

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ปูนซีเมนต์

COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON CEMENT

พัชระ นามวงศ์

PACHIRA NAMWONG

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาหลักสูตรและการสอนอาชีวศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2545

ISBN 974-648-934-8

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ปูนซีเมนต์

COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON CEMENT

พัชระ นามวงศ์

PACHIRA NAMWONG

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 64108
วัน,เดือน,ปี - 4 ก.ย. 2549

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาหลักสูตรและการสอนอาชีวศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2545

ISBN 974-648-934-8

COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON CEMENT

PACHIRA NAMWONG

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF INDUSTRIAL EDUCATION IN
VOCATIONAL CURRICULUM AND INSTRUCTION
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2002

ISBN 974-648-934-8

COPYRIGHT 2002

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ปูนซีเมนต์
นักศึกษา	พจิระ นามวงศ์
รหัสประจำตัว	43064734
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	หลักสูตรและการสอนอาชีวศึกษา
พ.ศ.	2545
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร. อำนาจ ตั้งเจริญชัย
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ดร.ผดุงชัย ภูพัฒน์

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ปูนซีเมนต์ ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็น นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชา ช่างก่อสร้าง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 โรงเรียนเทคโนโลยีชนະพลจันทร์ นครราชสีมา จำนวน 42 คน และกลุ่มตัวอย่างได้มาจากการสุ่มจากประชากรโดยใช้วิธีการสุ่มแบบ สุ่มเป็นกลุ่มได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน เพื่อใช้หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย สอนที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีการหา ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความเชื่อมั่น ความ ยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบเพื่อให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นมี ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ได้ตั้งไว้คือ 85/85

ผลการวิจัยพบว่า

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมีค่าประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่ กำหนด คือ 88.75/87.50และสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้

Thesis Title	Computer Assisted Instruction on Cement
Student	Mr.Pachira Namwong
Student ID	43064734
Degree	Master of Industrial Education
Programme	Vocational Curriculum and Instruction
Year	2002
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr. Amnart Tungjaroenchai
Thesis Co-Advisor	Dr.Phadungchai Papat

ABSTRACT

The purpose of this research was to develop Computer Assisted Instruction on Cement. The population were forty-two first year students in higher vocational certificate of building construction department at Chanapolkan Institute of Technology Nakhonratchasima in the second semester of the 2001 academic year. The samples consisted of 20 student which selection by cluster sampling for efficiency experiment of the Computer Assisted Instruction

Data collected were analyzed and classified by using statistics such as arithmetic mean, standard deviation, reliability, difficulty, and discrimination for computer assisted instruction on cement yielded efficiency at criteria $E_1 : E_2 = 85/85$

The result of this research was :

The Computer Assisted Instruction on Cement that developed by the researcher had efficiency at criteria of 88.75/87.50 which was higher than set criteria and responded to the hypothesis

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก ผศ.ดร.อำนาจ ตั้งเจริญชัย อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ ดร.ผดุงชัย ภูพัฒน์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ให้ความช่วยเหลือ และช่วยตรวจสอบ แก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจนการปรับปรุงข้อบกพร่องต่าง ๆ จนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.สมพร ไชยะ รศ.ดร.สุพิthy์ กาญจนพันธ์ และ ดร.ฉันทนา โหมคมณี คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำในการแก้ไขข้อบกพร่อง เพื่อช่วยให้วิทยานิพนธ์นี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้พิจารณาความถูกต้องด้านเนื้อหาและด้านการผลิตสื่อ CAI ตลอดจนตรวจสอบเพื่อการปรับปรุงให้เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีคุณภาพสูงสุด

ขอขอบพระคุณ นายฉลอม อินทกุล ผู้อำนวยการ นางเรียม อินทกุล ผู้รับใบอนุญาต และ ร.อ.นพ.ศรัณย์ อินทกุล รองผู้อำนวยการ โรงเรียนเทคโนโลยีชนะพลจันทร์ นครราชสีมา ที่ได้ให้ความกรุณาในการเก็บข้อมูลและใช้เครื่องมือในการวิจัย

ขอขอบคุณ นาย ณรงค์กุล สุขเกษม ที่ให้คำปรึกษาในการสร้างเครื่องมือในการวิจัย

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ผู้เป็นที่เคารพรักยิ่ง รวมทั้งพี่น้องที่ให้กำลังใจ ให้การสนับสนุนและช่วยเหลือตลอดมา

ขอขอบคุณเพื่อนๆสาขาวิชาหลักสูตรและการสอนอาชีวศึกษา รุ่นที่ 2 ทุกคนและบุคคลที่ผู้วิจัยไม่ได้กล่าวไว้ในที่นี้ที่ให้กำลังใจให้การสนับสนุนและให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆตลอดมา

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ ที่เป็นผลจากวิทยานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอบอบแด่ คุณพ่อ คุณแม่ และครู-อาจารย์ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชา ด้วยความเคารพยิ่ง

พชิระ นามวงศ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	IX
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	4
1.5 ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย.....	4
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540.....	7
2.2 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	15
2.3 การออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	26
2.4 การประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	38
2.5 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	41
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	45
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	45
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	45
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	55
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	55

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	58
4.1 ผลการพัฒนาคณิตศาสตร์คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	58
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	60
5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	60
5.2 สมมติฐานของการวิจัย.....	60
5.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	60
5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	60
5.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	61
5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	61
5.7 สรุปผลการวิจัย.....	61
5.8 อภิปรายผล.....	62
5.9 ข้อเสนอแนะ.....	63
บรรณานุกรม.....	64
ภาคผนวก.....	69
ภาคผนวก ก	70
ภาคผนวก ข	78
ภาคผนวก ค	88
ภาคผนวก ง	98
ภาคผนวก จ	100
ภาคผนวก ฉ	112
ภาคผนวก ช	114
ภาคผนวก ซ	122
ภาคผนวก ฌ	124
ภาคผนวกฎ.....	126

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ก.....	130
ประวัติผู้เขียน.....	132

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	หน่วยการเรียนรู้การสอนและจำนวนคาบสอน.....11
2.2	การออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามแนวคิดของกาเย่.....28
3.1	ผลการหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนครั้งที่ 1.....49
3.2	ผลการหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนครั้งที่2.....50
3.3	โครงสร้างวิชาคอนกรีตเทคโนโลยีเรื่องปูนซีเมนต์.....51
3.4	แสดงจำนวนข้อสอบที่มีความเหมาะสม วิชาคอนกรีตเทคโนโลยีเรื่องปูนซีเมนต์.....52
3.5	ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....53
3.6	เกณฑ์การแปลความหมายของการแสดงระดับความเหมาะสม.....54
4.1	ผลการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....58
4.2	ผลการหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....59
ค1	แสดงสัดส่วนออกไซด์ของธาตุต่างๆ.....91
ค2	แสดงสารประกอบที่สำคัญของปูนซีเมนต์.....92
ค3	แสดงคุณสมบัติของสารประกอบที่สำคัญ.....93
ค4	แสดงปริมาณร้อยละของสารประกอบในปูนซีเมนต์.....95
ช1	ผลการวิเคราะห์แบบประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหา..... 115
ช2	ผลการวิเคราะห์แบบประเมินสื่อการสอนด้านการผลิตสื่อ CAI.....116
ช1	คะแนนจากการทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ.....123
ฉ1	ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์.....125

สารบัญญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 โครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกและปฏิบัติ.....	19
2.2 โครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบใช้สอนเนื้อหา.....	20
2.3 โครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบการสร้างสถานการณ์จำลอง.....	21
2.4 โครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอน.....	22
2.5 ลำดับขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	36
3.1 แผนผังการแสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	48
ก1 แสดงหน้าต่างการทำงานและการวางไอคอนตามเส้น Flowline.....	72
ก2 จอภาพเมื่อเข้าสู่โปรแกรม Authoware 6.0.....	73
ก3 ส่วนประกอบของจอภาพแรกเมื่อเข้าสู่ โปรแกรม Authoware 6.0.....	73
ข1 หน้าต่างหลักโปรแกรม Macromedia Flash 5.....	80
ข2 แถบคำสั่ง.....	80
ข3 แถบเครื่องมือ.....	81
ข4 กล่องเครื่องมือ.....	82
ข5 เส้นเวลา.....	83
ข6 หน้าต่างการทำงาน.....	84
ข7 หน้าต่างไลบรารี.....	84
ข8 ปุ่มควบคุมการแสดงผล.....	85
ข9 แสดงรายละเอียดของปุ่มแสดงผล.....	85
ข10 แสดงรายละเอียดของหน้าต่างแสดงผลแบบต่างๆ.....	87
ค1 แสดงวัตถุดิบที่สำคัญในการผลิตปูนซีเมนต์.....	90

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษาเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งในการพัฒนาคุณภาพชีวิต เป็นรากฐานในกระบวนการสร้างสรรค์ความก้าวหน้าและการพัฒนาประเทศในด้านต่าง ๆ เพราะการศึกษามีความสัมพันธ์ต่อการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ให้เป็นผู้รู้จักคิด รู้จักทำ และรู้จักพิจารณาแก้ไขปัญหาในการพัฒนาประเทศที่มีประสิทธิภาพตามความคาดหวังกันนั้น มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการพัฒนาคนหรือประชาชนให้มีคุณภาพควบคู่กันไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพัฒนาการศึกษาในระดับอุดมศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนเป็นผู้มีสติปัญญา มีความรับผิดชอบต่อสังคม มีคุณธรรม จริยธรรมและทักษะตลอดจนบุคลิกภาพที่พึงประสงค์ เพื่อให้สามารถนำและรองรับการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วทางด้านเศรษฐกิจได้อย่างมีประสิทธิภาพ (แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 พ.ศ. 2540-2544 : 12)

การขยายตัวของสังคมมนุษย์ ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสมัยใหม่เป็นมูลเหตุหลักและเป็นปัจจัยสำคัญยิ่งของการพัฒนา การสร้างสรรค์รูปแบบการสื่อสารประกอบกับการเป็น นักคิด นักแสดงออก จึงทำให้เกิดชนิดของวัสดุและเทคนิคทางการผลิตที่หลากหลาย สมาชิกในสังคมมีการพัฒนาการศึกษามากขึ้น มีความรู้ แนวความคิดกว้างขวางขึ้น ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เกิดการยอมรับในสังคมต่าง ๆ ทั้งทางตรงและทางอ้อม การพัฒนารูปแบบตลอดจนกลยุทธ์ในการนำเสนอแนวทางใหม่ ๆ ของกระบวนการผลิตในระบบอุตสาหกรรมจึงมีอิทธิพลต่อสังคมมนุษย์ในทุกๆด้านความก้าวหน้าทางวิทยาการแผนใหม่ ทำให้มีวัสดุ สิ่งอำนวยความสะดวก และเครื่องมือชนิดต่าง ๆ ช่วยเสริมสร้างให้เกิดแนวทางใหม่ ๆ ในการออกแบบ การผลิตชิ้นงานอย่างมีคุณภาพสามารถตอบสนองผู้บริโภคได้อย่างเต็มที่อีกทั้งการเรียนการสอนในปัจจุบันได้มีการพัฒนาไปอย่างกว้างขวางการเรียนการสอนจึงไม่เพียงเน้นที่ผู้สอนอย่างแบบเดิมการได้พิจารณาถึงองค์ประกอบอื่นที่ได้เข้ามามีส่วนร่วมในการเรียนการสอนจึงจัดว่าเป็นการก้าวให้ทันกับเทคโนโลยีที่ไม่หยุดยั้งสื่อจัดว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญของการจัดการเรียนการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เพราะสื่อเป็นสิ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาความรู้ทักษะและทัศนคติได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน คอมพิวเตอร์จัดเป็นสื่อหนึ่งที่ใช้ใน

วงการศึกษาย่างแพร่หลายเพราะจะทำให้ผู้ใช้มีส่วนร่วมในกิจกรรมเน้นให้เกิดการใช้ทักษะทางการคิดขั้นสูง และเกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ Robler et. al (อ้างใน ผดุง อารยะวิญญู. 2527 : 50) ในวงการศึกษปัจจุบันต่างก็ยอมรับว่าสื่อและเทคโนโลยีทางการศึกษามีบทบาทและมีความสำคัญต่อการพัฒนาการศึกษาทุกระดับถึงกับกล่าวกันว่าประสิทธิภาพ

ของการศึกษามีไม่น้อยเพียงใดนั้นสื่อและเทคโนโลยีทางการศึกษาจะเป็นผู้กำหนดคุณภาพอย่างหนึ่งที่จะขาดไม่ได้คุณค่าของสื่อการสอนโดยทั่วไปนั้นต้องช่วยเพิ่มพูนประสบการณ์ของผู้เรียนให้เนื้อหาวิชาความรู้ที่สอนมีความหมายต่อผู้เรียนให้มากขึ้น ไร้ความสนใจของผู้เรียนเป็นเครื่องชี้แนะการตอบสนองของผู้เรียนไม่ว่าจะเป็นการสอนโดยใช้เทคนิคแบบใดก็ตาม สามารถเอาชนะขีดจำกัดต่าง ๆ ทางกายภาพได้อีกทั้งยังเป็นเครื่องมือสำหรับครูในการวินิจฉัยผลการเรียนและช่วยในการสอนซ่อมเสริม (ไชยยศ เรื่องสุวรรณ. 2526 : 139-140) การนำเอาคอมพิวเตอร์เข้ามามีส่วนร่วมกับการเรียนการสอนนั้น เรามักรู้จักกันในลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction or Computer Aided Instruction : CAI) ซึ่งหมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสอน หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์สอนแทนครู ในบางส่วนของครูสอน บางส่วนเรียนจากคอมพิวเตอร์หรือครูเป็นผู้สอนในส่วนของเนื้อหาทั้งหมดส่วนการทบทวน และการทดสอบความรู้ปล่อยเป็นหน้าที่ของคอมพิวเตอร์ และสำหรับผู้เรียนที่เรียนตามไม่ทันก็ให้เรียนจากคอมพิวเตอร์ในลักษณะการสอนเสริมกิจกรรมหรือวิธีการเหล่านี้อยู่ภายใต้ขอบข่ายของคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction : CAI) เป็นการสอนลักษณะหนึ่งที่ใช้คอมพิวเตอร์มาเป็นเครื่องช่วยครูในการเรียนการสอน โดยโปรแกรมจะบรรจุเนื้อหาที่ใช้สอนนักเรียนให้เรียนได้ด้วยตนเอง โดยใช้คอมพิวเตอร์ถ่ายทอดแทนครู (ผดุง อารยะวิญญู. 2527 : 41) ซึ่งทักษิณา สวานนท์ (2533 : 51) ได้อธิบายเกี่ยวกับความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า หมายถึง การสร้างโปรแกรมบทเรียนหรือหน่วยการเรียนรู้ซึ่งมีหน่วยที่เป็นเนื้อหาแบบฝึกหัดบททบทวนและคำถามคำตอบไว้พร้อมผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเองหรือเรียนได้เป็นรายบุคคลการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนถือว่าเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์การสอนแต่ไม่ใช่ครูผู้สอน

