต้อง



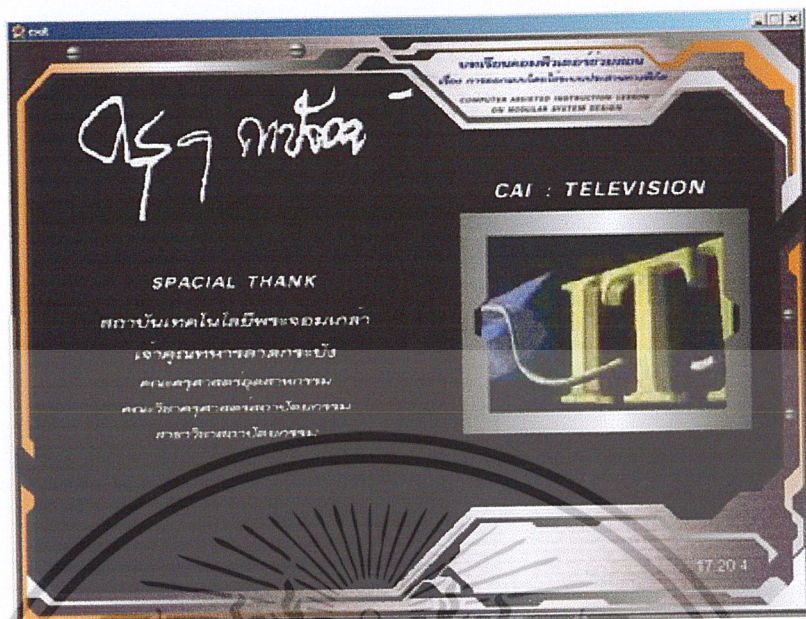
ภาพที่ 20 ภาพแสดงจากเมื่อทำแบบทดสอบผิด



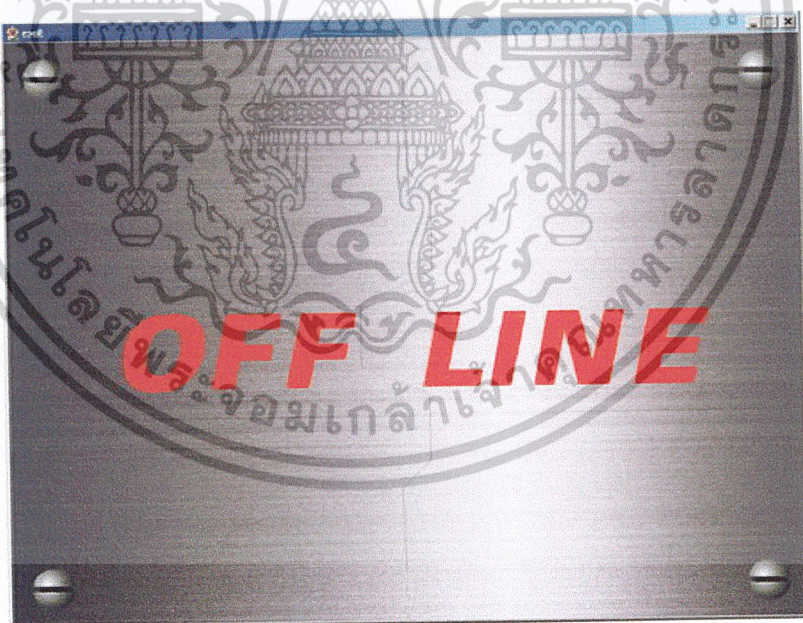
ภาพที่ 21 ภาพแสดงฉากสรุปคะแนนเมื่อทำแบบทดสอบเสร็จแล้ว



ภาพที่ 22 ภาพแสดงฉากเมื่อเรียนครบและผ่านการทดสอบทุกอย่าง



ภาพที่ 23 ภาพแสดงภาพยนตร์ฉากจบ และแสดงการขอบคุณ



ภาพที่ 24 ภาพแสดงฉากปิดสุดท้ายก่อนที่โปรแกรมจะปิดตัวเอง



แบบประเมินความคิดเห็นด้านเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน  
เรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด

เรื่องที่ประเมิน	ระดับคุณภาพ				
	5	4	3	2	1
1.เนื้อหาและการนำเสนอ					
1.1 เนื้อหา มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์					
1.2 ความถูกต้องของเนื้อหา					
1.3 ลำดับขั้นในการนำเสนอเนื้อหา					
1.4 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา					
1.5 ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน					
1.6 ความน่าสนใจในการดำเนินเรื่อง					
2. รูปภาพและอักษร					
2.1 ความเหมาะสมของรูปภาพกับคำบรรยาย					
2.2 ความถูกต้อง และเหมาะสมของภาษาที่ใช้					
2.3 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษรที่ใช้นำเสนอ					
2.4 ความเหมาะสมของขนาดรูปภาพที่ใช้นำเสนอ					
3. เวลา					
3.1 ความเหมาะสมของเวลา กับเนื้อหา					
3.2 ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอบทเรียนทั้งหมด					

หมายเหตุ : ระดับของคะแนนมีค่าดังนี้

- ระดับ 5 = คุณภาพดีมาก  
 ระดับ 4 = คุณภาพดี  
 ระดับ 3 = คุณภาพปานกลาง  
 ระดับ 2 = คุณภาพพอใช้  
 ระดับ 1 = คุณภาพควรปรับปรุง

แบบประเมินความคิดเห็นด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน  
เรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด

เรื่องที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
<b>1. เนื้อหาและการนำเสนอ</b>					
1.1 ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่เนื้อหา					
1.2 ความเหมาะสมในรูปแบบหรือวิธีการสอน					
1.3 ลำดับชั้นในการนำเสนอเนื้อหา					
1.4 ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน					
1.5 เนื้อหาเหมาะสมในการใช้คอมพิวเตอร์					
1.6 ความน่าสนใจในการดำเนินเรื่อง					
<b>2. รูปภาพและอักษร</b>					
2.1 ความเหมาะสมของรูปภาพในด้านการสื่อความหมาย					
2.2 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษรที่ใช้นำเสนอ					
2.3 ความเหมาะสมของขนาดรูปภาพที่ใช้นำเสนอ					
2.4 ความเหมาะสมของสี ที่ใช้ในการนำเสนอ					
2.5 ความเหมาะสมของเสียงดนตรีที่ใช้ประกอบ					
<b>3. เวลา</b>					
3.1 ความเหมาะสมของเวลากับเนื้อหา					
3.2 ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอบทเรียนทั้งหมด					

หมายเหตุ : ระดับของคะแนนมีค่าดังนี้

- ระดับ 5 = คุณภาพดีมาก  
 ระดับ 4 = คุณภาพดี  
 ระดับ 3 = คุณภาพปานกลาง  
 ระดับ 2 = คุณภาพพอใช้  
 ระดับ 1 = คุณภาพควรปรับปรุง

แบบประเมินความคิดเห็นด้านแบบทดสอบ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน  
เรื่อง การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางฟักัด

เรื่องที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. ความสอดคล้องของเนื้อหาวิชากับจุดประสงค์ของการเรียนรู้					
2. ความถูกต้องของข้อสอบ					
3. ความเหมาะสมของการใช้ภาษา					
4. ความถูกต้องของตัวสะกดและไวยากรณ์					
5. ความเหมาะสมในการใช้ภาพประกอบ					

หมายเหตุ : ระดับของคะแนนมีค่าดังนี้

- ระดับ 5 = คุณภาพดีมาก  
 ระดับ 4 = คุณภาพดี  
 ระดับ 3 = คุณภาพปานกลาง  
 ระดับ 2 = คุณภาพพอใช้  
 ระดับ 1 = คุณภาพควรปรับปรุง

## แบบสอบถามความคิดเห็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง

## การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิภักดิ์

เรื่องที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. รูปแบบการนำเสนอภายในบทเรียน					
2. ขนาดของอักขรที่ใช้ภายในบทเรียน					
3. สีของตัวอักขรที่ใช้ภายในบทเรียน					
4. ดนตรีและเสียงประกอบอื่นๆ					
5. ความรู้สึกร่วมมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้					
6. ภาพที่นำมาประกอบบทเรียน					
7. ความเข้าใจเนื้อหาโดยรวม					
8. ความสะดวกในการใช้โปรแกรมการเรียนรู้					
9. ความเพลิดเพลินและสนุกสนานกับบทเรียน					
10. ความชอบในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน					