วิชาคอนกรีตเทคโนโลยีเป็นวิชาชีพเฉพาะที่มีการปฏิบัติเป็นแกนกลางเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมก่อสร้างและเป็นองค์ความรู้พื้นฐานส่วนหนึ่งของการเรียนการสอนในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงแผนกวิชาช่างก่อสร้าง โรงเรียนเทคโนโลยีชนะพลจันทร์ นครราชสีมา ซึ่งจะต้องศึกษาและฝึกปฏิบัติเกี่ยวกับ คอนกรีต ปูนซีเมนต์ วัสดุผสม น้ำ สารผสมเพิ่ม เหล็กเสริม คอนกรีต แบบหล่อคอนกรีต คุณสมบัติของคอนกรีตสด คุณสมบัติของคอนกรีตที่แข็งตัวแล้ว วิธีพิเศษของงานคอนกรีต การตรวจสอบและรายงาน การควบคุมคุณภาพ และรายการก่อสร้างงานคอนกรีต

ปัญหาของการเรียนการสอน วิชาคอนกรีตเทคโนโลยี พบว่า การเรียนการสอนมีเนื้อหาขอบเขตของการศึกษารายละเอียดมากมาย ซึ่งในแต่ละเนื้อหานั้นก็มีลักษณะ ชนิด ประเภท และคุณสมบัติและคุณลักษณะต่างๆแตกต่างกันไป โดยเฉพาะในเนื้อหาของปูนซีเมนต์ที่มีรายละเอียดเกี่ยวกับกรรมวิธีการผลิตซึ่งมีกระบวนการและขั้นตอนอย่างมากอีกทั้งรูปภาพที่จะนำมาเสนอในการเรียนการสอนก็ไม่อาจทำได้อย่างเต็มที่เนื่องจากในบางกระบวนการนั้นทางผู้ผลิตไม่สามารถที่จะเปิดเผยได้จึงทำให้เกิดปัญหาซึ่งวิธีการสอนที่นำมาใช้มากที่สุดก็คือ การบรรยาย ซึ่ง

ผู้สอนจำเป็นต้องมีการเตรียมตัวในการสอน โดยการจัดหาสื่อที่เป็นตัวอย่างในการสอนแต่ละครั้ง เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะในการเรียน เพื่อสนับสนุนและช่วยกระตุ้น ความอยากรู้อยากเห็นและความสนใจของผู้เรียนให้มากขึ้น ซึ่งตัวอย่างในบางเรื่องไม่สามารถนำมาให้ผู้เรียนได้เห็นภาพหรือของจริงได้ เช่น สารเคมีต่างๆ หรือแม้แต่ ภาพของกระบวนการผลิตต่าง ซึ่งอาจเนื่องมาจาก สิ่งเหล่านั้นมีราคาแพงและหายาก ทำให้ผู้สอนค่อนข้างลำบากในการจัดหาตัวอย่างนั้นๆ อันอาจจะส่งผลให้การเรียนการสอนในเรื่องนั้นๆ ขาดประสิทธิภาพในการเรียนการสอนไปซึ่งอาจทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ไม่ดีเท่าที่ควร

ผู้วิจัยได้สังเกตเห็นปัญหาต่างๆ อันเกิดจากการเรียนการสอนในรายวิชาคอนกรีตเทคโนโลยี ซึ่งปัญหาเหล่านี้สามารถแก้ไขได้ด้วยการประยุกต์หลักการของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาช่วยในแง่ของการจัดเก็บข้อมูลต่างๆ รูปภาพ หรือแม้แต่ภาพวิดีโอที่ค้นลงบนสื่อชนิดดิจิทัลและจัดระบบของการนำเสนอให้สามารถตอบสนองต่อการใช้งานได้และมีการควบคุมให้สอดคล้องกับการเรียนการสอนตามหลักสูตรตลอดจนสามารถประเมินผลผู้เรียนได้อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคอนกรีตเทคโนโลยี เรื่องปูนซีเมนต์ ในหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540

1.3 สมมติฐานในการวิจัย

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นวิชา คอนกรีตเทคโนโลยี เรื่องปูนซีเมนต์ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 85 / 85

1.4 กรอบแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ยึดกรอบแนวความคิดของ Gagne' Wager and Rojas (อ้างใน วสันต์ อดิษฐ์พ. 2530 : 77) เกี่ยวกับการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเน้นที่การใช้ยุทธศาสตร์ที่สัมพันธ์กับเหตุการณ์สอน (events of instruction) ทั้ง 9 ชั้น ดังต่อไปนี้

1. เพิ่มแรงจูงใจให้กับผู้เรียน
2. รักษาความสนใจของผู้เรียนให้คงอยู่
3. ให้ผู้เรียนระลึกถึงความรู้เดิม
4. แสดงสิ่งเร้า
5. ให้แนวทางการเรียนรู้
6. ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรม
7. ให้ผู้เรียนได้ทราบผลการปฏิบัติกิจกรรม
ช่อมเสริมและได้รับการเสริมแรง
8. ประเมินผล
9. ถ่ายโยงการเรียนรู้

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัย ดังนี้

1.5.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พัฒนาขึ้นตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540 กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ วิชาคอนกรีตเทคโนโลยี แผนกวิชาช่างก่อสร้าง เรื่องปูนซีเมนต์ โดยเน้นเนื้อหาการสอนด้านทฤษฎี

1.5.2 เนื้อหาวิชาที่นำมาใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีดังนี้

1.5.2.1 กรรมวิธีการผลิตปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์

1.5.2.2 ประเภทของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์

1.5.2.3 การเก็บรักษาปูนซีเมนต์

1.5.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.5.3.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็น นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างก่อสร้าง ภาคเรียนที่ 2/2544 โรงเรียนเทคโนโลยีชนะเลิศ นครราชสีมา จำนวน 42 คน

1.5.3.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างก่อสร้าง ภาคเรียนที่ 2/2544 โรงเรียนเทคโนโลยีชนะเลิศ นครราชสีมา จำนวน 20 คนซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบเป็นกลุ่ม (Cluster Sampling) เพื่อใช้หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.5.4 ตัวแปรที่ศึกษาได้แก่

ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา คอนกรีตเทคโนโลยี เรื่อง ปูนซีเมนต์

1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น

1. กลุ่มตัวอย่างต้องเป็นผู้ไม่เคยเรียนในวิชาคอนกรีตเทคโนโลยี เรื่อง ปูนซีเมนต์มาก่อน และต้องผ่านการเรียนในวิชาคอมพิวเตอร์เบื้องต้นมาก่อนการเรียนการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2. โปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ
 - 2.1 โปรแกรม Macromedia Authoware 6.0
 - 2.2 โปรแกรม Adobe Photoshop 6.0
 - 2.3 โปรแกรม Macromedia Flash 5.0
 - 2.4 โปรแกรม Adobe Illustrator 9.0
 - 2.5 โปรแกรม Microsoft Powerpoint 97
 - 2.6 โปรแกรม Microsoft Swish 2
3. บทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นต้องการระบบดังต่อไปนี้
 - 3.1 ไมโครคอมพิวเตอร์ (PC Computer) ที่ใช้หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) รุ่นเพนเทียม MMX 133 หรือสูงกว่า
 - 3.2 หน่วยความจำ (RAM) ไม่น้อยกว่า 32 เมกะไบต์
 - 3.3 จอภาพสี Supper VGA แสดงสีได้ 16 ล้านสี (16 Bit) ขึ้นไป
 - 3.4 การ์ดเสียง (Sound Gard) ขนาด 16 บิต พร้อมลำโพง (Speaker)
 - 3.5 ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ 98 ไทยอีดิชัน (Operating System Microsoft Windows 98 Thai Edition)
 - 3.6 เครื่องเล่น CD-Rom ความเร็วในการอ่านข้อมูล 20 X ขึ้นไป
 - 3.7 หน่วยความจำหลัก (Hard Disk) ที่มีความจุอย่างน้อย 1.2 กิกะไบต์
 - 3.8 อุปกรณ์อื่นๆ เช่น เมาท์ คีย์บอร์ด

1.7 คำนิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง บทเรียนมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ที่พัฒนาขึ้นโดยโปรแกรม Macromedia Authoware 6.0 ซึ่งนำมาประยุกต์เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้เป็นเครื่องช่วยสอน ในวิชาคอนกรีตเทคโนโลยี เรื่องปูนซีเมนต์เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาหาความรู้เป็นรายบุคคล เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมและเลือกตัดสินใจ โดยป้อนข้อมูลผ่านแป้นพิมพ์หรือเมาท์ตามขั้นตอนต่อไปนี้

- 1.1 การนำเสนอเนื้อหาเป็นการนำเสนอบทนำและเนื้อหาด้วยภาพอักษร สี เสียง กราฟฟิก ภาพเคลื่อนไหว หรือคำถามให้ผู้เรียนคิดหาคำตอบและศึกษาติดตามอย่างต่อเนื่อง
- 1.2 การทำแบบฝึกหัดเป็นการเพิ่มทักษะความชำนาญ การจำได้อย่างถาวร
- 1.3 การประเมินผลการเรียน เพื่อให้ผู้เรียนทราบความก้าวหน้าของตนเอง บรรลุตามวัตถุประสงค์หรือไม่และจะทำอะไรต่อไป ประกอบด้วยคำถามบทเรียน จะใช้คำถามตรวจสอบว่าได้ผ่านเกณฑ์ตามวัตถุประสงค์หรือไม่

2. นักศึกษา หมายถึง นักศึกษาแผนกวิชาช่างก่อสร้าง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นสูงชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2/2544 ของโรงเรียนเทคโนโลยีชนะพลจันทร์ นครราชสีมา

3. บทเรียนแบบมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ หมายถึงการใช้คอมพิวเตอร์ในการเสนอสารสนเทศ โดยใช้สื่อมากกว่าหนึ่งอย่าง เช่น ภาพกราฟฟิก ข้อความและเสียงโดยเน้นถึงการตอบโต้ระหว่างผู้เรียนกับสื่อ (กิดานันท์ มลิทอง. 2539 : 292)

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคอนกรีตเทคโนโลยี เรื่องปูนซีเมนต์

5. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง อัตราส่วนของคะแนนเฉลี่ยที่คิดเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ทำแบบฝึกหัดในระหว่างการเรียนกับร้อยละของคะแนนเฉลี่ยในการทดสอบหลังเรียน โดยการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งเกณฑ์ไว้ที่ 85/85

85 ตัวแรก หมายถึง คะแนนจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งได้จากคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนทั้งหมดที่ทำแบบฝึกหัดถูก โดยไม่ต่ำกว่าร้อยละ 85 ของคะแนนเต็มในแบบฝึกหัด

85 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งได้จากคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียนถูก โดยไม่ต่ำกว่าร้อยละ 85 ของคะแนนเต็มในแบบทดสอบ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเอกสารและวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคอนกรีตเทคโนโลยี เรื่อง “ปูนซีเมนต์” ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2540 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและวิจัยที่เกี่ยวข้อง แบ่งเป็นหัวข้อได้ ดังนี้

- 2.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540
- 2.2 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.3 การออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.4 การประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540

2.1.1 หลักการหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540

1. เป็นหลักสูตรที่มุ่งผลิตและพัฒนาแรงงานระดับผู้ชำนาญการเฉพาะสาขาอาชีพ ตามความต้องการของตลาดแรงงาน ทั้งในระดับท้องถิ่นและระดับประเทศ
2. เป็นหลักสูตรที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนตามความถนัด ตามความสามารถและความสนใจ สามารถถ่ายโอนผลการเรียน เทียบความรู้และประสบการณ์จากแหล่งวิทยาการ สถานประกอบการ และสถานประกอบอาชีพอิสระ
3. เป็นหลักสูตรที่เปิดโอกาสให้สถานศึกษาจัดวิธีเรียนวิธีสอนที่หลากหลาย สอดคล้องตามความต้องการของผู้เรียนและท้องถิ่น
4. เป็นหลักสูตรที่เปิดโอกาสให้สถานศึกษา ชุมชนและท้องถิ่นมีส่วนร่วมการพัฒนา หลักสูตรและจัดการศึกษา เพื่อให้ตรงตามความต้องการ สอดคล้องกับสภาพชุมชนและท้องถิ่น นั้น ๆ

2.1.2 ความมุ่งหมายของหลักสูตร

1. เพื่อให้มีความรู้และทักษะในวิชาสามัญ สำหรับเป็นพื้นฐานในการดำรงชีวิต การศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมหรือศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น ทนต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้านวิทยาการและเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น

2. เพื่อมีทักษะในงานอาชีพระดับผู้ชำนาญการเฉพาะทาง สามารถนำไปประกอบอาชีพ และพัฒนางานอาชีพให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงาน

3. เพื่อให้มีเจตคติที่ดีต่ออาชีพ มีความมั่นใจ และภาคภูมิใจอาชีพ รักงาน รักหน่วยงาน สามารถทำงานเป็นหมู่คณะได้ดี

4. เพื่อให้เป็นผู้ปัญญา มีนิสัยใฝ่รู้ ใฝ่เรียน มีความคิดสร้างสรรค์ มีความสามารถในการจัดการ การตัดสินใจและการแก้ปัญหา รู้จักแสวงหาแนวทางใหม่ ๆ มาพัฒนาตนเอง พัฒนางาน

5. เพื่อให้มีบุคลิกภาพที่ดี มีมนุษยสัมพันธ์ มีคุณธรรม จริยธรรม ขยัน ซื่อสัตย์ มีวินัย มีสุขภาพกายใจสมบูรณ์แข็งแรง

6. เพื่อให้เป็นผู้มีพฤติกรรมทางสังคมที่ดีงาม ทั้งในการทำงาน การอยู่ร่วมกัน มีความรับผิดชอบต่อครอบครัว หน่วยงาน ท้องถิ่นและประเทศชาติ อุทิศตนเพื่อสังคม เข้าใจและเห็นคุณค่าของศิลปวัฒนธรรมไทย ภูมิปัญญาท้องถิ่น ตระหนักในปัญหาและความสำคัญของสิ่งแวดล้อม

7. เพื่อให้เห็นคุณค่าและดำรงไว้ซึ่งสถาบันชาติ ศาสนา และพระมหากษัตริย์ ปฏิบัติตน ในฐานะพลเมืองดีตามระบอบประชาธิปไตย อันมีพระมหากษัตริย์เป็นประมุข

2.1.3 หลักเกณฑ์การใช้หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540

1. การเรียนการสอน

การเรียนการสอนตามหลักสูตรนี้ ผู้เรียนสามารถลงทะเบียนเรียนได้ทุกวิธีเรียนที่กำหนด และนำผลการเรียนแต่ละวิธีมาประเมินผลรวมกันได้ สามารถโอนผลการเรียนและขอเทียบความรู้ และประสบการณ์ได้ด้วย

2. เวลาเรียน

2.1 ในปีการศึกษาหนึ่ง ๆ ให้แบ่งภาคเรียนออกเป็น 2 ภาคเรียนปกติ ภาคเรียนละ 18 สัปดาห์ และสถานศึกษาอาจเปิดสอนภาคฤดูร้อนได้อีกตามที่เห็นสมควร โดยมีเวลาเรียนและจำนวนหน่วยกิตตามที่กำหนด