หมายเหตุ : ระดับของคะแนนมีค่าดังนี้

ระดับ 5 = คุณภาพดีมาก

ระดับ 4 = คุณภาพดี

ระดับ 3 = คุณภาพปานกลาง

ระดับ 2 = คุณภาพพอใช้

ระดับ 1 = คุณภาพควรปรับปรุง



**รหัสและชื่อวิชา** 12-120-325 เทคโนโลยีการก่อสร้าง 5

**คำอธิบายรายวิชา** ศึกษาวิธีการออกแบบโครงสร้าง การก่อสร้าง การเขียน

แบบอาคารในระบบอุตสาหกรรมการใช้ระบบประสานทางพิกัดในการออกแบบและก่อสร้าง

อาคาร ศึกษารอยต่อระหว่างชิ้นส่วนที่ผลิตจากวัสดุต่างๆฝึกปฏิบัติการเขียนแบบอาคารที่ใช้ในระบบประสานทางพิกัด

#### **หน่วยการเรียนรู้**

1. ความหมายและความเป็นมาของระบบประสานทางพิกัด
2. ขั้นตอนของการค้นคว้ารวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เพื่อเตรียมการออกแบบ
3. เทคนิคและวิธีการก่อสร้างพิเศษที่นำมาใช้ในการก่อสร้าง
4. การก่อสร้างอาคารด้วยระบบอุตสาหกรรม 5 ระบบ
5. การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด
  - หลักการพื้นฐานของการประสานทางพิกัด
  - ระบบตารางพิกัด
  - วิธีการออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด
  - ข้อแนะนำในการใช้ระบบประสานทางพิกัด
6. การออกแบบรอยต่อที่เข้ากับอาคารระบบอุตสาหกรรม
7. ระบบสำเร็จรูปแบบกล่อง (Box system)
8. ระบบสำเร็จรูปแบบแผ่นรับน้ำหนัก (Panel system, load bearing structure)
9. ระบบสำเร็จรูปแบบเฟรม (Frame system)

#### **หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด**

##### **จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม**

1. นักศึกษา สามารถอธิบายถึง หลักการพื้นฐานของการประสานทางพิกัดได้
2. นักศึกษา สามารถอธิบายถึงระบบตารางพิกัดได้
3. นักศึกษา สามารถอธิบายถึงวิธีการออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัดได้
4. นักศึกษา สามารถอธิบายถึงหลักการที่ควรรู้ในการใช้ระบบประสานทางพิกัด

## แบบทดสอบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

### หน่วยที่ 1 หลักการพื้นฐานของการประสานทางพิกัด

1. หน่วยพิกัดที่มีค่าน้อยที่สุด (พิกัดมูลฐาน) มีค่าเท่าใด
  - ก. 50 มม.
  - ข. 100 มม.
  - ค. 150 มม.
  - ง. 200 มม.
2. ส่วนประกอบจากโรงงานจะมีขนาดตามข้อใด
  - ก. ขนาดเล็กกว่าพิกัด
  - ข. ขนาดใหญ่กว่าพิกัด
  - ค. ขนาดพอดีกับพิกัด
  - ง. ไม่มีข้อถูก
3. ถ้ากระเบื้องปูพื้นมีขนาดพิกัด 3พ. (30 ซม. X 30 ซม.) ฝ้าเพดานมีระยะพิกัดที่เท่าใดจึงจะสัมพันธ์กับกระเบื้อง
  - ก. 40 ซม. X 40 ซม.
  - ข. 50 ซม. X 50 ซม.
  - ค. 60 ซม. X 60 ซม.
  - ง. 70 ซม. X 70 ซม.
4. ระบบประสานทางพิกัด เป็นระบบที่มีหลักการประสานคือ
  - ก. เป็นการประสานโดยการแบ่ง
  - ข. เป็นการขยายโดยการลด
  - ค. เป็นการขยายโดยการขยาย
  - ง. เป็นการขยายโดยการเพิ่ม
5. ส่วนประกอบที่ผลิตจากโรงงาน จะไม่ทำให้ตรงตามพิกัดเสมอไป เนื่องจาก
  - ก. ต้องเผื่อระยะคลาดเคลื่อน
  - ข. ต้องเผื่อระยะประสาน
  - ค. ต้องเผื่อจุดต่อ, รอยต่อของส่วนประกอบ
  - ง. ถูกทุกข้อ

## หน่วยที่ 2 ระบบตารางพิกัด

1. ระบบตารางต่อเนื่อง หมายถึงข้อใด
  - ก. ตารางแยกออกเป็นส่วนๆ
  - ข. ตารางประกอบด้วยระยะที่เท่ากัน 10 ซม.
  - ค. ตารางที่มีเส้นพิกัดต่อเนื่อง เป็นแนวเดียวกันตลอด
  - ง. ไม่มีข้อถูก
2. ตารางตามพิกัดมูลฐาน จะมีขนาดเท่าใด
  - ก. 10 X 10 มม.
  - ข. 100 X 100 มม.
  - ค. 1,000 X 1,000 มม.
  - ง. 10,000 X 10,000 มม.
3. ตารางวางผังขนาดระยะมิติที่นิยมใช้กันคือ
  - ก. 100 มม. X 100 มม.
  - ข. 200 มม. X 200 มม.
  - ค. 300 มม. X 300 มม.
  - ง. 400 มม. X 400 มม.
4. ตารางวางผังต่างจากตารางพิกัดมูลฐานอย่างไร
  - ก. ตารางวางผัง มีขนาดเล็กกว่าตารางพิกัดมูลฐาน
  - ข. ตารางพิกัดมูลฐานมีขนาดใหญ่กว่าตารางวางผัง
  - ค. ขนาดช่องว่างของตารางพิกัดมูลฐานเป็นขนาดซึ่งทวีคูณจากตารางวางผัง
  - ง. ขนาดช่องว่างของตารางวางผังเป็นขนาดซึ่งทวีคูณจากตารางพิกัดมูลฐาน
5. การที่ตารางไม่ต่อเนื่อง ด้วยอะไรที่เป็นสาเหตุ
  - ก. วัสดุจากโรงงานต้องเผื่อระยะคลาดเคลื่อน
  - ข. ระหว่งตารางมีวัตถุขวาง ทำให้ตารางไม่สามารถต่อเนื่องกันได้
  - ค. มีส่วนประกอบไม่ลงพิกัดขวางระหว่งตารางอยู่
  - ง. ถูกทุกข้อ

### หน่วยที่ 3 การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด

1. อันดับแรกของการออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัดคือ
  - ก. กำหนดว่าจะใช้ระบบตารางต่อเนื่องหรือตารางไม่ต่อเนื่อง
  - ข. เขียนตารางตามพิกัดของพื้นอาคารแต่ละชั้น
  - ค. วางตำแหน่งพิกัดแสดงพื้นบนเส้นตาราง
  - ง. วางตำแหน่งเสา, คาน
2. การวางตำแหน่งคาน และพื้น ในงานประสานทางพิกัด ควรวางแบบใด
  - ก. วางตำแหน่งทับเส้นตารางพอดี
  - ข. วางให้เลยจากตำแหน่งเส้นพิกัดประมาณ 10 ซม.
  - ค. วางตำแหน่งให้ห่างจากตำแหน่งเส้นพิกัด
  - ง. กำหนดวางได้ทุกรูปแบบ
3. วัสดุที่ไม่ลงพิกัด คือ
  - ก. วัสดุที่มีค่ามิติสัมพันธ์กับเส้นตาราง
  - ข. วัสดุที่มีค่ามิติไม่สัมพันธ์กับเส้นตาราง
  - ค. วัสดุที่มีค่ามิติน้อยกว่าเส้นตารางพิกัด
  - ง. วัสดุที่มีค่ามิติมากกว่าเส้นตารางพิกัด
4. ถ้ามีวัสดุไม่ตามพิกัด ทำอย่างไรจึงจะสามารถใช้วัสดุนั้นในตารางพิกัดร่วมกับวัสดุตามพิกัดได้
  - ก. นำไปวางร่วมกับวัสดุตามพิกัดได้เลย
  - ข. นำไปประกอบรวมกันให้ได้มากกว่ามิติพิกัดแล้วตัดออก
  - ค. นำไปตัดต่อให้ให้มีมิติที่ต้องการ
  - ง. นำมาประกอบรวมกันให้ได้ค่ามิติเท่ากับพิกัดที่กำหนด
5. มิติพิกัดของพื้น 60 X 60 ซม. (มิติตามพิกัด) ต้องปูกระเบื้องขนาด 15 X 15 ซม. (มิติไม่ตามพิกัด) จะต้องใช้กระเบื้องเท่าใด จึงจะได้ระยะมิติตามพิกัด
  - ก. 6 แผ่น
  - ข. 8 แผ่น
  - ค. 16 แผ่น
  - ง. 32 แผ่น