2.2 ในกรณีการเรียนระบบชั้นเรียน ให้สถานศึกษาเปิดทำการสอนสัปดาห์ละ 5 วัน วันละไม่เกิน 7 คาบ คาบละ 50 นาที

2.3 เวลาเรียนตามปกติสำหรับผู้สำเร็จการศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) หรือเทียบเท่าในประเภทวิชาและสาขาวิชาที่กำหนด ประมาณ 2 ปี ส่วนผู้สำเร็จการศึกษาหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า หรือหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวส.) สาขาวิชาอื่น ๆ จะใช้เวลาเรียนประมาณ 3 ปี ยกเว้นผู้ที่เรียนรายวิชาปรับพื้นฐานวิชาชีพที่กำหนดไว้ในหลักสูตรมาก่อนแล้ว หรือผู้ที่ขอโอนผลการเรียน

3. หน่วยกิต

ให้มีหน่วยกิตตลอดหลักสูตรไม่น้อยกว่า 80 หน่วยกิต และไม่เกิน 110 หน่วยกิต การคิดหน่วยกิตถือเกณฑ์ ดังนี้

3.1 รายวิชาภาคทฤษฎี 1 คาบเรียนต่อสัปดาห์ ตลอดภาคเรียนไม่น้อยกว่า 16 คาบ เรียนรวมกับเวลาของการวัดผลไม่น้อยกว่า 18 คาบเรียนมีค่า 1 หน่วยกิต

3.2 รายวิชาภาคปฏิบัติ 2-3 คาบเรียนต่อสัปดาห์ตลอดภาคเรียน ไม่น้อยกว่า 32-48 คาบเรียน รวมเวลาของการวัดผลไม่น้อยกว่า 36-54 คาบเรียน มีค่า 1 หน่วยกิต

3.3 การฝึกงาน หรือการทำโครงงาน หรือการทำโครงการวิชาชีพ ให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร มีค่า 4 หน่วยกิต

3.4 การฝึกอาชีพในระบบทวิภาคี ใช้เวลาฝึกไม่น้อยกว่า 72 ชั่วโมง มีค่า 1 หน่วยกิต

4. โครงสร้าง

โครงสร้างของหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2540 แบ่งเป็น 3 หมวดวิชาและกิจกรรม ดังนี้

1. หมวดวิชาพื้นฐาน

2. หมวดวิชาชีพ

2.1 วิชาชีพพื้นฐาน

2.2 วิชาชีพเฉพาะ

2.3 วิชาชีพเลือก

2.4 ฝึกงาน/โครงงาน/โครงการวิชาชีพ

3. หมวดวิชาเลือกเสรี

จำนวนหน่วยกิตและรายวิชาของแต่ละหมวดวิชาตลอดหลักสูตร ให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในโครงสร้างและแต่ละประเภทวิชาและสาขาวิชา

5. การฝึกงาน หรือการทำโครงงาน หรือการทำโครงการวิชาชีพ

5.1 ผู้เรียนทุกคนต้องผ่านการฝึกงานในแหล่งวิทยาการ สถานประกอบการ หรือสถานประกอบอาชีพอิสระอย่างต่อเนื่อง ไม่น้อยกว่า 350 ชั่วโมง ตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตรของแต่ละประเภทวิชาและสาขาวิชา หรือทำโครงงาน หรือโครงการวิชาชีพ กำหนดให้มีค่า 4 หน่วยกิต

5.2 สถานศึกษาจะจัดให้ผู้เรียนฝึกงานในช่วงระยะเวลาใดก็ได้ตามความเหมาะสม ตั้งแต่ประกาศผลสอบภาคเรียนที่ 2 ของผู้เรียนเป็นต้นไป ถ้าสถานศึกษาจัดให้ผู้เรียนฝึกงานในภาคเรียนปกติให้เพิ่มเวลาเรียนต่อสัปดาห์ของรายวิชาเป็น 2 เท่าของภาคเรียนปกติ

5.3 ให้สถานศึกษาดำเนินการให้ผู้เรียนที่ประสงค์จะทำโครงการ หรือโครงการวิชาชีพ ทำให้ภาคเรียนที่ 4

5.4 การตัดสินผลการเรียนและการให้ระดับผลการเรียน ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับรายวิชา
อื่น

6. การเข้าเรียน

ผู้เข้าเรียนต้องมีพื้นฐานความรู้และคุณสมบัติ ดังนี้

6.1 พื้นความรู้

สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) หรือเทียบเท่า หรือสำเร็จ
การศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า

ผู้เข้าเรียนที่ไม่ได้สำเร็จจากการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพในแต่ละประเภท
วิชาและสาขาวิชาที่กำหนด ต้องเรียนรายวิชาปรับพื้นฐานวิชาชีพให้ครบตามที่ระบุไว้ในหลักสูตร
แต่ละประเภทวิชา

6.2 คุณสมบัติ

ให้เป็นไปตามระเบียบกระทรวงศึกษาธิการ ว่าด้วยการประเมินผลการเรียน
ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540 พ.ศ. 2540

7. การประเมินผลการเรียน

ให้เป็นไปตามระเบียบกระทรวงศึกษาธิการ ว่าด้วยการประเมินผลการเรียน ตามหลักสูตร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2540 พ.ศ. 2540

8. การสำเร็จการศึกษาตามหลักสูตร

8.1 สอบได้รายวิชาในหมวดวิชาพื้นฐาน หมวดวิชาชีพ และหมวดวิชาเลือกเสรี
ตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแต่ละประเภทวิชาและสาขาวิชา

8.2 ได้จำนวนหน่วยกิตสะสมครบตามโครงสร้าง

8.3 ได้ค่าระดับคะแนนเฉลี่ยสะสม ไม่ต่ำกว่า 2.00

8.4 เข้าร่วมกิจกรรมและผ่านการประเมินทุกภาคเรียน

8.5 สำหรับนักเรียนระบบทวิภาคี ต้องสอบผ่านมาตรฐานฝีมือ

9. การแก้ไขและเปลี่ยนแปลงหลักสูตร

9.1 ให้ปลัดกระทรวงศึกษาธิการเป็นผู้มีอำนาจในการเพิ่มเติม แก้ไข หรือยกเลิก
สาขาวิชา ประเภทวิชาหรือเปลี่ยนแปลงโครงสร้างหลักสูตร

9.2 ให้อธิบดีกรมอาชีวศึกษาเป็นผู้มีอำนาจในการแก้ไข เพิ่มเติม เปลี่ยนแปลง หรือ
ยกเลิกรายวิชา หรือคำอธิบายรายวิชา ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง(ปวส.)พุทธศักราช
2540 เมื่อมีการแก้ไขเปลี่ยนแปลงหลักสูตร แล้วให้เสนอกระทรวงศึกษาธิการทราบ

10. การพิจารณาการอนุมัติเปิดสอนสาขาวิชาต่าง ๆ

10.1 ให้กรมต้นสังกัดพิจารณาจากความพร้อมของแต่ละสถานศึกษา

2.1.4 ลักษณะรายวิชา

รหัสและชื่อวิชา (3121-2001) คอนกรีตเทคโนโลยี

สภาพรายวิชา วิชาชีพเฉพาะ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกช่างก่อสร้าง
ระดับ ชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2

เวลาเรียน เรียนทฤษฎี 2 คาบ ต่อสัปดาห์ รวมทั้งสิ้น 32 คาบ

หน่วยกิต 3 หน่วยกิต

จุดมุ่งหมายรายวิชา

เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจ และทักษะเกี่ยวกับคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในการทำคอนกรีต
คุณสมบัติของคอนกรีต การออกแบบส่วนผสม การปฏิบัติการคอนกรีต

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ทำคอนกรีต คุณสมบัติของคอนกรีตสด คุณสมบัติของ
คอนกรีตแข็งตัวแล้ว การออกแบบส่วนผสม การลำเลียง การเท การทำให้แน่นและการบ่ม
คอนกรีต

2.1.5 หน่วยการเรียนรู้การสอนวิชาคอนกรีตเทคโนโลยี

การเรียนการสอน วิชาคอนกรีตเทคโนโลยี หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2540 จำนวน 3 หน่วยกิต เรียนสัปดาห์ละ 2 คาบ คาบละ 50 นาที ใช้
เวลาในการเรียนทั้งหมด 16 สัปดาห์ รวม 32 คาบ ดังแสดงในตารางที่ 2.1 สำหรับเนื้อหาที่จะ
สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในเรื่องปูนซีเมนต์ โดยสอนเฉพาะเนื้อหาที่เป็นทฤษฎี ใน
เนื้อหาหน่วยที่ 2 จำนวน 2 คาบ 100 นาที

ตารางที่ 2.1 หน่วยการเรียนรู้การสอนและจำนวนคาบสอนของวิชาคอนกรีตเทคโนโลยี

สัปดาห์ ที่	หน่วยที่	หัวข้อเรื่อง	จำนวนคาบ	
			ทฤษฎี	ปฏิบัติ
1	1	1. คอนกรีต 1.1 คอนกรีตที่ดี 1.2 ประเภทของคอนกรีต	2	3
2	2	2. ปูนซีเมนต์ 2.1 กรรมวิธีการผลิตปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ 2.2 ประเภทปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ 2.3 การเก็บรักษาปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์	2	3

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

สัปดาห์ ที่	หน่วยที่	หัวข้อเรื่อง	จำนวนคาบ	
			ทฤษฎี	ปฏิบัติ
3-4	3	3. วัสดุผสม 3.1 ประเภทของวัสดุผสม 3.2 คุณสมบัติของวัสดุผสม 3.3 การทดสอบคุณภาพ 3.4 ความชื้นและการดูดซึม 3.5 การป้องกันของทราย 3.6 การขนย้ายและการกองเก็บ	2	3
5	4	4. น้ำ 4.1 น้ำสำหรับผสมคอนกรีต 4.2 น้ำสำหรับบ่มคอนกรีต 4.3 น้ำสำหรับล้างวัสดุผสม	2	3
5	5	5. สารผสมเพิ่ม 5.1 ประเภทของสารผสมเพิ่ม 5.2 สารกระจายกักฟองอากาศ 5.3 สารลดปริมาณน้ำ 5.4 สารเร่งการก่อตัว 5.5 สารหน่วงการก่อตัว 5.6 สารกันซึมและทึบน้ำ 5.7 ไฟเบอร์	2	3
6-7	6	6. เหล็กเสริมคอนกรีต 6.1 คุณสมบัติของเหล็กเสริมคอนกรีต 6.2 ลวดผูกเหล็ก 6.3 การกองเก็บ 6.4 ข้อควรปฏิบัติกับการเสริมเหล็ก	2	3

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ลำดับ ที่	หน่วยที่	หัวข้อเรื่อง	จำนวนคาบ	
			ทฤษฎี	ปฏิบัติ
7	7	7. ปฏิภาคส่วนผสมของคอนกรีต 7.1 วิธีทดลองผสม 7.2 วิธีของ ACI 7.3 ปฏิภาคส่วนผสมงานก่อสร้างขนาดเล็ก 7.4 การหาปริมาณวัสดุที่ใช้ผสม	2	3
8	8	8. การผสมการลำเลียง 8.1 การตรวจวัดส่วนผสม 8.2 การผสมคอนกรีต 8.3 การลำเลียงคอนกรีต 8.4 การเทคอนกรีต 8.5 การทำให้คอนกรีตแน่น 8.6 การตกแต่งและซ่อมแซม 8.7 รอยต่อในคอนกรีต	2	3
9		สอบกลางภาค		
10	10	10. แบบหล่อคอนกรีต 10.1 แบบหล่อคอนกรีต 10.2 การออกแบบ 10.3 วัสดุที่ใช้ทำแบบหล่อ 10.4 การเก็บรักษาแบบหล่อ 10.5 ระยะเวลาในการถอดแบบหล่อ	2	3
11	11	11. คุณสมบัติของคอนกรีตสด 11.1 ความสามารถเทได้ 11.2 การทดสอบความสามารถเทได้ 11.3 การแยกตัว 11.4 การเยิ้ม 11.5 การก่อตัวและการแข็งตัว 11.6 ปริมาณฟองอากาศ 11.7 อุณหภูมิของคอนกรีตสด	2	3

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

สัปดาห์ ที่	หน่วยที่	หัวข้อเรื่อง	จำนวนคาบ			
			ทฤษฎี	ปฏิบัติ		
13-14	13	12. คุณสมบัติของคอนกรีตที่แข็งตัวแล้ว	2	3		
		12.1 กำลังต้านทานของคอนกรีต				
		12.2 กำลังต้านทานแรงอัด				
		12.3 กำลังต้านทานแรงดึง				
		12.4 กำลังต้านทานแรงดัด				
		12.5 การทดสอบการรับน้ำหนักโครงสร้าง				
		12.6 คุณสมบัติยืดหยุ่นของคอนกรีต				
		12.7 การล้าของคอนกรีต				
		13. วิธีพิเศษของงานคอนกรีต			2	3
		13.1 การทำคอนกรีตเมื่ออากาศร้อน				
		13.2 การฉีดอัดด้วยความดัน				
		13.3 การเทคอนกรีตใต้น้ำ				
		13.4 คอนกรีตผสมเสร็จ				
13.5 คอนกรีตเบา						
13.6 คอนกรีตหนัก						
13.7 คอนกรีตกระจายกักฟองอากาศ						
13.8 คอนกรีตกำลังสูง						
13.9 คอนกรีตคุณภาพสูง						
13.10 คอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรง						
15-16	14	14. การตรวจสอบและรายงาน	2	3		
		14.1 ผู้ตรวจงานหรือผู้คุมงาน				
		14.2 การวัดส่วนที่ยอมให้คลาดเคลื่อน				
		14.3 ความปลอดภัย				
		14.4 ห้องทดลองสนามและอุปกรณ์				
		14.5 การตรวจสอบงานคอนกรีต				
		14.6 ระเบียบและรายงานการตรวจสอบ				
		14.7 สรุปรายงานการตรวจสอบ				

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

สัปดาห์ ที่	หน่วยที่	หัวข้อเรื่อง	จำนวนคาบ	
			ทฤษฎี	ปฏิบัติ
17	15	15. การควบคุมคุณภาพ	2	3
		15.1 การวิเคราะห์และการประเมิน 15.2 กำลังด้านทานเฉลี่ยของคอนกรีต		
18	16	16. รายการก่อสร้างงานคอนกรีต	2	3
		สอบปลายภาค		

2.2 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.2.1 การใช้คอมพิวเตอร์ในวงการศึกษา

คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้เสริมประสิทธิภาพการทำงานของมนุษย์ที่สามารถใช้งานได้อย่างกว้างขวาง (สันทัด ภีบาลสุข. 2537 : 15) ประเทศไทยแม้จะเป็นประเทศกำลังพัฒนาก็รับเอาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในกระบวนการเรียนการสอนจนเป็นที่ยอมรับว่าคอมพิวเตอร์ มีประสิทธิภาพต่อการเรียนการสอนในหลายสาขาวิชา การใช้คอมพิวเตอร์ซึ่งถือว่าเป็นทรัพยากรการเรียนในลักษณะของการสื่อสารสองทาง เพื่อพัฒนาระบบการเรียนการสอนจึงเป็นสิ่งกระตุ้นและเกื้อหนุนให้ผู้เรียนอยากเรียน ตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนและความต้องการของผู้เรียน (ไชยยศ เรื่องสุวรรณ. 2533 : 27)

เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่สามารถบันทึกข้อมูลและสารสนเทศทุกรูปแบบ ไม่ว่าจะเสียง ตัวอักษร กราฟฟิก ภาพนิ่ง หรือภาพเคลื่อนไหวไว้ในหน่วยความจำได้ สามารถจัดเก็บค้นหา ประมวลผลในลักษณะต่าง ๆ และแสดงผลตามระบบคำสั่งที่จัดไว้ได้อย่างกว้างขวาง และรวดเร็ว ในวงการศึกษาจึงนำมาใช้ในการบันทึกสารสนเทศทางการศึกษา ประมวลสาระและให้บริการทางการศึกษา

นิคม ทาแดง (2540 : 177) ได้กล่าวว่า เราสามารถนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนได้ ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ในฐานะเนื้อหาของการเรียนการสอน เพราะสังคมยุคปัจจุบันได้ชื่อว่าเป็นยุคสังคมข่าวสาร ซึ่งคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือสื่อสารที่ทุกคนจะต้องรู้ จะต้องใช้เป็นเรียกว่าเป็นความรู้พื้นฐานสำหรับการดำรงชีวิตในปัจจุบัน ในหลักสูตรการเรียนการสอนจึงมีการสอนเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ (Computer Literacy) ในทุกระดับการศึกษาดังแต่ระดับปฐมวัยศึกษา เป็นต้นมา

2. คอมพิวเตอร์ช่วยเรียน (Computer Assisted Learning : CAL) เป็นการใช้คอมพิวเตอร์ในการบันทึกบทเรียนแบบโปรแกรมหรือบทเรียนสำเร็จรูปเป็นกรอบ ๆ ไว้ และได้ทำหน้าที่แสดงกรอบการเรียนตามลำดับ หรือตามกิจกรรมในการเรียนของผู้เรียน โดยสรุปคอมพิวเตอร์ทำหน้าที่ช่วยผู้เรียนในการเปิดหน้าหนังสือหรือกรอบของบทเรียน ตามโปรแกรมที่ผู้สร้างบทเรียนจัดไว้ จึงเรียกว่า คอมพิวเตอร์ช่วยเรียน (CAL)

3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction : CAI) เป็นการผสมผสานบทเรียนโปรแกรมเข้ากับเครื่องช่วยสอน โดยออกแบบวิธีการนำเสนอเนื้อหาให้สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียน นอกจากนั้น ยังมีการทำงานร่วมกันระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน ในการประเมินตัดสินใจและการจัดการเรียนการสอนอยู่มาก จึงนิยมเรียกชื่อใหม่ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)

4. คอมพิวเตอร์จัดการเรียนการสอน (Computer Manager Instruction : CMI) เป็นการใช้คอมพิวเตอร์ในการจัดการเรียนการสอนโดยทั่วไป เช่น การประเมินทะเบียนประวัติ นักเรียน การให้บริการข้อมูลทางการเรียน ฯลฯ

2.2.2 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction) เป็นการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อ ด้วยการเสนอบทเรียนที่ได้จัดเรียงไว้เป็นลำดับขั้นให้แก่ผู้เรียน และให้ผู้เรียนมีโอกาสโต้ตอบกับบทเรียนที่เสนอนั้น โดยผ่านทางเครื่องคอมพิวเตอร์ เป็นบทเรียนที่อาจออกมาหลายรูปแบบ (อุทุมพร จามรมาน และคณะ. 2530 : 161) ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้เนื้อหาวิชาต่าง ๆ ลักษณะนี้จะต้องประกอบด้วยโปรแกรมบทเรียนรายวิชาที่สร้างไว้แต่ละเนื้อหาหรือแต่ละวิชา แล้วเอาโปรแกรมเหล่านี้ไปสอนโดยผ่านคอมพิวเตอร์ ปัจจุบันเป็นที่รู้จักกันในชื่อ CAI หรือ Computer Assisted Instruction (อรพินธุ์ ประสิทธิ์รัตน์. 2530 : 36) นอกจากนี้ยังมีการใช้ชื่ออื่น ๆ หลายชื่อ แต่ก็มี ความหมายเหมือนกัน เช่น

CAL (Computer Assisted Learning or Computer Aided Learning)	คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียน
CBI (Computer Based Instruction)	คอมพิวเตอร์ในการสอน
CBE (Computer Based Education)	คอมพิวเตอร์ในการศึกษา
CBT (Computer Based Training)	คอมพิวเตอร์ในการฝึกอบรม
CAT (Computer Assisted Training)	คอมพิวเตอร์ช่วยในงานฝึกอบรม
CBT (Computer Aided Training)	คอมพิวเตอร์ช่วยในการแปล
(สุรัชย์ สิขาบัณญัติ และเสาวนีย์ สิขาบัณญัติ. 2538 : 18)	
CDI (Computer Development Instruction)	คอมพิวเตอร์พัฒนาการสอน (สุพิทย์ กาญจนพันธุ์. 2541 : 52)

สุพิทย์ กาญจนพันธ์ (2541 : 52) ได้ให้ความหมายคำว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง กลวิธีที่เน้นให้มีการกระทำระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้และความทรงจำ

ทักษิณา สวานานนท์ (2530 : 206) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึงการนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้ในกระบวนการเรียนการสอน การทบทวน การทำแบบฝึกหัด หรือการวัดผล โดยให้ผู้เรียนแต่ละคนนั่งอยู่หน้าไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่อง หรือเทอร์มินอลที่ต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ แล้วเรียกโปรแกรมที่จัดเตรียมไว้เป็นพิเศษสำหรับการสอนวิชานั้นขึ้นมาบนจอภาพ โดยปกติจอภาพจะแสดงเรื่องราวเป็นคำอธิบาย บทเรียนหรือรูปภาพ ซึ่งผู้เรียนจะต้องอ่านดู แต่ละคนจะใช้เวลาทำความเข้าใจไม่เท่ากัน รองนคิดว่าพร้อมแล้วจึงสั่งคอมพิวเตอร์ว่าต้องการทำต่อ คอมพิวเตอร์อาจให้ทำต่อ หรือทดสอบความรู้ด้วยการป้อนคำถาม ซึ่งอาจเป็นทั้งแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบเลือกตอบหรือปรนัย เมื่อทำเสร็จคอมพิวเตอร์จะตรวจและชมเชย ถ้าทำถูก หรือตำหนิเมื่อทำผิด และสั่งให้กลับไปอ่านใหม่ จากนั้นจะแจ้งผลเพื่อให้ทราบว่าทำถูกกี่ข้อ ทำผิดกี่ข้อ จำเป็นหรือไม่ที่จะต้องกลับไปศึกษาในบทเรียนนั้นใหม่ หรือจะให้ศึกษาบทใหม่ต่อไป

วสันต์ อดิษฐ์ (2530 : 77-80) ได้กล่าวไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นการเรียนการสอน ซึ่งเกิดจากการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กหรือเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ก็ได้ โดยผู้เรียนจะศึกษาเนื้อหาบางบทเรียนที่ออกแบบไว้อย่างดีและเก็บไว้ในแผ่นบันทึกข้อมูลที่แสดงผ่านจอของเครื่องคอมพิวเตอร์ เนื้อหานี้อาจแสดงในรูปของตัวอักษรเสียง กราฟฟิก ภาพเคลื่อนไหวหรือรวมกับสิ่งอื่น ๆ ในลักษณะของสื่อประสม เช่น สไลด์ วิดิทัศน์ ฯลฯ หลังจากแสดงเนื้อหาในหัวข้อหนึ่ง ๆ จะมีแบบฝึกหัดให้ผู้เรียนทบทวนความเข้าใจ และสนองตอบต่อสิ่งนั้นผ่านแป้นพิมพ์ จากนั้น คอมพิวเตอร์จะประเมินผลการตอบสนองว่า ผู้เรียนควรก้าวไปสู่หัวเรื่องใหม่ หรือการซ่อมเสริมก่อน

ขนิษฐา ชานนท์ (2531 : 8) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการนำคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอน โดยเนื้อหาวิชา แบบฝึกหัด และการทดสอบ จะถูกพัฒนาขึ้นในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ผู้เรียนจะเรียนจากคอมพิวเตอร์โดยคอมพิวเตอร์จะเสนอเนื้อหาซึ่งอาจเป็นทั้งในรูปตัวอักษรและกราฟฟิก สามารถถามคำถาม รับคำตอบจากผู้เรียน ตรวจคำตอบ และแสดงผลการเรียนในรูปของข้อมูลย้อนกลับให้แก่ผู้เรียน

ยีน ภู่วรรณ (2531 : 121 ; 2532 : 7-13) ได้กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นโปรแกรมที่ได้นำเนื้อหาและลำดับวิธีการสอบมาบันทึกเก็บไว้อย่างเป็นระบบ และเครื่องคอมพิวเตอร์จะนำเอาบทเรียนที่เตรียมไว้แล้วนี้มาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียนแต่ละคน

ศิริชัย สงวนแก้ว (2534 : 45) ได้กล่าวถึงคอมพิวเตอร์ว่า เป็นการประยุกต์โดยนำคอมพิวเตอร์ มาช่วยในการเรียนการสอน โดยจะมีโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นสำหรับเนื้อหาในแบบ

ต่าง ๆ เช่น การนำเสนอในรูปแบบของการสอนเนื้อหาโดยตรง แบบจำลองสถานการณ์หรือแบบแก้ไขปัญหา การเสนอเนื้อหาดังกล่าวเป็นการเสนอโดยตรงไปยังผู้เรียนผ่านทางจอภาพ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม โปรแกรมจะถูกเก็บไว้ในแผ่นบันทึกข้อมูลหรือในหน่วยความจำของเครื่องและพร้อมที่จะเรียกมาใช้ได้ตลอดเวลา การตอบสนองของผู้เรียนจะถูกประเมินโดยคอมพิวเตอร์เพื่อการเสนอแนะขั้นต้นหรือระดับในการเรียนต่อไป

ฉลอง ทับศรี (2535 : 11) กล่าวว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นบทเรียนที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวนำเสนอเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอนส่วนใหญ่มุ่งที่จะให้ผู้เรียนเรียนด้วยตนเองเป็นหลัก บทเรียนอาจจะบันทึกเป็นแผ่นดิสก์แผ่นเดียวหรือหลายแผ่นหรืออาจบรรจุอยู่ในฮาร์ดดิสก์ก็ได้เวลาเรียนจำเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวนำเสนอเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะนำมาเสนอบทเรียนอาจเป็นเครื่องที่ใช้กันอยู่ทั่ว ๆ ไป เช่น อาจมีการ์ดเสียง หรือเครื่องเล่นคอมแพคต์ดิสก์ (CD-ROM) ประกอบก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น

ศักดิ์ ไขกัญญา (2536 : 46) กล่าวว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้นำเนื้อหาวิชาและลำดับวิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ คอมพิวเตอร์จะช่วยนำบทเรียนที่เตรียมไว้อย่างเป็นระบบ มาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียนแต่ละคน

บุญชม ศรีสะอาด (2537 : 123) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนคือ การใช้คอมพิวเตอร์ในการสอนแบบรายบุคคล โดยใช้โปรแกรมที่ดำเนินการสอนภายใต้การควบคุมของคอมพิวเตอร์ จะช่วยให้ผู้เรียน มีความก้าวหน้าตามอัตราของตนเอง เป็นการสอนที่ตอบสนองความต้องการของแต่ละคน

วีระ ไทยพาณิชย์ (2527 : 12) กล่าวไว้ว่าการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง วิธีการเรียนซึ่งคอมพิวเตอร์เป็นสื่อให้เนื้อหาเรื่องราว เป็นการเรียนโดยตรงและเป็นการเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์

กล่าวโดยสรุป คอมพิวเตอร์ช่วยสอนคือ การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนตามจุดมุ่งหมายต่าง ๆ เช่นการสอนเสริมหรือสอนเนื้อหา สอนแก้ปัญหาโดยการสร้างสถานการณ์จำลอง ทั้งนี้ครูผู้สอนสามารถออกแบบบทเรียนให้สนองความแตกต่างระหว่างบุคคล เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้ตามความสามารถของตน จนบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนการสอนในเนื้อหาวิชานั้น โดยคอมพิวเตอร์จะช่วยสอนด้านเนื้อหาวิชาซึ่งอาจเป็นตัวหนังสือกราฟฟิก มีการถามคำถามรับคำตอบตรวจคำตอบ และแสดงผลการเรียนให้แก่ผู้เรียนได้อย่างถูกต้อง

2.2.3 ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีอยู่หลายประเภท สามารถแบ่งตามลักษณะการใช้งานเป็นประเภทต่าง ๆ ได้ดังนี้ (วัชชัย งามสันติวงศ์. 2540 : 17)

1. ใช้เป็นผู้สอน (Tutor Applications) โดยใช้ครูผู้สอนซึ่งแบ่งตามลักษณะของการสอนได้ดังต่อไปนี้

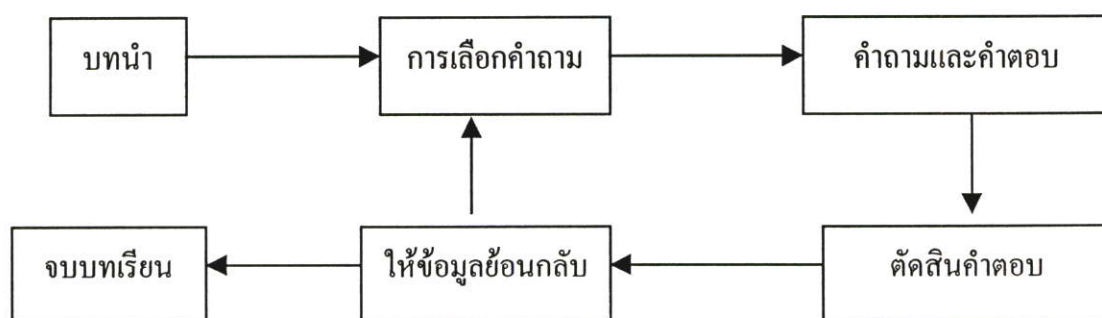
1.1 การฝึกหัดและปฏิบัติ (Drill and Practice)

บทเรียนในแบบฝึกหัดเป็นโปรแกรมที่ไม่มีคำแนะนำเนื้อหาความรู้แก่ผู้เรียนก่อน แต่จะมีการตั้งคำถามหรือปัญหาที่ได้รับคัดเลือกมาจากการสุ่มหรือออกแบบมาโดยเฉพาะ การแนะนำคำถามหรือปัญหานั้นซ้ำอีกเพื่อให้ผู้เรียนตอบแล้วมีคำตอบที่ถูกต้องเพื่อการตรวจสอบ ยืนยันหรือแก้ไข และพร้อมกันให้คำถามหรือปัญหาต่อไปอีกจนกว่าผู้เรียนสามารถตอบคำถามนั้น จนถึงระดับเป็นที่น่าพอใจ ดังนั้นการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการฝึกหัดนี้ ผู้เรียนจึงจำเป็นต้องมีความคิดรวบยอด และมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องราวและกฎเกณฑ์เกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ เป็นอย่างดีมาก่อน จึงจะสามารถตอบคำถามหรือแก้ปัญหาได้ (กิดานันท์ มลิทอง. 2535 : 216-220)

ผู้เรียนพัฒนาทักษะ โดยฝึกฝนกับแบบฝึกหัดจากคอมพิวเตอร์ตามความสามารถและความเร็วของแต่ละบุคคล ใช้สอนสะกดคำและฝึกทักษะทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น Alessi and Trollip.