#### หน่วยที่ 4 ข้อเสนอแนะในการใช้ระบบประสานทางพิกัด

1. “ฉันทินิยมใช้มิติพิกัดที่ 6พ.” 6พ. หมายถึงค่ามิติพิกัดที่เท่าใด
  - ก. 300 มม.
  - ข. 600 มม.
  - ค. 1200 มม.
  - ง. 2400 มม.
2. การใช้ระบบประสานทางพิกัด มิได้มีข้อบังคับตายตัว จะเปลี่ยนแปลงได้จากลักษณะตามข้อใด
  - ก. ตามลักษณะอาคาร
  - ข. ตามลักษณะวัสดุ
  - ค. ตามลักษณะระบบโครงสร้าง
  - ง. ถูกทุกข้อ
3. วัสดุต่อไปนี้ ข้อใดคือวัสดุที่เป็นมิติประกอบ
  - ก. คานสำเร็จรูป
  - ข. พื้นสำเร็จรูป
  - ค. ตู้เสื้อผ้า
  - ง. โครงสร้างหลังคา
4. เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนจะขึ้นอยู่กับ
  - ก. ประเภทวัสดุ
  - ข. ประเภทโครงสร้าง
  - ค. ประเภทรอยต่อ
  - ง. ข้อ ก. และ ค. ถูก
5. ปลั๊ก, มือจับประตู, สวิตช์ไฟฟ้า, ดวงโคม วัสดุเหล่านี้ถือเป็น?
  - ก. ส่วนประกอบโครงสร้าง
  - ข. ส่วนประกอบอาคารตามพิกัด
  - ค. มิติประกอบ
  - ง. มิติพิกัด



ภาคผนวก ง  
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ผลแบบประเมินคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิ

1. การประเมินผลด้านเนื้อหา มีผลดังนี้

1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง	ค่าเฉลี่ย	=	3.83
2. รูปภาพและตัวอักษร	ค่าเฉลี่ย	=	4.50
3. เวลา	ค่าเฉลี่ย	=	4.00
	ค่าเฉลี่ยรวม	=	4.11

ระดับค่าเฉลี่ย 4.11 : มีคุณภาพดี

2. การประเมินผลด้านเทคนิคการผลิตสื่อ มีผลดังนี้

1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง	ค่าเฉลี่ย	=	5.00
2. รูปภาพและตัวอักษร	ค่าเฉลี่ย	=	4.80
3. เวลา	ค่าเฉลี่ย	=	5.00
	ค่าเฉลี่ยรวม	=	4.93

ระดับค่าเฉลี่ย 4.11 : มีคุณภาพดีมาก

3. การประเมินผลด้านแบบทดสอบ มีผลดังนี้

การประเมินด้านแบบทดสอบ ค่าเฉลี่ยรวม = 4.80

ระดับค่าเฉลี่ย 4.11 : มีคุณภาพดีมาก

ค่าความยากง่ายของข้อสอบโดยใช้สูตร  $\frac{P}{N} = (R)$

ค่าความยากง่ายของข้อสอบเฉลี่ยที่ได้คือ 0.68 มีความยากง่ายอยู่ในช่วงปานกลาง

ค่าอำนาจจำแนกโดยใช้สูตร  $r = \left( \frac{R_u - R_L}{N/2} \right)$

ค่าอำนาจจำแนกได้คือ 0.45 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ดี

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร  $r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right\}$

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ได้เท่ากับ 0.84 แบบทดสอบวัดสัมฤทธิ์มีความเหมาะสม

ค่าประสิทธิภาพของบทเรียน

แบบทดสอบระหว่างเรียนร้อยละ 85.15 แบบทดสอบหลังเรียนร้อยละ 91.50%

ค่าประสิทธิภาพของบทเรียน 85.15% / 91.50% สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (80/80)

แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียน

ความคิดเห็นของผู้เรียน ค่าคะแนนเฉลี่ย คือ 4.35



รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ  
(ที่ปรึกษาปริญญาโทร่วม)

1) ด้านเนื้อหา

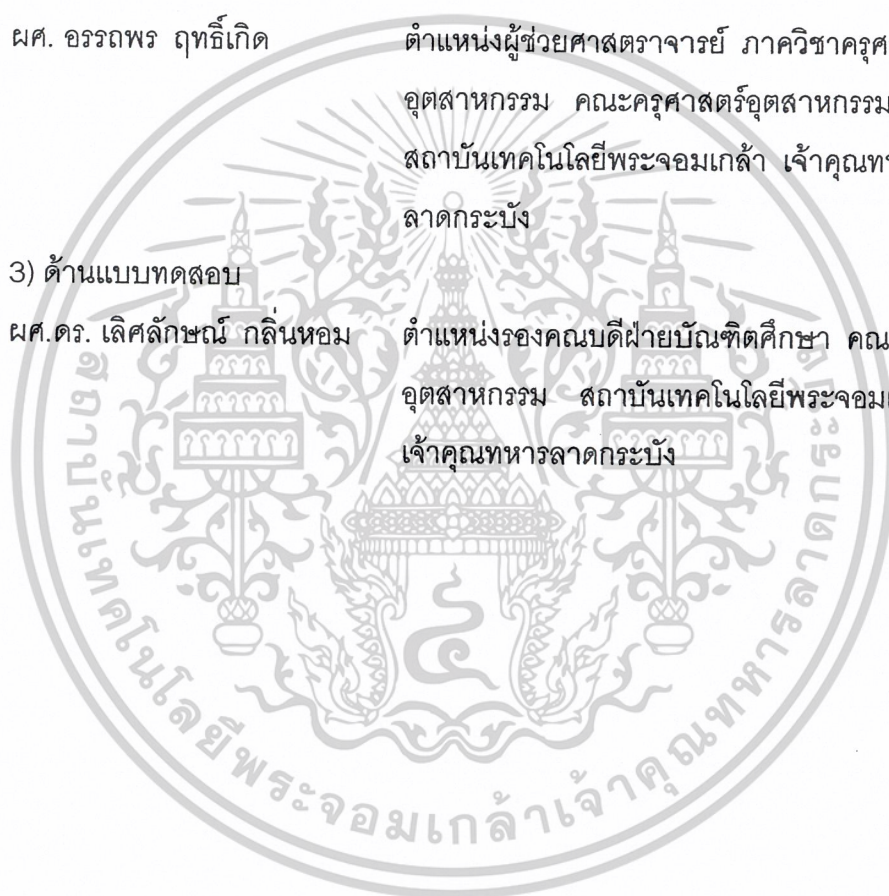
อาจารย์ กาญจนา ศรีวิชัย ตำแหน่งอาจารย์ แผนกวิชาช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ

2) ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

ผศ. อรรถพร ฤทธิเกิด ตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาครุศาสตร์-  
อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร-  
ลาดกระบัง

3) ด้านแบบทดสอบ

ผศ.ดร. เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม ตำแหน่งรองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์-  
อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง





### การก่อสร้างระบบอุตสาหกรรม (Industrial Construction)

แนวความคิดของการก่อสร้างในระบบอุตสาหกรรม คือ การผลิตเป็นจำนวนมากๆ (Mass production) โดยมีรูปแบบ ขนาด และขบวนการผลิต (การก่อสร้าง) ที่เหมือนกัน หรือซ้ำๆ กัน เพื่อลดต้นทุนการผลิตต่อหน่วยและเสร็จทันภายในเวลาที่จำกัด การก่อสร้างในระบบอุตสาหกรรมจึงเป็นส่วนหนึ่งของ Systems building ซึ่งรวมไปถึง

-เทคโนโลยีและระบบของชิ้นส่วนประกอบ (Hardware technology, component systems)

-การประสานแบบ (Co-ordination of design)

-การผลิต (Production)

-การปฏิบัติการในสถานที่ก่อสร้าง (Site operation)

-การเงิน (Finance)

-การตลาด (Marketing)

-การบริหาร (Management)

### รูปแบบของการก่อสร้างอาคารระบบอุตสาหกรรม

การก่อสร้างอาคารในระบบอุตสาหกรรมหรืออาคารสำเร็จรูป จึงมีระดับที่แตกต่างกันไป เช่น