(อ้างใน จริยา โพธิสาร. 2543 : 15) กล่าวไว้ว่า บทเรียนในลักษณะที่เป็นแบบฝึกและปฏิบัตินี้เป็นบทเรียนที่สร้างง่าย มีลักษณะเด่น คือการเสนอคำถามหรือปัญหาซ้ำ ๆ ในลักษณะเดียวกัน จนกว่าผู้เรียนจะตอบถูกหรือแก้ปัญหาเหล่านั้นได้ถึงเกณฑ์ระดับหนึ่ง

โครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกและปฏิบัติ มีลักษณะดังแสดงในภาพที่ 2.1 Alessi and Trollip. (อ้างใน จริยา โพธิสาร. 2543 : 15)



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกและปฏิบัติ

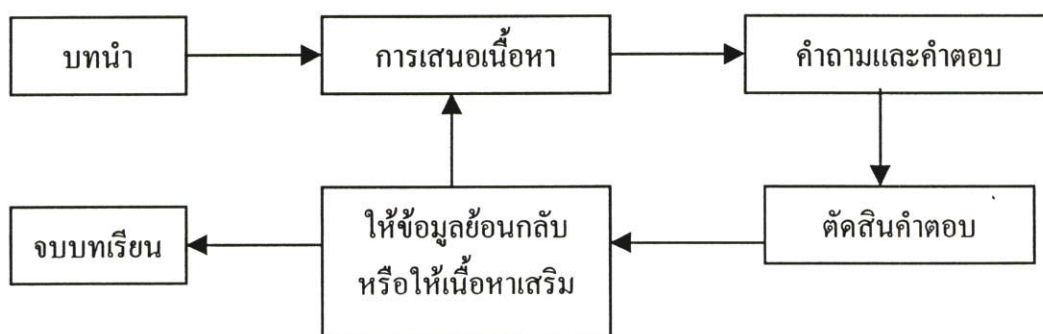
1.2 การสอนเนื้อหา (Tutorial)

บทเรียนในแบบการสอนนี้จะ เป็นโปรแกรมที่เสนอเนื้อหาความรู้เป็นเนื้อหาย่อย ๆ ให้แก่ ผู้เรียน ในรูปแบบข้อความ ภาพ เสียง หรือทุกแบบรวมกัน แล้วให้ผู้เรียนตอบคำถาม เมื่อผู้เรียนให้คำตอบแล้ว คำตอบนั้นจะได้รับการวิเคราะห์ให้คำตอบกลับทันที และถ้าผู้เรียนตอบคำถามนั้นซ้ำและยังผิดอีก ก็จะมีการให้เนื้อหาเพื่อทบทวนใหม่จนกว่าผู้เรียนจะตอบถูก จึงให้ตัดสินใจว่ายังคงต้องการเรียนเนื้อหาในบทเรียนนั้นอีกหรือจะเรียนในบทใหม่ต่อไป

ในการสอบแบบนี้เป็นขั้นพื้นฐานของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่เสนอบทเรียนในรูปแบบของบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา โดยสามารถใช้สอนได้ทุกสาขาวิชา (กิดานันท์ มลิทอง. 2533 : 171)

การออกแบบบทเรียนนี้อาศัยธรรมชาติของการตอบสนองและการแสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ บทเรียนนี้มีการตั้งคำถามแบบถาม-ตอบจำนวนมาก มีการเสริมแรงตลอดเวลา สามารถใช้สอนสิ่งใหม่ในลักษณะบทเรียนแบบโปรแกรม เป็นบทเรียนที่นิยมใช้กันมาก รูปแบบโดยทั่วไปจะมีการแสดงกรอบเนื้อหา มีการถามคำถาม มีการตรวจคำตอบและมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ ถ้าผู้เรียนตอบถูกจะสอนเนื้อหากรอบต่อไป แต่ถ้าตอบผิดก็จะมีการช่วยเหลือหรือการสอนเสริมเสียก่อนแล้วจึงกลับไปถามคำถามเดิม

โครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบใช้เนื้อหา มีลักษณะดังแสดงในภาพที่ 2.2 Alessi and Trollip. (อ้างใน จริยา โทธิสาร. 2543 : 15)



ภาพที่ 2.2 โครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบใช้สอนเนื้อหา

1.3 การจำลองสถานการณ์ (Simulation)

คอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่ในการเสนอสถานการณ์การเรียนรู้ ซึ่งสัมพันธ์กับลักษณะของความเป็นจริง ผู้เรียนจะต้องเรียนรู้ในการตัดสินใจและโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์อยู่ในเหตุการณ์จริง จากนั้นคอมพิวเตอร์จะแสดงผลที่ได้จากการตัดสินใจนั้น บทเรียนแบบนี้มีประโยชน์ในการสร้างประสบการณ์ต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี ทั้งยังประหยัดและปลอดภัยในการฝึก สิ่งที่น่าจะเป็นอันตรายเสียค่าใช้จ่ายสูง เช่น การสร้างสถานการณ์การฝึกบิน เป็นต้น

Alessi and Trollip (อ้างใน จริยา โทธิสาร. 2543 : 16) กล่าวว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบการสร้างสถานการณ์จำลองเป็นการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในทางสร้างสรรค์และน่าสนใจ เพราะได้ศึกษาสภาพของคอมพิวเตอร์เต็มที่

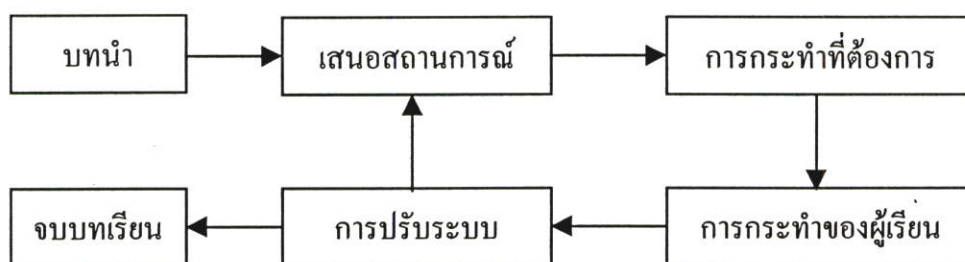
กิดานันท์ มลิทอง (2535 : 173) กล่าวว่า โปรแกรมบทเรียนสถานการณ์จำลอง จะมีโปรแกรมบทเรียนย่อยแทรกอยู่ด้วย ได้แก่ โปรแกรมการสาธิต (Demonstration) ซึ่งโปรแกรมจะสาธิตให้ผู้เรียนได้ดูเพียงอย่างเดียว การจำลองสถานการณ์นี้มี 3 ลักษณะ คือ

ก. การจำลองสถานการณ์แบบการทำงาน (Work Performance Simulation) เช่น การจำลองสภาพการบิน การขับรถ

ข. การจำลองสถานการณ์แบบจำลองระบบ (System Modeling Simulation) เช่น การลงระบบการจราจรวันเวย์ในนครหลวงว่ามีปัญหาอย่างไรหรือไม่ ก่อนลงมือทำบนถนนจริง

ค. การจำลองสถานการณ์แบบประสบการณ์ (Experience Encounter) เช่นการลองให้ผู้ฝึกงานได้ทดลองบางอย่างหรือตัดสินใจบางเรื่อง การทำจริง ๆ อาจยังไม่เกิด แต่ผู้เรียนจะได้เรียนรู้จากการจำลองสถานการณ์ว่าประสบการณ์ของตนเป็นอย่างไรถ้าอยู่ในสภาพนั้น ทำให้คิดได้ล่วงหน้าว่าควรจะให้พิจารณาปัจจัยอะไรบ้าง และรู้ว่าจะมีความรู้สึก ความคิดเห็นต่าง ๆ อย่างไร

โครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบการสร้างสถานการณ์จำลอง มีลักษณะดังแสดงในภาพที่ 2.3 Alessi and Trollip. (อ้างใน จริยา โพธิสาร. 2543 : 16)



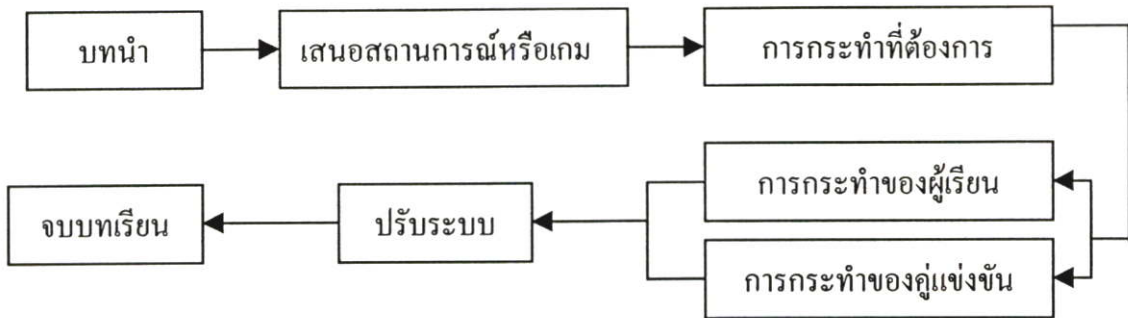
ภาพที่ 2.3 โครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบการสร้างสถานการณ์จำลอง

1.4 เกมการสอน (Instructional Games)

การใช้เกมเพื่อการเรียนการสอนกำลังเป็นที่นิยมใช้กันมาก เนื่องจากเป็นสิ่งที่สามารถกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความอยากเรียนรู้ได้โดยง่าย จึงสามารถใช้เกมในการสอนและเป็นสื่อที่จะให้ความรู้แก่ผู้เรียน นอกจากนี้การใช้เกมนี่ยังช่วยเพิ่มบรรยากาศในการเรียนรู้ให้ดีขึ้น ช่วยมิให้ผู้เรียนเกิดอาการเหม่อลอย ซึ่งเป็นอุปสรรคในการเรียน เนื่องจากมีการแข่งขันทำให้ผู้เรียนมีการตื่นตัวอยู่เสมอ รูปแบบโปรแกรมของเกมเพื่อการสอนคล้ายคลึงกับโปรแกรมบทเรียนสถานการณ์จำลอง แต่แตกต่างกันโดยการเพิ่มบทบาทของผู้แข่งขันเข้าไปด้วย (กิดานันท์ มลิทอง. 2533 : 86)

ยุทธศาสตร์ของบทเรียนในประเภทนี้อยู่ที่การสร้างแรงจูงใจ มีการกำหนดกฎเกณฑ์ให้มีผู้ชนะในตอบจบ ผู้เรียนจึงได้รับทั้งความรู้ ทักษะและความสนุกสนานไปในตัว บทเรียนแบบนี้มีคุณประโยชน์คล้ายกับแบบสถานการณ์จำลองตรงที่ให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าที่และปัญหาที่เสนอให้ทั้งหมด

โครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอน มีลักษณะดังแสดง
ในภาพที่ 2.4 Alessi and Trollip. (อ้างใน จริญญา โพธิสาร. 2543 : 17)



ภาพที่ 2.4 โครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอน

1.5 การค้นพบ (Discovery)

การค้นพบเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากประสบการณ์ของตนเองให้มากที่สุด โดยการเสนอปัญหาให้ผู้เรียนแก้ไขด้วยการลองผิดลองถูกหรือโดยวิธีการจัดระบบเข้ามาช่วย โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะให้ข้อมูลแก่ผู้เรียนเพื่อช่วยในการค้นพบนั้น จนกว่าจะได้ข้อสรุปที่ดีที่สุด

1.6 การแก้ปัญหา (Problem-Solving)

เป็นการให้ผู้เรียนฝึกการคิด การตัดสินใจ โดยมีการกำหนดเกณฑ์ให้ผู้เรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์นั้น โปรแกรมเพื่อการแก้ปัญหาแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

ก. โปรแกรมที่ให้ผู้เรียนเขียนเอง ผู้เรียนเป็นผู้กำหนดปัญหาและเขียนโปรแกรมสำหรับแก้ปัญหานั้น โดยที่คอมพิวเตอร์จะช่วยในการคิดคำนวณและหาคำตอบที่ถูกต้องให้ ในกรณีนี้คอมพิวเตอร์จึงเป็นเครื่องช่วยเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุถึงทักษะของการแก้ปัญหา โดยการคำนวณข้อมูลและการจัดการสิ่งที่ยุ่งยากซับซ้อนให้

ข. โปรแกรมที่มีผู้เขียนไว้แล้วเพื่อช่วยผู้เรียน ในการที่จะแก้ปัญหาโดยคอมพิวเตอร์ จะทำการคำนวณ ในขณะที่ผู้เรียนเป็นผู้จัดการกับปัญหาเหล่านั้นเอง

1.7 การทดสอบ (Test)

การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการสอบ มิใช่เป็นการใช้เพียงพอปรับคุณภาพของแบบทดสอบและวัดความรู้ของผู้เรียนเท่านั้น แต่ยังช่วยให้ผู้สอบมีความรู้สึกที่เป็นอิสระจากการผูกมัดทางด้านกฎเกณฑ์ต่าง ๆ เกี่ยวกับการทดสอบได้อีกด้วย เนื่องจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะสามารถช่วยเปลี่ยนแปลงการทดสอบจากแบบแผนเก่า ๆ ของปรนัยหรือคำถามจากบทเรียน มาเป็นการทดสอบแบบมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างคอมพิวเตอร์กับผู้เรียนหรือผู้ทำการทดสอบ ซึ่งเป็นที่

น่าสนใจและน่าสนใจกว่า พร้อมกันนั้นก็เป็นการสะท้อนถึงความสามารถของผู้เรียนที่นำความรู้ต่าง ๆ มาใช้ในการตอบได้อีกด้วย (กิดานันท์ มลิทอง. 2535 : 187-191)

คุณลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยให้ครูผู้สอน มีความสะดวกมากขึ้นในการออกข้อสอบและการคิดคะแนน นอกจากนี้เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบหรือตอบคำถามแบบธรรมดาแล้ว บางครั้งอาจใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในการเสนอสภาพปัญหาหรือสร้างสถานการณ์จำลองให้ผู้เรียนหาทางออกได้ด้วย ส่วนการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการทดสอบนั้น เพื่อให้มีประสิทธิภาพดีพอ ๆ กับการทดสอบแบบธรรมดา โดยเฉพาะการทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์และความคงทนในการจำ

1.8 การสาธิต (Demonstration)