-Mobile home

-บ้านสำเร็จรูปทั้งหลัง

-บ้านสำเร็จรูปที่ประกอบจากชิ้นส่วนประกอบ (Component) ต่างๆ

-ระบบโครงสร้างสำเร็จรูป

-ระบบผนังสำเร็จรูป

-ระบบชุดอุปกรณ์อาคารสำเร็จรูป เช่น ลิฟต์ ครุฑ ห้องน้ำ และระบบท่อรวมของงานเครื่องกลหรือไฟฟ้า (Mechanical unit)

แต่สำหรับอาคารสูงปกติจะไม่เน้นผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่รวมงานตกแต่งเสร็จสมบูรณ์ไว้แล้ว แต่จะมุ่งพัฒนาระบบหรือชิ้นส่วนประกอบ (Component) ทางโครงสร้าง ทางสถาปัตยกรรม และทางระบบอุปกรณ์อาคารที่ผลิตมาจากโรงงาน และอาจเสร็จเพียงร้อยละ 40 แล้งนำมาประกอบในสถานที่ก่อสร้าง เพื่อความอิสระในเรื่องของรูปแบบและการใช้งานที่มักแตกต่างกันออกไป

เป็นที่น่าสังเกตว่าแนวความคิดของอาคารสำเร็จรูป หรือการก่อสร้างระบบอุตสาหกรรม บางระบบ แต่เดิมมีวัตถุประสงค์ต้องการประหยัด หรือลดราคาค่าก่อสร้าง แต่ปัจจุบันนี้ใน

ประเทศที่เจริญทางด้านอุตสาหกรรม กลับมีแนวความคิดในทางตรงกันข้าม คือระบบสำเร็จรูปกับอาคารที่ต้องการความประณีต หรือมีมาตรฐานการก่อสร้างที่สูง ราคาจึงไม่ถูกหรือประหยัดอย่างที่เรารู้จักกัน

### ระบบโครงสร้างสำเร็จภาพที่ใช้กันทั่วไป

- Skeleton systems
- Panel frame systems
- Wall Panel systems
- Box systems (Monolithic shell type, skeleton type, stress-skin type)
- Mixed systems เช่น กล่องสำเร็จรูปเสียบอยู่ในช่องเสา-คาน หรือยึดติดกับผนังลิฟต์ หรืออาจใช้ระบบ Panel systems ร่วมกับ Skeleton systems

ผนังลิฟต์ หรืออาจใช้ระบบ Panel systems ร่วมกับ Skeleton systems

การใช้ระบบการก่อสร้างเป็นสำเร็จรูปหรือระบบอุตสาหกรรมนั้นต้องพิจารณา ขนาดรูปร่าง และน้ำหนัก ของหน่วยอาคาร (Unit) หรือ ชิ้นส่วนประกอบ (Component) ที่ผลิตในโรงงาน พาหนะและข้อจำกัดในการขนส่ง และความสามารถของอุปกรณ์ที่ใช้เคลื่อนย้าย หรือยกประกอบติดตั้งในหน้างานด้วย

อาคารสำเร็จรูปได้ถูกเลือกใช้กันอย่างแพร่หลาย จนรู้สึกว่าการก่อสร้างในปัจจุบันได้นำระบบสำเร็จรูปเข้ามาใช้ในการก่อสร้างอาคารพักอาศัยในระบบกึ่งสำเร็จรูป อาทิ สร้างสะพานและงานประกอบตบแต่งเพื่อความงามทางสถาปัตยกรรม การนำระบบสำเร็จรูปมาใช้ทำให้เกิดการประหยัดทั้งวัสดุ โดยเฉพาะประหยัดเวลาในการก่อสร้างลงได้มาก แต่การขนส่งและการยกขึ้นติดตั้งจำเป็นต้องใช้ปั้นจั่นด้วย นอกจากนี้ความนิยมของเจ้าของอาคารในเรื่องอาคารสำเร็จรูป คนไทยยังนิยมน้อยกว่าการสร้างอาคารที่หล่อในที่ ทั้งนี้อาจเชื่อว่า ความแข็งแรงจะไม่เต็มที่ ที่จริงแล้วการสร้างระบบสำเร็จรูปหรือกึ่งสำเร็จรูป ต้องมีการออกแบบรอยต่อในส่วนต่างๆของอาคารอย่างถี่ถ้วน และมีความแข็งแรงพอเพียง

สำหรับเทคนิคการก่อสร้าง นำระบบกึ่งสำเร็จ หรือจะทำระบบสำเร็จรูปเป็นชิ้นๆแล้วนำมาต่อกัน และสร้างเชื่อมด้วยระบบสร้างในสถานที่อีก ได้พยายามสร้างด้วยระบบสำเร็จรูปกันตลอดเวลา จำต้องมีการพิจารณางานเพื่อการออกแบบ

### หลักการออกแบบอาคารสำเร็จรูป

การที่จะออกแบบอาคารสำเร็จรูป มีเรื่องที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. ชิ้นส่วนต้องมีความแข็งแรง เนื่องจากต้องหล่อชิ้นงาน ท่อน ซึ่งเป็นส่วนของอาคารเมื่อคอนกรีตแข็งแรงพอแล้ว จึงยกและขนส่งไปเพื่อติดตั้งในที่ก่อสร้าง จะต้องเตรียมตำแหน่งยก

หรืออุปกรณ์ประกบเพื่อให้งานไม่ไปกระทบให้เกิดความเสียหาย และต้องเตรียมตำแหน่งการยกได้สะดวก ถ้าเป็นการวางซ้อนกันต้องประกบไว้ให้แน่นแล้ว กันการกระเทือนไว้ด้วย

2. **แข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนัก** ตามสภาพของอาคารแต่ละชนิด จะมีน้ำหนักอาคารเอง และน้ำหนักบรรทุก ที่ใช้อาคารนั้น นอกจากนี้การถ่ายน้ำหนักจากหลังคาสู่เสา จากพื้นสู่คาน และจากคานสู่เสา หรือจากพื้นสู่เสาและจากเสาสู่อานราก ดินที่มีความมั่นคงจะรับอาคารไว้ได้ เมื่อได้ผ่านการคำนวณ หาขนาดของแผ่น ท่อน ด้วยขนาดและลักษณะที่จำกัด ซึ่งเป็นสัดส่วนเพื่อเตรียมให้ต่อกันได้อย่างดี และประหยัด

3. **โครงสร้างที่นำมาประกอบกันอย่างมั่นคง** โดยเฉพาะแรงที่เกิดทางแนวราบ เช่น แรงลมหรือเขย่าอันเนื่องมาจากแผ่นดินไหว โครงสร้างจะสามารถต้านแรงดังกล่าวได้

4. **ความแข็งแรงของรอยต่อ** เมื่อเกิดแรงขึ้นในแผ่น ท่อน จะถ่ายมายังรอยต่อ ต้องพิจารณาเรื่องรอยต่อความแข็งแรง และง่ายในการต่อประสานกันเมื่อมีการติดตั้ง

#### ระบบของโครงสร้าง

1. **ระบบผนังรับน้ำหนัก** การหล่อผนัง ให้มีความสูงเท่ากับช่วงของอาคาร เมื่อติดตั้งแล้วจะนำแผ่นพื้นวางบนผนัง เท่ากับว่าผนังรับน้ำหนักเต็มที่ และในขณะเดียวกันผนังจะประกอบไปด้วยท่อสายไฟ ท่อน้ำ และติดตั้งอุปกรณ์ที่จำเป็นอีกด้วย

2. **ระบบเสาและคาน** เป็นระบบที่ถ่ายน้ำหนักจากพื้นสู่คานและยังเสา ในเมื่อนำโครงสร้างมาประกอบกันแล้ว ช่วงเสาและคาน เป็นสัดส่วนที่ต้องพิจารณาให้มีความสัมพันธ์จนทำให้เกิดความแข็งแรงด้วย

3. **ระบบเสาและพื้น** เมื่อติดตั้งเสาที่หล่อสำเร็จรูปมาแล้ว นำพื้นต่อ โดยไม่ต้องมีคานรับน้ำหนักจากพื้นจะถ่ายลงเสาทันทีเลย ฉะนั้นรอยต่อของพื้นกับเสาจะต้องพิจารณาออกแบบให้ยึดติดกันแน่นด้วยการเชื่อมเหล็กรับน้ำหนัก