บทเรียนชนิดนี้เหมาะกับบทเรียนทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ซึ่งบางครั้งต้องมีการสาธิตวิธีทดลองหรือการแก้ปัญหา การแสดงการสาธิตจึงเหมาะที่จะใช้คุณลักษณะของคอมพิวเตอร์ ทางด้านกราฟฟิกและสีสันทัน ซึ่งช่วยให้ความสะดวกต่อผู้สอนและลดความยุ่งยากเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์วัสดุทัศนอื่น ๆ ที่จะนำมาประกอบได้เป็นอย่างมาก

2. ใช้เป็นเครื่องมือ (Tool Applications)

ใช้เป็นเครื่องเขียน เช่น เป็นปากกา ดินสอ ในการฝึกวาดรูป ใช้เป็น Slide Rule ช่วยในการคำนวณ เพราะเครื่องคอมพิวเตอร์มีคุณสมบัติช่วยในการวาด การลบเมื่อวาดผิด การแต่งเติมสีซึ่งในโปรแกรมจะมีสีให้ผู้เรียนเลือกได้มากโดยเฉพาะในคอมพิวเตอร์กราฟฟิกจึงทำให้ผู้เรียนมีความประทับใจ และสนุกสนานเมื่อเทียบกับการวาดในกระดาษ

3. ใช้เป็นผู้เรียน (Auditor Applications)

ผู้เรียนจะเป็นผู้สอนเครื่องคอมพิวเตอร์ให้ทำงานบางอย่างโดยคอมพิวเตอร์เปรียบเหมือนผู้เขียนและผู้เรียนเป็นผู้สอนแต่การนำมาใช้ในกรณีนี้ผู้เรียนจะต้องมีความสามารถในการเขียนโปรแกรมได้ด้วย

2.2.4 ข้อดีและข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. ข้อดีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีดังนี้ (นิพนธ์ สุขปริดี. 2533 : 27-28)

1.1 ด้านสีสันความสวยงาม เนื่องจากบทเรียนที่มีสีสันย่อมดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้ดีกว่าสีขาว-ดำ โดยเฉพาะความสนใจของเด็กนั้นจะชอบสีสัน และมีผลในด้านความจำคงทนกว่าอีกด้วย การนำเอาดนตรี สีสันทัน กราฟฟิกเคลื่อนไหว มากทำให้ดูเหมือนของจริง และน่าเข้าใจในการทำแบบฝึกหัดหรือสถานการณ์จำลองได้เป็นอย่างดี

1.2 ด้านเสียง นอกจากใช้เสียงเป็นสิ่งเร้า ยังสามารถใช้เป็นข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ในการตอบถูกหรือผิด

1.3 ด้านกราฟฟิก การใช้ภาพหรือกราฟฟิกประกอบบทเรียนคอมพิวเตอร์ จะได้เปรียบในแง่การทำให้เคลื่อนไหวประกอบคำอธิบายได้ เช่น การทำให้น้ำจืดเคลื่อนไหวช้า ๆ หรือเร็ว ๆ พร้อมกับสีที่เปลี่ยนไป จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจ สนใจมากขึ้น และกราฟฟิกจะเป็นสิ่งที่ดึงดูดใจ

1.4 ด้านการศึกษารายบุคคล เนื่องจากผู้เรียนสามารถเลือกบทเรียน และวิธีการ ได้หลายแบบตามระดับความสามารถและความสนใจของตนเอง ผู้เรียนสามารถเปลี่ยนบทเรียน ให้เหมาะสมกับความต้องการได้ตลอดเวลาเมื่อเกิดความเบื่อหน่าย และมีอิสระที่จะเลือกเวลาเรียน ตามความช้าเร็วของตนเอง สามารถจัดโปรแกรมเสริมในส่วนที่ไม่เข้าใจและเป็นอุปสรรคเสริม สำหรับผู้เรียนเก่งให้ศึกษาด้วยตนเอง ทำให้ควบคุมอัตราเร่งของการเรียนได้โดยไม่ต้องคอยเพื่อน สามารถทำโปรแกรมให้มีบรรยากาศน่าชื่นชม เหมาะสำหรับผู้เรียนที่เรียนช้า การเรียนรู้จะมี ประสิทธิภาพสูงสุด และได้เปรียบบทเรียนแบบโปรแกรมคือ สามารถนำมาใช้ได้อีก เป็นวิธี การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยคำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียนเป็นสำคัญ

1.5 ด้านกิจกรรม ลักษณะของบทเรียนจะเป็นการพูดคุยกันระหว่างผู้เรียนกับ คอมพิวเตอร์ ผู้เรียนมีโอกาสเลือก ตัดสินใจ หรือแสดงความคิดเห็นของตนเองได้ด้วยการเพิ่ม ข้อมูล ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนมากขึ้น จึงเกิดความกระตือรือร้นและ เร้าความสนใจ

1.6 ด้านความรู้สึกรู้สึก ผู้เรียนจะมีความรู้สึกเหมือนกับว่าตนเองกำลังศึกษาหรือกำลังคุย กับใครคนหนึ่ง ซึ่งมีความรู้สึก มีอารมณ์ขัน มีความชอบใจ ไม่ชอบใจ ทำให้ผู้เรียนอยากที่จะ เรียนรู้ เป็นการช่วยสร้างนิสัยความรับผิดชอบให้เกิดในตัวผู้เรียน เพราะไม่ใช่เป็นบังคับให้เรียน แต่เป็นการเสริมแรงอย่างเหมาะสม และทำให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาที่เรียน

1.7 ด้านการให้ข้อมูลย้อนกลับ เป็นการบอกให้ผู้เรียนได้ทราบว่า ตนเองทำไปหรือ ตอบไปนั้นผิดหรือถูกอย่างไร คอมพิวเตอร์สามารถตอบสนองอย่างรวดเร็วทันทีทันใด ทำให้ ผู้เรียนได้รับการเสริมแรงที่รวดเร็ว เมื่อผู้เรียนมีปัญหายังไม่เข้าใจบทเรียนหรือตอบคำถามได้ ถูกต้อง เครื่องจะรายงานผลให้ทราบทันที ในรูปของคำอธิบาย หรือมีภาพและเสียงประกอบ ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความต้องการที่จะเรียนรู้ต่อไป

1.8 ด้านกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น เนื่องจากผู้เรียนไม่สามารถบอกได้ว่า เขาจะพบ อะไรในหน้าต่อไป ความแปลกใหม่ของคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจและตั้งใจมากขึ้น

1.9 ผู้เรียนสามารถทราบผลการเรียนของตนเองในการปฏิบัติกิจกรรมเร็วกว่าสื่ออื่น ๆ เนื่องจากผู้เรียนไม่สามารถแอบดูคำตอบก่อนได้เหมือนตำราเรียน และไม่สามารถข้ามขั้นตอนของ ระบบการเรียนการสอนได้

1.10 สามารถติดตามความก้าวหน้าของผู้เรียนแต่ละคน ควบคุมการเรียนของผู้เรียนได้ เพราะจะช่วยบันทึกผลการเรียนของผู้เรียนและวิเคราะห์ผลการเรียนของแต่ละคน

1.11 สามารถลดเวลาเรียนลงเมื่อเทียบกับการเรียนในห้องเรียน ช่วยให้การเรียน มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล กล่าวคือ มีประสิทธิภาพในการลดเวลา ทุนแรงผู้สอน และ มีประสิทธิผลเนื่องจากทำให้ผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมาย

1.12 ผู้เรียนไม่ต้องเปลืองสมองและเสียเวลาที่จะต้องท่องจำ หรือคิดคำนวณแต่จะเป็นการฝึกให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผล เพราะต้องคอยแก้ปัญหาอยู่ตลอดเวลา

1.13 ผู้เรียนสามารถสรุปหลักการและสาระของบทเรียนต่าง ๆ ได้เร็วขึ้น

1.14 เป็นสื่อการเรียนการสอนที่สามารถทำในสิ่งที่สื่ออื่นไม่สามารถทำได้ เช่น การตัดสินใจในการเสนอเนื้อหาใหม่ หรือให้ศึกษาเนื้อหาเดิมอีก

1.15 ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนเป็นขั้นตอน ทีละน้อยจากง่ายไปหายาก ผู้เรียนมีโอกาสเรียนรู้ซ้ำแล้วซ้ำอีก สามารถยืดหยุ่นตารางเรียนได้ตามสถานที่ที่สะดวก

นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังช่วยอำนวยความสะดวกแก่ครูผู้สอนหลายประการ ดังต่อไปนี้ Hill (อ้างใน ศรีนรินทร์ ไชยบุรี. 2538 : 26)

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยลดชั่วโมงการสอนลง ทำให้ครูมีเวลาในการพัฒนาด้านอื่น ๆ
2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยลดเวลาในการติดต่อกับผู้เรียน
3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยการสอนในห้องเรียนสำหรับครูที่มีงานสอนมาก โดยเปลี่ยนมาใช้ระบบคอมพิวเตอร์แทน
4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้โอกาสในการสร้างสรรค์พัฒนางานนวัตกรรมใหม่ ๆ
5. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยพัฒนาการเรียนของผู้เรียน
6. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยลดปัญหาาระหว่างผู้เรียน กับผู้เรียนด้วยกันเพราะเป็นการเรียนการสอนแบบเอกัตบุคคล

2. ข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีดังนี้

2.1 การออกแบบโปรแกรม เป็นงานที่ใช้เวลาความสามารถมาก และต้องมีครูผู้รู้เนื้อหาวิชา แต่ไม่สามารถสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ด้วยตนเอง การพึ่งพาโปรแกรมเมอร์ยังคงต้องพบอุปสรรคและข้อจำกัดอยู่

2.2 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ไม่สามารถสอนบางเนื้อหาในลำดับขั้นสูง ๆ ของพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ได้ ทั้งนี้ยังไม่รวมถึงจิตพิสัย (Affective Domain) และทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) ซึ่งมีข้อจำกัดมากขึ้นอีก

2.3 เมื่อเวลาผ่านไปผู้เรียนจะเริ่มเกิดความเคยชินกับเครื่องคอมพิวเตอร์ ทำให้ความกระตือรือร้นและแรงจูงใจที่จะเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ลดลงบางครั้งก็ให้ผลตรงข้ามผู้เรียนไม่ชอบที่จะเรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์

2.4 บทเรียนคอมพิวเตอร์ไม่ส่งเสริมพัฒนาการทางสังคม เพราะผู้เรียนจะใช้เวลาและทักษะของการโต้ตอบกับเครื่องคอมพิวเตอร์มากกว่าผู้สอนหรือเพื่อร่วมชั้นเรียนด้วยกัน

2.5 ผู้เรียนบางประเภทโดยเฉพาะในกลุ่มผู้ใหญ ไม่ชอบที่จะเรียนตามลำดับขั้นตอนของโปรแกรม ซึ่งโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่วนมากจะมีหลักการในการออกแบบให้เรียนไปตามขั้นตอน ซึ่งเป็นการบังคับแบบแผนของการเรียนกับผู้เรียน

2.6 ถึงแม้ราคาของเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์จะลดลง แต่สิ่งแวดล้อมในการเรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่น ห้องเรียน สถานที่ และฐานข้อมูลต่าง ๆ ยังมีราคาสูง และจำกัดอยู่ในเฉพาะเขตตัวเมืองที่มีสภาพเศรษฐกิจที่เจริญแล้ว ไม่สามารถใช้ได้กับท้องที่ในชนบทห่างไกลความเจริญที่ปัจจัยพื้นฐานของสาธารณูปโภคยังไม่ดี เช่น ไฟฟ้า สายโทรศัพท์ เป็นต้น

2.7 ในประเทศไทยความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์ของบุคลากร ทางด้านการศึกษา ตลอดจนโปรแกรมเมอร์ที่จะสร้างงานคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังขาดแคลนอยู่มากการพัฒนาโปรแกรมต่างๆมุ่งไปที่ธุรกิจมากกว่าการศึกษาจะสังเกตได้จากตลาดที่วางขายซอฟต์แวร์จะมีคอมพิวเตอร์ช่วยสอนน้อย เมื่อเทียบกับซอฟต์แวร์ทางด้านธุรกิจ

2.8 ผู้เรียนและผู้สอนบางกลุ่มคาดหวังว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะช่วยทำให้ประสิทธิภาพการเรียนการสอนสูง โดยคาดหวังไว้มากจากเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะลงทุนไป แต่ผลรับคืนที่ได้รับอาจน้อยกว่าที่คาดหวัง และธรรมชาติของการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้จะประกอบด้วยปัจจัยอื่นๆ ในการลงทุนร่วมด้วยอีกมากถ้าคิดคำนวณการลงทุนเบื้องต้นก็จะทำให้ส่วนการลงทุนกับผลที่ได้รับไม่เป็นที่พอใจของผู้ที่จ่ายเงินกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.9 โปรแกรมที่ออกแบบเพื่อเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ส่วนมากไม่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ มีส่วนน้อยที่จะมีโปรแกรมเมอร์ที่สามารถทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ส่วนมากจะถูกจำกัดความคิดให้อยู่ในกรอบผู้ที่สร้างโปรแกรมได้ทำไว้

2.10 ปัญหาทางเทคนิคของเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ประกอบการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คุณภาพของสินค้าที่ผลิตออกมาจากแหล่งต่าง ๆ มีคุณภาพที่ไม่เท่าเทียมกัน และความรู้ของผู้ใช้ยังไม่ทันกับความเปลี่ยนแปลงกลไกในตลาดทำให้ผู้ใช้ได้สินค้าด้อยคุณภาพ นอกจากนี้โปรแกรมที่ออกวางขายและอุปกรณ์ประกอบเครื่องคอมพิวเตอร์ยังมีอยู่หลายมาตรฐานหลายรูปแบบซึ่งบางครั้งไม่สามารถใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่ทำให้ขาดทิศทางที่ชัดเจนในการพัฒนาโปรแกรมที่จะใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ของค่ายผู้ผลิตที่มีอยู่หลากหลาย

2.3 การออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.3.1 แนวคิดการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพ จะต้องเป็นบทเรียนที่สามารถปรับกลวิธีการสอนให้เหมาะสมกับประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน ในที่นี้ผู้วิจัยได้สรุปแนวคิดสำคัญของนักการศึกษา นักเทคโนโลยีการศึกษา ที่เป็นพื้นฐานในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 3 แนวคิด ได้แก่ (วชิระ อินทร์อุดม. 2540 : 50)

Mizendo and Evans(อ้างใน จริยา โทธิสาร. 2543 : 22) ได้เสนอแนะแนวทางในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีประสิทธิภาพไว้ ดังนี้