4. **ระบบกล่อง** นำแต่ละชิ้นส่วนมาประกอบกันเป็นกล่อง หรือหล่อให้เป็นกล่อง มีการตกแต่งภายในด้วยอุปกรณ์ไฟฟ้าและประปาสมบูรณ์ ทั้งภายในและภายนอกเป็นผิวที่ทำได้เรียบร้อย นำกล่องมาซ้อนต่อกัน โดยยกด้วยบันจัน ต้องพิจารณารอยต่อของแต่ละกล่องให้มีการรับน้ำหนักและถ่ายน้ำหนักด้วย

#### การประสานงานพิกัดในงานก่อสร้างอาคารสำหรับประเทศไทย

การประสานทางพิกัด (Modular coordination) เป็นระบบที่กำหนดขึ้นเพื่อช่วยให้การประกอบงานต่างๆ เป็นไปอย่างรวดเร็วและประหยัดหลักสำคัญของระบบนี้คือ กำหนดหน่วยความยาวขึ้นหน่วยหนึ่ง เพื่อวางเป็นมาตรฐานในการประสานกันทางพิกัด หน่วยนี้เรียกว่า หน่วยพิกัด

มูลฐาน (หน่วยความยาวของการประสานทางพิกัด) ค่าของหน่วยที่จะมาเกี่ยวข้องกับการประสานทางพิกัดนี้ จะต้องเป็นค่าเพิ่มหรือลด(สิ่งที่มีค่าเพิ่มจากหน่วยพิกัดมูลฐาน เรียกว่า "หน่วยคูณพิกัด" สิ่งที่มีค่าต่ำกว่าหน่วยพิกัดมูลฐาน เรียกว่า หน่วยต่ำพิกัด) จากผลคูณของหน่วยพิกัดมูลฐาน (ตัวอย่าง เช่น ให้ พ. เป็นหน่วยพิกัดมูลฐาน หน่วยคูณพิกัดอาจเป็น 3 พ หรือ 6 พ และหน่วยพิกัดอาจเป็น พ/2 เช่นนี้เป็นต้น)

การประสานทางพิกัดในการก่อสร้างอาคาร (Modular coordination in building) คือ การนำระบบประสานทางพิกัดมาใช้ในงานก่อสร้าง โดยใช้ในทุกชั้นของการทำงาน ตั้งแต่ การออกแบบ การผลิตวัสดุก่อสร้างหรือชิ้นส่วนอาคาร การใช้วัสดุก่อสร้าง จนถึงการจัดตั้ง ซึ่งช่วยให้ก่อสร้างได้โดยสะดวกรวดเร็วและประหยัด

ในระดับนานาชาตินั้น ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION) องค์การระหว่างชาติเพื่อการวางมาตรฐาน ได้ตั้งกรรมาธิการวิชาการขึ้น โดยเฉพาะสำหรับงานด้านการประสานทางพิกัดในการก่อสร้างอาคาร และรวบรวมเอกสารต่างๆ ที่ค้นคว้าได้ เสนอให้กลุ่มประเทศสมาชิกของ ISO เพื่อพิจารณาแก้ไขและเสนอแนะก่อนที่จะกำหนดให้เป็นมาตรฐานโลกต่อไป

อนึ่ง หน่วยพิกัดมูลฐานของการประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคารนั้น ISO ได้กำหนดใช้ด้วยชื่อว่า M ซึ่งเป็นศูนย์กำหนดรายการมาตรฐานแห่งประเทศไทย กำหนดให้ใช้ภาษาไทยว่า พ. มีค่าความยาวเป็น 100 มม.

### เหตุที่ต้องมีการประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคาร

งานก่อสร้างอาคาร ประกอบด้วยวัสดุหลายชนิดหลายประเภทซึ่งมีขนาดต่างกัน การนำวัสดุต่างขนาดเข้ามาประกอบใช้ร่วมกันในอาคารเดียวกันนั้น โดยทั่วไปมักเกิดปัญหาว่าขนาดของวัสดุประสานกันไม่พอดี ต้องมีการตัดเพื่อปรับขนาดให้เหมาะแก่การจัดตั้ง ซึ่งทำให้เสียทั้งวัสดุ แรงงาน และเวลา

ระบบการประสานทางพิกัดในงานก่อสร้างอาคารจะช่วยให้วัสดุที่ต่างชนิด ต่างขนาด เหล่านั้น สามารถประกอบรวมกันได้ทันทีอย่างพอดี โดยไม่ต้องมีการตัดแต่ง ทำให้เกิดความรวดเร็วและประหยัดกว่ามาก

ตัวอย่าง เช่น อิฐมอญขนาดยาว 30 ซม. 3 มม. ซึ่งเผื่อรอยต่อระหว่างก้อนไว้ด้วยแล้ว เมื่อถูกใช้นำมาเป็นผนังของอาคาร โดยก่อเป็นผนังทางยาวเป็นจำนวน 4 ก้อน จะได้ความยาว 120 ซม. (12 พ.) ซึ่งจะพอดีกับขนาดกระเบื้องแผ่นเรียบ หรือไม้อัดที่ใช้ทำฝ้าเพดาน ซึ่งมีขนาด 120 ซม. (12 พ.) X 240 ซม. (24 พ.) เป็นต้น

## การจัดหมวด

**หน่วยพิกัด (Module)** คือหน่วยของขนาดที่สะดวกที่สุดที่ใช้ในการเพิ่มต่อเนื่องกันในการประสานทางมิติ

**หน่วยพิกัดมูลฐานสากล (International Basic Module)** คือ หน่วยพิกัดที่เป็นรากฐานใช้ในการประสานทางพิกัดในอาคาร ซึ่งมี ค่า = 100 ม. และใช้อักษรย่อว่า พ (M)

**หน่วยคูณพิกัด (Multi Module)** คือ หน่วยพิกัดที่ขนาดของมันเป็นผลคูณของหน่วยพิกัดมูลฐานที่ตกลงไว้ (100 มม.)

**หน่วยต่ำพิกัด (Sub Module)** คือหน่วยพิกัดที่มีขนาดแบ่งย่อยจากหน่วยพิกัดมูลฐานที่ตกลงไว้ (100 มม.)

**หน่วยพิกัดแผนผัง (Planning Module)** คือ หน่วยพิกัดที่วิญญู ซึ่งนำมาใช้สำหรับการออกแบบขนาดชิ้นส่วนของอาคาร โดยถือจากหน่วยพิกัดมูลฐานเป็นสำคัญ ซึ่งขนาดยอมเป็นไปตามความต้องการของผู้ออกแบบ เหตุผลและความเหมาะสม

## คำจำกัดความ

### ทั่วไป

**การประสานทางมิติ (Dimensional Coordination)** คือระเบียบแบบแผนของขนาดที่สำคัญสัมพันธ์กันสำหรับมิติการประสานของส่วนประกอบอาคารและตัวอาคารกำหนดส่วนประกอบต่างๆไว้เพื่อการออกแบบ การผลิต และการประกอบติดตั้ง

**การประสานทางพิกัด (Modular Coordination)** คือการประสานของมิติซึ่งใช้หน่วยพิกัดมูลฐาน หน่วยคูณพิกัด พิกัดย่อย หรือพิกัดระบบอุเทศ

**มิติ (Dimension)** คือ ระยะห่าง 2 จุด เป็นเส้น หรือระนาบ

**ขนาด (Size)** คือขนาดของมิติที่มีรูปของหน่วยกำหนดที่แน่ชัด

**ขนาดนำเสนอ (Preferred Size)** คือ ขนาดที่เหมาะสมที่สุดที่เลือกขึ้นมาสำหรับใช้ตามประสงค์

**ความกว้าง (Width)** หนึ่งใน 2 มิติทางตั้งที่มีค่าน้อยกว่า

**ความยาว (Length)** หนึ่งใน 2 มิติ ทางนอนที่มีค่ามากกว่า

**ความสูง (Height)** มิติทางตั้งซึ่งนับขึ้นไปเหนือระดับอุเทศทางแนวนอน

**ความลึก (Depth)** มิติทางตั้ง ซึ่งนับต่ำลงไปกว่าระดับอุเทศทางแนวนอน

**ความหนา (Thickness)** มิติของระนาบใดที่เล็กที่สุดในบรรดามิติของสิ่งนั้น

**จุดอุเทศ (Reference Point)** คือ จุดอุเทศ

**เส้นอุเทศ (Reference Line)** คือเส้นในระบบอุเทศ

**ระบบอุเทศ (Reference System)** ระบบของจุดเส้นและระนาบ ซึ่งขนาดและตำแหน่งของส่วนประกอบอาคารอาจมีความสัมพันธ์ด้วย

**ระนาบอุเทศ (Reference Plane)** คือระนาบในระบบอุเทศ

**เนื้อที่มูลฐาน (Basic Space)** เนื้อที่ที่เกิดขึ้นโดยระนาบอุเทศ เพื่อให้รับกับชิ้นส่วนอาคาร

**เนื้อที่ตามพิกัด (Modular Space)** คือเนื้อที่ ๆ กำหนดโดยระนาบตามพิกัด

**เขตเป็นกลาง (Neutral Zone)** เขตที่อยู่ระหว่างระนาบทางพิกัดที่ติดกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามพิกัด

**เขตตามพิกัด (Modular Zone)** เนื้อที่ทางพิกัดระหว่างระนาบทางพิกัด ซึ่งจัดไว้สำหรับส่วนประกอบหรือกลุ่มของส่วนประกอบซึ่งไม่จำเป็นต้องเต็ม หรืออาจจะทิ้งว่างไว้ก็ได้

**มิติตามพิกัด (Modular dimensions)** ระยะที่กำหนดขึ้นใช้ในการประสานทางพิกัด จะมีขนาดเป็นคูณพิกัดของหน่วยพิกัดมูลฐาน เช่น 3 พ. 6 พ. หรือ พ.

**ระบบอุเทศตามพิกัด (Modular Reference System)** คือระบบอุเทศที่ใช้ในระบบการประสานทางพิกัด

**จุดตามพิกัด (Modular Point)** คือจุดของระบบอุเทศตามพิกัด

**เส้นตามพิกัด (Modular line)** คือ เส้นของระบบอุเทศตามพิกัด

**ระนาบตามพิกัด (Modular Plan)** คือระนาบของระบบอุเทศตามพิกัด

**ขนาดตามพิกัด (Modular Size)** คือ ขนาดของมิติตามพิกัด

**ตารางอุเทศ (Reference grid)** คือตารางของเส้นอุเทศในระนาบเดียวกัน

**เส้นตาราง (Grid line)** คือ เส้นในตารางอุเทศ

**ตารางแผนผัง (Planning grid)** คือตารางอุเทศที่ใช้ในการออกแบบอาคาร

**ตารางโครงสร้าง (Structural grid)** คือตารางแผนผังที่ใช้สำหรับติดตั้งโครงสร้าง

**ตารางเนื้อที่ (Space grid)** คือตาราง 3 มิติ ของเส้นอุเทศ

**พิกัดโครงสร้าง (Structural module)** คือพิกัดของตารางโครงสร้าง

**ตารางตามพิกัด (Modular grid)** คือตารางมุมฉากที่แต่ละด้านมีความยาวเท่ากับหน่วยพิกัดมูลฐาน หรือหน่วยคูณพิกัด

**มิติตามพิกัด (Modular dimension)**

**ระยะต่ำสุดสำหรับความเบี่ยงเบนทางพิกัด** (Minimum Deviation) ความแตกต่างระหว่างการวัดระยะต่ำสุดสำหรับส่วนประกอบ กับขนาดทางพิกัดของส่วนประกอบนั้น (ต้องไม่มากกว่าความหนาสูงสุดที่ยอมให้ขบรอยต่อ)

**การวัดระยะสูงสุดสำหรับส่วนประกอบ** (Maximum Measurement) การวัดระยะสูงสุดที่ยอมให้ระหว่างผิวหน้าเพื่อการประสานของส่วนประกอบ

**ส่วนประกอบทางพิกัด** (Modular Component) ส่วนประกอบซึ่งขนาดการประสานของมันเป็นไปตามพิกัด

**ความคลาดเคลื่อนของส่วนประกอบ** (Tolarlance) ความแตกต่างระหว่างการวัดระยะสูงสุดของส่วนประกอบ

**การวัดระยะต่ำสุดสำหรับส่วนประกอบ** (Minimum Measurement) การวัดระยะต่ำสุดที่ยอมให้ระหว่างผิวหน้าเพื่อการประสานของส่วนประกอบ

**ระยะสูงสุดสำหรับความเบี่ยงเบนทางพิกัด** (Maximum Deviation) ความแตกต่างระหว่างระยะต่ำสุดสำหรับส่วนประกอบกับขนาดทางพิกัดของส่วนประกอบนั้น (ต้องไม่มากกว่าความหนาสูงสุดที่ยอมให้ขบรอยต่อ)

**มิติแย้งพิกัด** (Infra modular dimension) คือระยะที่มีค่านอกเหนือไปจากหน่วยพิกัดมูลฐาน

**ลำดับของมิติ** (Series of dimension) ลำดับของมิติที่ตั้งขึ้นจากอัตราส่วนเฉพาะ และเลือกจากชนิดของส่วนประกอบอาคารแบบเดียว หรือมากกว่านั้น

**ลำดับของมิติตามพิกัด** (Modular series of dimension) ระยะของมิติ (สำหรับส่วนประกอบ) ซึ่งเป็น ratio เป็นหน่วยพิกัด

**มิติแห่งการประสานทั่วไป** (Dimension of general coordination) (Key dimension) มิติแห่งการประสานทางพิกัดระหว่างระนาบหลักที่ใช้เกี่ยวข้อง (ตัวอย่าง ความสูงระหว่างพื้นถึงพื้น)

**มิติแห่งการประสานพิเศษ** (Dimension of special coordination) มิติแห่งการประสานซึ่งกำหนดสำหรับส่วนประกอบของอาคาร หรือรากมูล ซึ่งอาจมีมิติแย้งกับระนาบอ้างอิง (Key plane) ตามตำแหน่งโครงสร้าง

**มิติเทคนิค** (Technical dimension) คือมิติที่ไม่เป็นไปตามพิกัด เป็นผลที่เกิดจากการพิจารณาด้านเศรษฐกิจ ซึ่งมิตินี้เป็นอิสระจากการประสานทางพิกัด

**มิติมูลฐาน** (Basic dimension) คือขนาดโดยการอ้างอิง ซึ่งมีความจำกัดของขนาดตามกำหนดแน่นอน

**เนื้อที่การประสาน** (Coordinating space) คือเนื้อที่หรือพื้นที่ที่จัดไว้เพื่อการติดตั้งส่วนประกอบ, กลุ่มของส่วนประกอบ หรือส่วนมูล อย่างมีการประสานทางมิติกับส่วนประกอบ หรือส่วนมูล ทั้งได้รวมรอยต่อ และระยะเผื่อแล้ว

**ระนาบตามพิกัด** (อุเทศ) Modular (reference) plan คือผืนระนาบในเนื้อที่ตารางตามพิกัด ซึ่งตำแหน่งของส่วนประกอบ และของรากมูลของอาคารอยู่ตามทฤษฎีได้กำหนดไว้

**ระนาบตามหลักพิกัด** (Modular Reference) คือผืนระนาบในเนื้อที่ตารางตามพิกัด ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีที่ถือเป็นหลักอ้างอิง ส่วนใหญ่อยู่ตำแหน่งส่วนประกอบที่ต้องรับแรงมาก

**ส่วนประกอบ** (Component) คือส่วนของมูลของการก่อสร้าง หรือชิ้นส่วนโครงสร้าง ซึ่งมีขนาดระยะตามกำหนด

**ส่วนมูล** (Element) คือส่วนที่ใช้สอยที่ผลิตเพื่อใช้ในงานก่อสร้างกับที่ คือส่วนของอาคารหรือโครงสร้าง ซึ่งมีหน้าที่ของมันเองเป็นเอกลักษณ์ ตัวอย่างเช่น ฐานราก, พื้น, หลังคา และผนัง เป็นต้น

**ส่วนมูลตามพิกัด** (Modular element) คือส่วนของอาคาร หรือโครงสร้าง ซึ่งมีการประสานของขนาดเป็นมิติตามพิกัด

**เส้นตามพิกัด** (อุเทศ) Modular (reference) line คือเส้นตรงที่ระนาบตามพิกัด 2 ระนาบตัดกัน

**เส้นแกนตามพิกัด** (Modular axis) คือแนวเส้นของผนัง หรือแถวของเสาที่ประกอบอยู่บนตารางตามพิกัด (Modular grid)

**พิกัดตารางเนื้อที่** (Modular space grid) คือเนื้อที่ 3 มิติของตารางตามพิกัด

**ส่วนประกอบอาคาร** (Building Compound) รูปร่างของวัสดุก่อสร้างที่ผลิตออกมาเป็นชิ้น ผลิตกันสำหรับทำการก่อสร้าง มีรูปร่างเป็นหน่วยที่แน่นอน มีขนาดกำหนดไว้เป็น 3 มิติ

**การประกอบ** (Assembly) การนำเอาส่วนประกอบอาคารมาใช้เข้าด้วยกัน

**โครงร่าง** (Profile) โครงร่างของส่วนประกอบอาคาร หรือหน้าตัดของอาคารส่วนประกอบ

**มิติควบคุม** (Controlling dimension) คือ มิติอันหนึ่งระหว่างระนาบอุเทศ หลัก เช่น มิติทางความสูงระหว่างพื้นถึงพื้น

**เขตควบคุม** (Controlling zone) คือเนื้อที่ระหว่างระนาบอุทศหลัก ซึ่งจัดสำหรับพื้น, หลังคา, ผนัง, เสา

**เส้นควบคุม** (Controlling line) คือเส้นที่แทนกำหนดเขต, พื้น, หลังคาในทางนอน แทนเส้นแกนของผนังรับ น้ำหนัก เสา หรือส่วนที่จำกัดของผนัง, เสา

**มิติการประสาน** (Coordination dimension) คือ มิติที่กำหนดให้ชิ้นประกอบทุกชิ้นเข้ากัน

**หน้าประสาน** (Coordination face) คือส่วนหน้าตัดของชิ้นประกอบ ซึ่งอยู่ระหว่างในระนาบแห่งการประสาน

### หลักการขั้นมูลฐานของการประสานทางพิกัด

#### Basic Principles of Modular Coordination

1. การกำหนดขนาด หรือ ระยะของส่วนประกอบอาคาร จะต้องมีความสัมพันธ์กันทุกๆ ส่วน เช่น ขนาดส่วนประกอบของพื้นจะต้องสัมพันธ์กับขนาดส่วนประกอบของหลังคา ของเพดาน และ ของผนัง เป็นต้น
2. ขนาดหรือระยะของส่วนประกอบ จะต้องเป็นขนาด หรือระยะที่เกิดจากผลคูณของหน่วยพิกัดมูลฐานเสมอ และขนาดพิกัดมูลฐานต้องมีขนาดเล็ก พอที่จะเกิดการยืดหยุ่นในการออกแบบ
3. ขนาดของตารางตามพิกัด (Modular grid) ให้ถือหน่วยวัดขนาด 10 ซม. เป็นขนาดเล็กที่สุด
4. ขนาดของส่วนประกอบ (Component) ที่กำหนดไว้ในตารางตามพิกัดจะต้องเผื่อระยะรอยต่อไว้แล้ว คือ ขนาดของส่วนประกอบที่ผลิตจากโรงงานโดยทั่วไป ย่อมเล็กกว่าขนาดมิติทางพิกัด
5. ขนาดหรือระยะของส่วนประกอบในตารางตามพิกัด จะต้องเท่ากับขนาดหรือระยะของส่วนประกอบที่ผลิตจากโรงงาน ร่วมด้วยเกณฑ์คลาดเคลื่อนที่ยอมให้มี และร่วมด้วยรอยต่อเชื่อมระหว่างก้อน
6. เนื่องมาจากการผลิตส่วนประกอบจากโรงงานไม่สามารถทำให้ตรงตามความเป็นจริงที่กำหนดได้เสมอไป จึงได้ตั้งเกณฑ์คลาดเคลื่อนไว้ว่าให้น้อย หรือ มากได้เท่าใด
7. ระบบการประสานทางพิกัด เป็นระบบที่เพิ่มเข้าไป ไม่ใช่ระบบแบ่งย่อยลงไป

## การใช้ระบบประสานทางมิติ

วิธีการใช้ระบบประสานทางมิติในการออกแบบอาคาร หรือออกแบบส่วนประกอบ

### 1. ตารางตามพิกัด

การออกแบบอาคารจำเป็นต้องใช้ตารางตามพิกัด เพื่อเป็นกรอบโครงให้ส่วนประกอบอาคารต่างๆ ประสานกันได้พอดีในเนื้อที่ที่กำหนด

ตารางตามพิกัดแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. ตารางต่อเนื่อง หมายถึงตารางที่ต่อเนื่องเป็นแนวเดียวกันตลอด
2. ตารางไม่ต่อเนื่อง หมายถึงตารางที่แยกเป็นส่วนๆ โดยมีเขตเป็นกลางของขนาดส่วนประกอบอาคารที่ไม่ลงพิกัดขวางอยู่เป็นระยะ หรือมีมิติของพิกัดแตกต่างกัน แยกตารางต่อเนื่องออกจากกัน

### 2. ตารางตามพิกัดมาตรฐาน

ตารางนี้ประกอบด้วยเส้นขนานระยะห่างกัน 100 มม. ตัดกันเป็นตาราง การใช้ตารางตามพิกัดมาตรฐาน ใช้กับเนื้อที่ขนาดเล็กทั่วไป

### 3. ตารางวางผัง

ตารางนี้ใช้สำหรับการวางผังทั่วไป เช่น การแสดง มิติของห้องต่างๆ ที่ตั้งของส่วนประกอบอาคารชั้นหลัก ฯลฯ (เส้นของตารางวางผังนี้จะทับกันพอดีกับเส้นของตารางตามพิกัดมาตรฐาน เพียงแต่ขนาดของช่องว่างตารางแผนผังเป็นขนาดซึ่งทวิคูณจากช่องตารางตามพิกัดมาตรฐาน) ขนาดที่เหมาะสมของตารางวางผัง คือ 300 มม. และถ้าประสงค์อาจใช้ขนาดช่องตาราง 600 มม. หรือ 1200 มม. ก็ได้

## การออกแบบโดยใช้ระบบประสานทางพิกัด

วิธีใช้ระบบประสานทางมิติในการออกแบบอาคาร ให้ทำงานตามลำดับดังนี้

1. กำหนดว่าจะใช้ระบบตารางต่อเนื่องหรือตารางไม่ต่อเนื่อง หรือระบบตารางไม่ต่อเนื่อง
2. เขียนตารางตามพิกัดของพื้นอาคารแต่ละชั้น โดยใช้วิธีที่เลือกแล้วในข้อ 1 และถ้าจำเป็นก็อาจเขียนตารางตามพิกัดของส่วนประกอบอาคารที่มีได้ทำหน้าที่รับน้ำหนักด้วย
3. วางตำแหน่งพิกัดแปลบพื้นบนตารางวางแผนผัง เพื่อให้เนื้อที่ตามพิกัดทั้งหลายบรรจุในเส้นตารางได้พอดี

4. วางตำแหน่งเสา, คาน โดยให้เส้นแกนของโครงสร้างเหล่านี้ทับบนเส้นตารางพอดี (หรืออยู่ในเขตเป็นกลางสำหรับระบบตารางไม่ต่อเนื่อง) ตรวจสอบให้แน่นอนว่าเส้นขอบของรอยต่อของชิ้นส่วนพื้น, ผนัง จดกับเส้นตารางที่เป็นเส้นควบคุม
5. สำหรับที่ตั้งของสวนอาคารที่มีได้รับน้ำหนัก เช่น ผนังกัน ก็ให้ใช้วิธีการเดียวกับข้อ 4
6. กำหนดตำแหน่งของวัสดุที่ไม่ลงพิกัด
7. ถ้าต้องการ อาจเขียนตารางขึ้นอีกตารางต่างหาก โดยใช้พิกัดที่ประสานกับตารางวางผัง เพื่อแสดงส่วนประกอบอาคารที่เห็นในรูปตัด หรือรูปด้าน

### ข้อแนะนำในการใช้ระบบประสานทางพิกัดในอาคาร

การออกแบบอาคาร โดยใช้ระบบประสานทางพิกัด มิได้มีข้อบังคับตายตัว แต่อาจเปลี่ยนแปลงได้ ลักษณะอาคาร, วัสดุก่อสร้าง, ระบบโครงสร้าง ฯลฯ ทั้งนี้ มีข้อควรพิจารณาอยู่ 2 ประการ

1. เพื่อให้อาคารที่ออกแบบได้ขนาดพอดีกับสัดส่วนประกอบอาคารที่ผลิตขึ้นตามขนาดมาตรฐาน เช่น อิฐ, บล็อก, ผนังสำเร็จรูป, ชูตหน้าต่าง ฯลฯ การออกแบบจึงต้องใช้ตารางตามพิกัดเป็นหลัก การใช้ตารางตามพิกัดนี้อาจใช้ตลอดอาคาร เช่น ใช้ในการวางผัง กำหนด รูปด้าน ฯลฯ หรือใช้เฉพาะส่วนก็ได้ ขนาดของช่องตารางซึ่งเรียกว่า มิติพิกัดเช่นเดียวกัน อาจเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสม

2. มิติพิกัด หมายถึง เนื้อที่สำหรับบรรจุส่วนประกอบอาคาร หรือเมื่อทำการก่อสร้างจะบรรจุชิ้นส่วนสำเร็จรูปในเนื้อที่นั้น ดังนั้น โดยทั่วไปขนาดที่แท้จริงของส่วยประกอบอาคาร หรือชิ้นส่วนวัสดุก่อสร้างจึงมักจะเล็กกว่ามิติพิกัดเล็กน้อย ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับประเภทและรอยต่อที่ใช้ ซึ่งในการผลิตจะต้องเผื่อระยะดังกล่าวไว้ด้วย

#### 1. การเลือกใช้พิกัด

ขนาดพิกัดมูลฐาน คือ 100 มม. ซึ่งเป็นขนาดที่ใช้ทั่วไป แต่มีหลายโอกาสซึ่งเหมาะสมที่จะใช้พิกัดใหญ่กว่ามูลฐาน เช่น ขนาดพิกัดของผนังสำเร็จรูปขนาดใหญ่ นิยมใช้ขนาดพิกัด 300 มม. แทนที่ 100 มม. โดยใช้กับเนื้อที่ทางตั้งไม่สูงกว่า 3600 มม. และใช้แผ่นผนังไม่มากกว่า 7200 มม. ถ้าระยะที่ไขกว้างกว่านั้น สำหรับผนังนิยมใช้พิกัด 6 ฟ. และในแผ่นผนังใช้ 1200 มม.

#### 2. การเลือกมิติควบคุม

การกำหนดขนาดมิติควบคุม ผู้ออกแบบเป็นผู้พิจารณา แต่การเลือกใช้มิติดังกล่าวมักได้อิทธิพลมาจากสิ่งต่อไปนี้คือ ส่วนประกอบอาคารตามมาตรฐานที่มีอยู่ในท้องตลาด ประเภทและ

วิธีวางผังโครงสร้างอาคาร ตลอดจนข้อพิจารณาด้านเศรษฐกิจของมิติที่เลือกใช้ (รายละเอียดเรื่องมิติควบคุม ดูในหมวดที่ 6 เรื่องมิติควบคุม)

### 3. ส่วนประกอบอาคารตามพิภัด และการประกอบ

ขนาดของส่วนประกอบอาคาร ควรใช้ขนาดใหญ่ที่สุดเท่าที่สามารถผลิตและยกย้าย ติดตั้งได้โดยสะดวก โดยไม่เพิ่มขนาดขึ้นครั้งละ 300 มม. ตามต้องการ ส่วนพื้น และผนัง อาจเพิ่มขึ้นครั้งละ 600 มม. และ 1200 มม. ยิ่งกว่านั้นอาจผลิตขึ้นโดยใช้พิภัดอื่น เพื่อที่จะได้มีโอกาสเลือกใช้ส่วนประกอบอาคารต่าง ๆ กัน ประกอบกันเข้าอย่างเหมาะสม

#### 3.1 ส่วนประกอบอาคารตามพิภัด

ในการสร้างอาคารที่ออกแบบโดยการใช้ตารางตามพิภัด ควรใช้ส่วนประกอบอาคารตามพิภัดในที่ ๆ อาจใช้ได้ทุกแห่ง โดยบรรจุส่วนประกอบอาคารลงในช่องตารางตามพิภัดที่กำหนดไว้ได้พอดี

#### 3.2 ส่วนประกอบโครงสร้าง

มิติที่ให้ข้างล่างนี้ เป็นการประสานทางมิติ และแสดงขนาดมูลฐานของส่วนประกอบอาคาร โดยรวมเอาเกณฑ์คลาดเคลื่อนในการผลิตติดตั้งไว้ด้วย

ก) ชั้นสแลปพื้น ความยาวและความกว้างควรเป็นผลเพิ่มของ 300 มม. หรือในกรณีพิเศษ 600 มม. หรือ 1200 มม.

ข) ชั้นส่วนผนังรับน้ำหนัก ควรมีความกว้างเป็นผลเพิ่มของ 300 มม. ความสูงพิจารณาจากความสูงของห้อง (ข้อ 6.1.2)

ค) กำแพงภายนอก, สแลปพื้น และ ผนังรับน้ำหนัก ควรต่อเนื่องเป็นระนาบเดียวทางตั้ง ซึ่งผ่านเส้นตารางวางผังพอดี

ง) ความหนาของพื้นขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุก่อสร้าง และความสามารถในการรับน้ำหนักที่ต้องการ แต่ทั้งนี้ ถ้าเป็นไปได้ ควรใช้ความหนาเพิ่มครั้งละ 100 มม.

จ) ผนังก่ออิฐ แม้จะเป็นอิฐหรือวัสดุที่ไม่ลงพิภัดเป็นรูปร่างได้อยู่ในขนาดพิภัด

#### 3.3 ส่วนประกอบอาคารไม่ตามพิภัด

การที่จะใช้ระบบประสานทางพิภัดทุกส่วนอย่างสมบูรณ์นั้น บางครั้งไม่อาจทำได้ หรือ ไม่ประหยัดที่จะทำดังนั้น การใช้ทั้งระบบประสานทางพิภัดบางส่วนและไม่ตามพิภัดบางส่วน จึงอาจเป็นไปได้ ในที่ซึ่งต้องใช้ส่วนประกอบอาคารที่ไม่ตามพิภัด แต่อาจยังคงได้ขนาดพิภัดอยู่ โดย

ก) นำส่วนประกอบอาคารหลายชิ้นเข้าประกอบกันให้ได้ขนาดตามพิภัด หรือ

ข) นำส่วนประกอบอาคารหลายชิ้นเข้าประกอบกัน แล้วใช้ชิ้นส่วนขนาดพิเศษ เป็นส่วนเพิ่มให้ รวมแล้วได้ขนาดตามพิกัดที่ต้องการ หรือมีฉะนั้นให้ใช้เทคนิคของรอยต่อพิเศษ เช่น ทำรอยต่อให้กว้างขึ้น ซึ่งเมื่อรวมระยะทั้งหมดเข้าด้วยกันแล้ว จะได้ขนาดตามพิกัดพอดี

ควรหลีกเลี่ยงการตัดวัสดุก่อสร้างออกขณะที่ทำการติดตั้ง ยกเว้นเมื่อไม่อาจหาเทคนิคอื่นใดที่จะบรรจุส่วนประกอบนั้นในเนื้อที่ตามพิกัดได้

#### 4. มิติประกอบ

มิติประกอบ ได้แก่ มิติของสิ่งก่อสร้างย่อยในอาคาร เช่น ตู้เสื้อผ้า, มือจับประตู, ตำแหน่งดวงโคม ฯลฯ มิติประกอบเหล่านี้ ควรเป็นผลคูณของพิกัดมูลฐานด้วย เป็นต้นว่า ขนาดของตู้เสื้อผ้า ทั้งความกว้าง ความสูง ความลึก ควรเป็นขนาดที่ลงพิกัด 100 มม. ได้พอดี ตำแหน่งสวิทช์ไฟฟ้า ควรอยู่สูงจากพื้น 1200 มม. ปลั๊ก 300 มม. มือจับประตู 900 มม. ฯลฯ การติดตั้งท่อน้ำใช้, ท่อน้ำทิ้ง ก็เช่นเดียวกัน ให้ใช้การประสานทางพิกัดด้วย

#### 5. เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนนี้ จัดให้มีขึ้นในการประกอบอาคารย่อย ๆ หลายชิ้นเข้าเป็นเนื้อที่ผืนใหญ่ เช่น ผนังก่ออิฐบล็อก ซึ่งใช้คอนกรีตบล็อก ขนาด 400 มม. 10 ก้อน เป็นความกว้างทั้งหมด 4 เมตร ซึ่งขนาดที่แท้จริงของบล็อกกว้างไม่ถึง 400 มม. แต่เมื่อแนวปูนก่อไว้ด้วยว่า เมื่อก่อเรียบร้อยแล้ว จะได้ความกว้างของก้อน 400 มม. พอดี เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนเหล่านี้ แตกต่างกันไปตามประเภทวัสดุก่อสร้าง รอยต่อที่อาจใช้ขนาดต่อไปนี้ เป็นแนวทางได้