1. วิเคราะห์เนื้อหาและภารกิจการเรียนรู้ การวิเคราะห์จะทำให้กำหนดได้ว่า เนื้อหาส่วนใดจะต้องสอนก่อนหรือหลัง เนื้อหาส่วนใดเป็นพื้นฐานของการเรียนเนื้อหาต่อไป ซึ่งจะนำไปสู่การกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด
 2. การควบคุมบทเรียนและความเร็วในการเรียน ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ควบคุมการฝึกปฏิบัติด้วยตัวของผู้เรียนเอง
 3. ให้โอกาสผู้เรียนในการเลือกวิธีการเรียนที่เหมาะสม กับความถนัดและความต้องการของผู้เรียน
 4. ให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนให้มากที่สุด จะทำให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียน
 5. วิธีการสอนที่ใช้ในบทเรียน ต้องเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน โดยผู้เรียนเก่งจะเรียนได้เร็ว ส่วนผู้เรียนอ่อนก็สามารถเรียนได้ดี โดยมีการซ่อมเสริมและแนะแนวทางที่เหมาะสม
 6. มีการประเมินผลความก้าวหน้าและการบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของผู้เรียน
 7. ผู้เรียนต้องได้ทราบผลการตอบสนองที่มีต่อบทเรียน ในรูปแบบของการให้ข้อมูลป้อนกลับ คำตอบที่ถูกต้องจะได้รับการยืนยัน และคำตอบที่ผิดจะได้รับการแก้ไข
 8. การเสนอเนื้อหาใหม่ต้องเสนอภายหลังที่ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาเดิมแล้ว โดยการบรรจุการฝึกหัดที่ถูกต้องและเหมาะสมเสียก่อน
 9. ผู้เรียนสามารถย้อนกลับได้ตลอดเวลาในระหว่างที่เรียนบทเรียนนั้น
- แนวคิดของ Gagne' Wager and Rojas (อ้างใน วสันต์ อดิษฐ์. 2530 : 77) เกี่ยวกับการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเน้นที่การใช้ยุทธศาสตร์ที่สัมพันธ์กับเหตุการณ์สอน (Events of Instruction) ทั้ง 9 ชั้น ดังนี้

ตารางที่ 2.2 แสดงยุทธศาสตร์การออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้สอดคล้องกับเหตุการณ์สอนตามแนวคิดของ Gagne'

เหตุการณ์การสอน	ยุทธศาสตร์
1. เพิ่มแรงจูงใจให้กับผู้เรียน	1. ใช้รูปภาพ สี เสียง
2. รักษาความสนใจของผู้เรียนให้คงอยู่	2. แจ้งวัตถุประสงค์การเรียนรู้ให้ผู้เรียนทราบ
3. ให้ผู้เรียนระลึกถึงความรู้เดิม	3. ใช้การทบทวนและ/หรือการทดสอบก่อนเรียน
4. แสดงสิ่งเร้า	4. เสนอเนื้อหาในรูปแบบต่าง ๆ
5. ให้แนวทางการเรียนรู้	5. ใช้ตัวชี้นำ การกระตุ้น การบอกไปและการให้คำถามที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียนผ่านมา
6. ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรม	6. กระตุ้นให้ผู้เรียนตอบคำถาม
7. ให้ผู้เรียนได้ทราบผลการปฏิบัติกิจกรรมซ่อมและได้รับการเสริมแรง	7. ให้ข้อมูลป้อนกลับช่วยเหลือ/และหรือ สอนเสริมเมื่อผู้เรียนตอบผิด ให้คำยืนยันและ/หรือการเสริมแรงเมื่อผู้เรียนตอบถูก
8. ประเมินผล	8. ตรวจสอบการปฏิบัติกิจกรรมหรือการทำแบบฝึกหัด ทำแบบทดสอบว่าผู้เรียนผ่านเกณฑ์หรือไม่ แล้วแสดงผลให้ผู้เรียนทราบ
9. ถ่ายโยงการเรียนรู้	9. โดยการสรุปสาระสำคัญ ให้การบ้าน

แนวคิดของ Park, Ok-Choon. (อ้างใน จริญญา โพธิสาร. 2543 : 24)

- ได้เสนอแนวคิด ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพ โดยการใช้ยุทธศาสตร์ RSIS (Response Sensitive Instructional Strategies) มี 5 ขั้นตอน ดังนี้
1. สร้างความสนใจให้กับผู้เรียน โดยการใช้รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว การใช้สี การใช้ข้อความที่น่าสนใจก่อนที่จะมีการสอน การเขียนบทนำที่เน้นความสำคัญของผู้เรียนจะช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้
 2. เพิ่มการรับรู้ของผู้เรียนในเนื้อหา ด้วยการใช้อยุทธศาสตร์เตรียมการก่อนสอน เช่น แจ้งวัตถุประสงค์การเรียนรู้ว่าภายหลังเรียนจบบทเรียนแล้วผู้เรียนจะทำอะไรได้บ้าง
 3. ให้ผู้เรียนเรียนรู้เนื้อหาใหม่ โดยปกติแล้วจะนำเสนอในรูปแบบบทเรียน แบบการสอน (Tutorial Program) ซึ่งจะมีการเสนอเนื้อหา การถาม/การตอบ การตัดสินใจผลการตอบ การให้ข้อมูลป้อนกลับหรือเป็นการสอนซ่อมเสริม
 4. เพิ่มความเข้าใจของผู้เรียน โดยการให้ทำแบบฝึกหัด ให้ตอบปัญหา ให้ข้อมูลป้อนกลับ ให้การเสริมแรงจัดหาแนวทางการเรียนที่เหมาะสมและมีการประเมินผลกิจกรรมของผู้เรียนเป็นต้น

5. เพิ่มความคงทนในการจำ โดยใช้การสรุปสาระสำคัญของบทเรียน หรือการถามคำถามเพิ่มเติม

จากแนวคิดของนักการศึกษาที่กล่าวมานี้ พอจะสรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพ จะต้องครอบคลุมการสอนทั้ง 4 ระยะ คือ การให้สารสนเทศ แนะนำแนวทาง การเรียน ให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมและประเมินผลการปฏิบัติ

นอกจากระเบียบวิธี (Methodology) ที่ดีของบทเรียนแล้ว การใช้รูปภาพ การเคลื่อนไหว สี เสียง จะช่วยเพิ่มความสนใจและรักษาความสนใจของผู้เรียนให้คงอยู่ และการสรุปสาระสำคัญของเนื้อหา (Content Summary) ก็เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดการถ่ายโอนการเรียนรู้ และความคงทนในการจำทั้งในระยะสั้น (Short Term Memory) และการจำในระยะยาว (Long Term Memory)

2.3.2 จิตวิทยาการเรียนการสอนสำหรับการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

หลักการทางจิตวิทยาที่นำมาใช้ในการออกแบบ ธรรมชาติของการเรียนการสอนต่างๆ ไปมักจะประกอบด้วยกิจกรรม 5 ลักษณะ ด้วยกัน คือ (ฉลอง ทับศรี. 2541 : 72)

1. หลักจิตวิทยาเกี่ยวกับการเร้าความสนใจ

จิตวิทยาพุทธปัญญากล่าวไว้ว่า ถ้าจะให้คนเราเกิดการเรียนรู้ เกิดความเข้าใจ เกิดการจำ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์หรือการประเมินค่าได้นั้น คนผู้นั้นจะต้องมีความสนใจก่อน มิฉะนั้นแล้วข้อมูลต่างๆ ที่นำเสนอก็จะไม่ผ่านเข้าสู่สมองของคนๆ นั้นเลย

การเร้าความสนใจนอกจากจะหมายถึง การทำให้เกิดการรับรู้การจดจำแล้ว ยังหมายถึง การเชื่อมโยงความรู้ใหม่ที่จะให้ผู้เรียนเรียนรู้ กับความรู้เดิมที่มีอยู่แล้วในสมอง เป็นที่เชื่อกันว่าถ้าผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เก่ากับความรู้ใหม่ได้ ก็จะสามารถเรียนรู้จดจำความรู้ใหม่ได้ดีกว่าทนนานกว่า และสมบูรณ์กว่า

ส่วนที่เร้าความสนใจเป็นส่วนแรกที่มีมองเห็นทันทีคือ บริเวณหน้าจอคอมพิวเตอร์ ดังนั้น การออกแบบหน้าจอจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องพิจารณา การออกแบบหน้าจอ หมายถึง การออกแบบข้อความ ภาพประกอบที่จะปรากฏบนจอภาพ ซึ่งมีส่วนประกอบที่ต้องพิจารณาหลายประการ ซึ่งการออกแบบหน้าจอที่ดี นับเป็นองค์ประกอบที่คืออย่างหนึ่งของการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือ สื่ออื่นใดก็ตามที่มีการใช้จอภาพในการนำเสนอ

การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีจะต้องประยุกต์จากทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อจะสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี การออกแบบบทเรียนต้องคำนึงถึงภาษาที่ใช้ ควรเป็นคำที่สั้น และสื่อความหมายได้ดีด้วย ดังนั้น บทเรียนส่วนใหญ่จึงมีการผสมผสานของกราฟฟิก สี ภาพเคลื่อนไหว การเปรียบเทียบ การให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม การให้ข้อมูลย้อนกลับที่เป็นภาพ ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ดีขึ้น และเพื่อเร้าความสนใจของผู้เรียน

การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ใช้หลักการดังต่อไปนี้ (สุกรี รอดโพธิ์ทอง. 2531 : 79)

1. ใช้กราฟฟิกที่เกี่ยวข้องกับส่วนของเนื้อหา และกราฟฟิกนั้นควรมีขนาดใหญ่และง่าย ไม่ซับซ้อน และในกราฟฟิกควรบอกชื่อเรื่องบทเรียนไว้ด้วย

2. ใช้ภาพเคลื่อนไหวหรือเทคนิคอื่น ๆ เข้าช่วยเพื่อแสดงการเคลื่อนไหว แต่ควรสั้น และง่าย

3. ควรใช้สีเข้าช่วย

4. ใช้เสียงให้สอดคล้องกับกราฟฟิก

5. กราฟฟิกควรจะค้างบนจอภาพจนกว่าผู้เรียนกดแป้นใด ๆ

แนวทางการออกแบบเพื่อสร้างความสนใจผู้เรียน

1. ใช้สี ช่วยกระตุ้นให้สนใจให้เตะตาก่อน ฤกษ์มันต์ วัฒนาณรงค์ (2539 : 171) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความชอบของสีบนจอคอมพิวเตอร์ โดยกำหนดคู่สีให้ทั้งหมด 36 คู่ จาก การศึกษาพบว่าจำนวนสีที่ใช้เป็นตัวอักษรบนจอคอมพิวเตอร์ไม่ควรมากกว่า 3 สี เพื่อลดการสับสน จำนวนสีที่พอดี คือ 2 สี บนหนึ่งจอ และถ้าจะใช้สีเป็นเครื่องชี้นำบอกหัวข้อต่าง ๆ (Highlighting) ควรใช้สีที่อ่อนกว่าหรือเข้มกว่า เพื่อสังเกตเห็นได้เมื่อมีการเคลื่อนย้ายแถบสีนั้น ๆ จากผลการวิจัย ความชอบของสีบนคอมพิวเตอร์ลำดับความชอบของสีระหว่างตัวอักษรและฉากหลัง หรือสีพื้น บนจอคอมพิวเตอร์ 10 อันดับแรก ได้แก่

อันดับ 1 ตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีน้ำเงิน

อันดับ 2 ตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีดำ

อันดับ 3 ตัวอักษรสีเหลืองบนพื้นสีดำ

อันดับ 4 ตัวอักษรสีเขียวบนพื้นสีดำ

อันดับ 5 ตัวอักษรสีดำบนพื้นสีเหลือง

อันดับ 6 ตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีเขียว

อันดับ 7 ตัวอักษรสีน้ำเงินบนพื้นสีเหลือง

อันดับ 8 ตัวอักษรสีเหลืองบนพื้นสีน้ำเงิน

อันดับ 9 ตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีม่วง

อันดับ 10 ตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีเขียว

2. ใช้ขนาดของตัวอักษรที่ใหญ่กว่าปกติเป็นตัวกระตุ้น

3. ใช้รูปภาพเป็นตัวกระตุ้น (ควรเป็นรูปภาพที่สัมพันธ์กับเนื้อหา)

4. ใช้ภาพเคลื่อนไหวเป็นตัวกระตุ้น

5. ใช้เทคนิคพิเศษต่าง ๆ เกี่ยวกับการเห็น เช่น การใช้การกระพริบ การกลับ ภาพพื้น

(Reverse) การซูมภาพเข้า-ออก การวาดภาพ (Painting) การซ้อนภาพ การใช้ภาพ 3 มิติ

6. ใช้เสียงประกอบในลักษณะต่าง ๆ

7. ใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ เป็นตัวช่วยชี้แนะ (Prompts) เช่น ใช้หัวลูกศร การใช้เส้นนำสายตา การใช้สัญลักษณ์แทนตัวอักษร เป็นต้น

8. การกระตุ้นความสนใจควรเป็นขั้นตอนสั้น ๆ เรียบง่าย อย่าให้เยิ่นเย้อ

2. หลักจิตวิทยาเกี่ยวกับการสอนเนื้อหาหรือการสอน

เมื่อสามารถกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนได้แล้ว ก็จะทำให้ผู้เรียนพร้อมที่จะรับรู้เนื้อหาต่าง ๆ พร้อมทั้งจะจดจำทำความเข้าใจในเนื้อหาข้อมูลใหม่ที่จะให้แนวทางการออกแบบเกี่ยวกับการเสนอเนื้อหา (ฉลอง ทับศรี. 2541 : 73)

1. เสนอเนื้อหาในแต่ละครั้งที่ละน้อย ๆ

2. ให้ผู้เรียนมีโอกาสได้เลือกเรียนเนื้อหาเอง แทนที่จะบังคับให้เรียนตามความรู้พื้นฐานของแต่ละคน ที่มีอยู่ซึ่งไม่เหมือนกัน

3. เนื้อหาประเภทข้อความจริงควรจะให้ได้ผ่านไปที่ประสาทสัมผัส หลาย ๆ ทาง เช่น ได้เห็น ได้ยิน ได้ทำตาม เพื่อให้เกิดการรับรู้ การเข้าใจและการจดจำในที่สุด

4. เนื้อหาที่เป็นความคิดรวบยอดหรือเรียกอีกอย่างว่า“สังกะย” (Concept) นั้น ควรจะให้ตัวอย่างมาก ๆ ทั้งที่เป็นตัวอย่าง (Example) และตัวเทียบเคียง (Non-Example)

5. ควรจะจัดเนื้อหาให้เข้าใจง่าย เช่น เรียงตามลำดับก่อน-หลัง มีเหตุ-มีผล ซึ่งกันและกัน

6. เนื้อหาที่จะให้เรียนควรปรับจัดให้สัมพันธ์กับชีวิตจริงของผู้เรียน ทำให้มีความหมายแก่ผู้เรียนจะทำให้จำได้นาน

7. ใช้การชี้แนะ การบอกนำ (Hint) ในการเสนอเนื้อหาที่มีความซับซ้อน ยกแก่การเข้าใจซึ่งอาจทำได้โดย

ก. การขีดเส้นใต้ข้อความที่สำคัญ

ข. แนะนำให้อ่านข้อความส่วนที่สำคัญ

ค. บอกว่าส่วนไหนของเนื้อหามีความสำคัญเป็นพิเศษ

ง. ใช้เครื่องหมายคำพูด

8. ในการสอนเนื้อหาประเภททัศนคติ อาจจะทำได้ 2 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ

ก. การเสนอเนื้อหาให้ค่อย ๆ ซึมเข้าไปสู่ความรู้สึกความนึกคิด โดยการให้รับรู้สิ่งนั้นบ่อย ๆ จนชินกลายเป็นการคุ้นเคย แล้วนาน ๆ ก็จะกลายเป็นค่านิยมไปเอง วิธีนี้ต้องใช้เวลา ต้องให้ผู้เรียนค่อย ๆ รับรู้สิ่งนั้นไปเรื่อย ๆ

ข. การสร้างทัศนคติ สร้างความรู้สึก โดยการทำให้เกิดการ “ช็อก” ให้เกิดอารมณ์เกิดความคล้อยตาม การต่อต้านอย่างรวดเร็ว วิธีการนี้ต้องสร้างอารมณ์ร่วมในสิ่งนั้น ๆ โดยใช้ภาพ ใช้เสียง และอย่าให้ผู้เรียนถูกรบกวนจากสิ่งเร้าภายนอก ให้ผู้เรียนมีโอกาสได้ติดตาม ได้นำตัวเอง

เข้าไปอยู่ในสถานการณ์นั้น ๆ ให้ได้มีอารมณ์ร่วมอย่างจริงจัง วิธีนี้จะได้ผลรวดเร็วกว่ามาก และจะไม่ลืมน่า ๆ

9. การเสนอเนื้อหาประเภททักษะ ต้องเสนอเนื้อหาเป็นตอน ๆ อย่างชัดเจนบอกวิธีการฝึกปฏิบัติในแต่ละขั้นตอนอย่างถูกต้องชัดเจน แล้วให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง และมีการบอกถึงข้อบกพร่องในการฝึกปฏิบัติจริงนั้นอย่างทันทีทันใด

3. หลักจิตวิทยาเกี่ยวกับการให้ความช่วยเหลือแนะนำ

ในการที่คนเราจะเรียนรู้ โดยปกติแล้วจะต้องมีการทำความเข้าใจ มีการนำความรู้ใหม่ไปเชื่อมโยงไปสัมพันธ์กับสิ่งที่เรารู้มาแล้วในสมองให้ได้ถ้าผู้เรียนทำไม่ได้คอมพิวเตอร์ต้องสามารถให้ความช่วยเหลือได้ (ฉลอง ทับศรี. 2541 : 74)

แนวทางการออกแบบเกี่ยวกับการให้ความช่วยเหลือ

1. ควรมีปุ่ม แถบ หรือข้อความหน้าต่าง เพื่อให้ผู้เรียนขอความช่วยเหลือได้ตลอดเวลา
2. ควรจัดตำแหน่งให้ความช่วยเหลือนั้นอยู่ในตำแหน่งที่ใช้งานสะดวก
3. ข้อมูลที่ให้ควรเป็นข้อความและอาจมีภาพเสียงอื่น ๆ ประกอบตามความจำเป็น
4. การช่วยเหลือควรแบ่งเป็นระดับ ๆ เช่น ให้ข้อมูลเบื้องต้นก่อนและมีข้อความและประเด็นที่เกี่ยวข้องให้เลือกสอบถามทีละจุดไป โดยการใส่เมาส์คลิกที่ข้อความ รูปภาพหรือรูปสัญลักษณ์ ในลักษณะของไฮเปอร์เท็กซ์ (Hypertext)

5. การให้ความช่วยเหลือผู้เรียนให้เข้าใจโครงสร้างของเนื้อหา (Structure of Content) เป็นสิ่งที่น่าจะทำเป็นอย่างยิ่ง

4. หลักจิตวิทยาเกี่ยวกับการให้ได้ฝึกปฏิบัติ

โดยปกติแล้วคนเรามักจะต้องรับรู้สิ่งใหม่ เนื้อหาใหม่ ข้อมูลใหม่ มากกว่าหนึ่งครั้ง เพื่อให้สามารถจำได้ การได้ฝึกปฏิบัติ ทำให้ผู้เรียนได้จดจำได้ดีขึ้น ทำให้สามารถเรียกใช้ข้อมูลได้อย่างทันทีทันใด (ฉลอง ทับศรี. 2541 : 74)

แนวทางการออกแบบเกี่ยวกับให้ได้ฝึกปฏิบัติ

1. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติทันทีหลังจากเรียนเนื้อหา นั้น ๆ ไปแล้วอย่าเสนอเนื้อหามากเกินไป แล้วจึงให้ฝึกปฏิบัติรวมพร้อมกันในภายหลัง
2. บอกผลของการฝึกปฏิบัติทันทีทันใดพร้อม ๆ กับการบอกผลการปฏิบัติควรจะบอกว่าการปฏิบัตินั้นผิดเพราะอะไร
3. หลังจากการบอกผลการปฏิบัติ ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนเนื้อหาซ่อมเสริมถ้าจำเป็น
4. ควรจะให้มิจำนวนการฝึกปฏิบัติในเนื้อหาที่เรียนให้มาก และบ่อยครั้งที่สุดเท่าที่จะทำได้

5. การฝึกปฏิบัติควรกระจายอยู่ในเนื้อหาทุก ๆ ส่วน ให้ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

6. การฝึกปฏิบัติควรเริ่มจากง่ายแล้วค่อย ๆ เพิ่มความยากขึ้น

7. เนื้อหาที่ใช้ในการฝึกปฏิบัติจะต้องมีความหมายและสัมพันธ์กับประสบการณ์ของผู้เรียน

5. หลักจิตวิทยาเกี่ยวกับการวัดและประเมินผล

5.1 จุดมุ่งหมายของการวัดและประเมินผลสำหรับการพัฒนา CAI นั้น มีจุดมุ่งหมายหลักอยู่ 2 ลักษณะ คือ

ก. เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ ตรวจสอบความก้าวหน้า ความแม่นยำในเรื่องนั้น ๆ ของผู้เรียนกล่าวคือ ถ้าผู้เรียนทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนไม่ผ่าน จำเป็นที่ผู้ออกแบบบทเรียน CAI ต้องให้เนื้อหาเพิ่มเติมหรือปรับปรุงแก้ไขความเข้าใจผิดต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความเข้าใจถูกต้อง

ข. เพื่อวัดผลครั้งสุดท้ายว่าที่เรียนมา ผู้เรียนเรียนรู้เพิ่มมากขึ้นเท่าใด ควรจะผ่านไปเรียนส่วนอื่น ๆ ได้หรือไม่อย่างไร

5.2 หลักการออกแบบเกี่ยวกับการวัดและประเมินผล

ก. คำถามในตอนแรก ๆ ของเนื้อหา ควรเป็นคำถามที่ไม่ยากเกินไป เพื่อสอบถามความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน เป็นการหาแนวทางในการแก้ไขให้ความช่วยเหลือผู้เรียนในเนื้อหานั้น ๆ

ข. คำถามประเภทเลือกตอบ ผู้เรียนใช้ง่ายกว่าการให้พิมพ์ตอบ โดยใช้แป้นพิมพ์

ค. การบอกผลของการตอบคำถามที่ใช้ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้เนื้อหา (Embedded Test) นี้ปกติจะไม่มี การเก็บคะแนนนอกจากจะนำไปใช้ในการหาประสิทธิภาพ

ง. คำถามประเภทที่ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้เนื้อหา (Embedded Test) นี้ จะถามบ่อย และกระจายอยู่ในเนื้อหาอย่างทั่วถึง

จ. ในการใช้คำถามต้องคำนึงอย่างยิ่งเกี่ยวกับระดับความสามารถในการอ่านของผู้เรียน กล่าวคือ คำถามต้องสั้นและเข้าใจง่ายที่สุด

ฉ. คำถามบางคำถามใช้เพื่อชี้แนะหรือบอกแนวคำตอบในข้ออื่น ๆ

ช. ในการถามอาจใช้รูปภาพประกอบ

ซ. อย่าถามละเอียดเกินไป จะทำให้น่าเบื่อ

ฅ. ตำแหน่งของคำถามอาจจะมาก่อนหรือหลังเนื้อหาที่นำเสนอก็ได้

ญ. คำถามที่ดีคือ คำถามที่ใช้วิธีการตอบง่าย ๆ

2.3.4 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การออกแบบและการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะต้องพิถีพิถันละเอียดรอบคอบ และให้มีความยืดหยุ่นมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพราะผู้เรียนจะต้องเผชิญกับผู้สอน ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่

ชีวิตและจิตใจตลอดเวลา ดังนั้น การออกแบบและการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงต้องเกี่ยวข้องกับบุคคลหลายฝ่าย เพื่อให้ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและเนื้อหาวิชา ด้านสื่อการสอน ด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และครูผู้สอน (ช่วงโชติ พันธุเวช. 2535 : 131)

การออกแบบการเรียนการสอนในการนำเอาวิธีการจัดระบบ (System Approach) มาใช้เป็นวิธีการหนึ่งในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพราะเป็นขั้นตอนของการวิเคราะห์และสังเคราะห์กระบวนการอย่างลึกซึ้ง ทำให้ผู้พัฒนาบทเรียนเข้าใจและตระหนักถึงสภาพของผู้เรียนเนื้อหาของบทเรียนและการวัดประเมินผลการเรียน โดยมีขั้นตอนดังนี้ (วสันต์ อดิศักดิ์. 2530 : 140)

1. **ขั้นวิเคราะห์ผู้เรียน** เป็นการศึกษาผู้เรียนเพื่อให้สามารถเข้าใจและรู้จักกลุ่มเป้าหมายอย่างถ่องแท้ก่อนที่จะพัฒนาบทเรียนให้เหมาะสม รวมทั้งพิจารณาถึงวัยและความสามารถในการใช้คอมพิวเตอร์ของผู้เรียนด้วย
 2. **ขั้นวิเคราะห์เนื้อหาของบทเรียน** พิจารณาบทเรียนที่นำมามีความเหมาะสมกับสื่อประเภทบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือไม่นอกจากนี้ควรพิจารณาสัญการการเรียนรู้ด้วยว่าควรจะเน้นในด้านใด ด้านความรู้ความจำ ด้านวิธีการคิด ด้านเจตคติ และด้านทักษะการปฏิบัติ เป็นต้น
 3. **ขั้นพัฒนาเนื้อหาของบทเรียน** เป็นการนำบทเรียนที่วิเคราะห์มาจัดเป็นหน่วย ซึ่งจะใช้เวลาเรียนมากน้อยตามความเหมาะสมของเนื้อหา สำหรับระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพวิชาศิลปประดิษฐ์ เวลาเรียนทฤษฎี 1 คาบ ปฏิบัติ 3 คาบ ต่อสัปดาห์ (คาบละ 50 นาที) จากนั้นนำมาแยกเป็นหัวเรื่องย่อย ๆ ที่ครอบคลุมเนื้อหาให้มีปริมาณเท่า ๆ กัน ควรจะตัดความซ้ำซ้อนกันให้มากที่สุดและกำหนดแนวความคิดขอบเขตของเรื่องที่จะสอนในหัวข้อหนึ่งควรมีหนึ่งความคิดรวบยอด
 4. **ขั้นกำหนดวัตถุประสงค์** ควรเขียนเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ที่ครอบคลุมการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้มากที่สุดตามชนิดเนื้อหาของบทเรียน
 5. **ขั้นพัฒนาแบบทดสอบ** เมื่อจัดแบบทดสอบเรียบร้อยแล้ว จึงคิดกิจกรรมในการเรียนการสอน ที่จะทำให้ผู้เรียนสามารถทำแบบทดสอบนี้ได้
- แบบทดสอบที่ใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีด้วยกัน 4 ชนิด ดังนี้
1. **ทดสอบความรู้เดิม (Entry-Behaviors Test)** เป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่ใช้วัดความพร้อมของผู้เรียน หากผู้เรียนยังไม่มีความพร้อมจะต้องมีการซ่อมเสริมให้ผู้เรียนก่อนจนเกิดความพร้อม
 2. **แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test)** เป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์เพื่อวัดความพร้อมในการที่จะเข้าศึกษาในหน่วยหนึ่ง ๆ

3. แบบทดสอบด้วยตนเอง (Self-test) เป็นแบบทดสอบขณะที่เรียนแต่ละหัวเรื่องหรือแต่ละจุดประสงค์ ก่อนที่จะก้าวไปเรียนในหัวเรื่องต่อไป

4. แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) เป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่เป็นแบบคู่ขนานกับแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อวัดว่าผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่

5. ชั้นพัฒนาวิทยาศาสตร์การสอน จึงควรเลือกรูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เหมาะสม ซึ่งแต่ละประเภทมีวิธีการสอนของตนเอง

6. ชั้นพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นการนำเอาบทเรียนที่ได้มาเขียนเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งสามารถสร้างขึ้นจากเครื่องมือ 3 วิธี ดังต่อไปนี้ (สมพงษ์ เทคนิธรรม. 2541 : 120)

1. สร้างด้วยภาษาเครื่องหรือภาษาไทยภาษาหนึ่งโดยตรง

ในปัจจุบันภาษาที่ใช้สร้างบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีหลายภาษา เช่น ภาษา Basic ภาษา Pascal ภาษา Cobol และภาษา C ซึ่งภาษาต่าง ๆ เหล่านี้จะมีทั้งข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันไป ตามวัตถุประสงค์ของผู้สร้างภาษานั้น ๆ

ข้อดี

- ก. มีข้อจำกัดในการสร้างน้อย
- ข. สามารถสร้างบทเรียนได้ทุกรูปแบบตามความต้องการ

ข้อเสีย

- ก. ต้องศึกษาภาษาคอมพิวเตอร์ที่จะใช้จนสามารถใช้งานได้
- ข. ใช้เวลาในการสร้างโปรแกรมมาก
- ง. ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขบทเรียนได้ยาก

6 สร้างด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป (Authoring System)

ในปัจจุบัน Authoring System ที่นำมาใช้สร้างบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีมากมาย เช่น PC Story Board, Tool Book, EZ Tool และ Authoware เป็นต้น ดังนั้น การเลือกใช้โปรแกรมใด ขึ้นอยู่กับผู้ใช้สามารถประยุกต์ใช้โปรแกรมได้มากน้อยเพียงใด ตลอดจนความสามารถของโปรแกรมที่เลือกใช้นั้น สนองตอบความต้องการในการทำบทเรียนที่ออกแบบไว้ได้หรือไม่ ซึ่งควรพิจารณาในคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- ก. ความยากง่ายของการใช้โปรแกรม
- ข. ความสามารถในการแสดงตัวอักษรและภาพกราฟฟิกออกทางจอภาพ
- ค. ความสามารถในการแสดงภาพเคลื่อนไหวและเสียงประกอบ
- ง. ความสามารถในการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้
- จ. ความสามารถในการรับหรือเก็บข้อมูลของผู้เรียน
- ฉ. ขนาดของโปรแกรมที่จะนำมาใช้กับคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่

ช. ข้อจำกัดบางประการของโปรแกรม

3. สร้างด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป (Authoring System) ร่วมกับภาษาคอมพิวเตอร์

เพื่อเป็นการลดข้อจำกัดบางประการของ Authoring System ในการสร้างบทเรียนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับโปรแกรมที่เขียนเพิ่มเติมด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะทำให้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ตามที่เราต้องการและมีประสิทธิภาพมากขึ้น อย่างไรก็ตามการสร้างบทเรียนด้วยวิธีนี้ ก็มีข้อดี ข้อเสีย ดังนี้

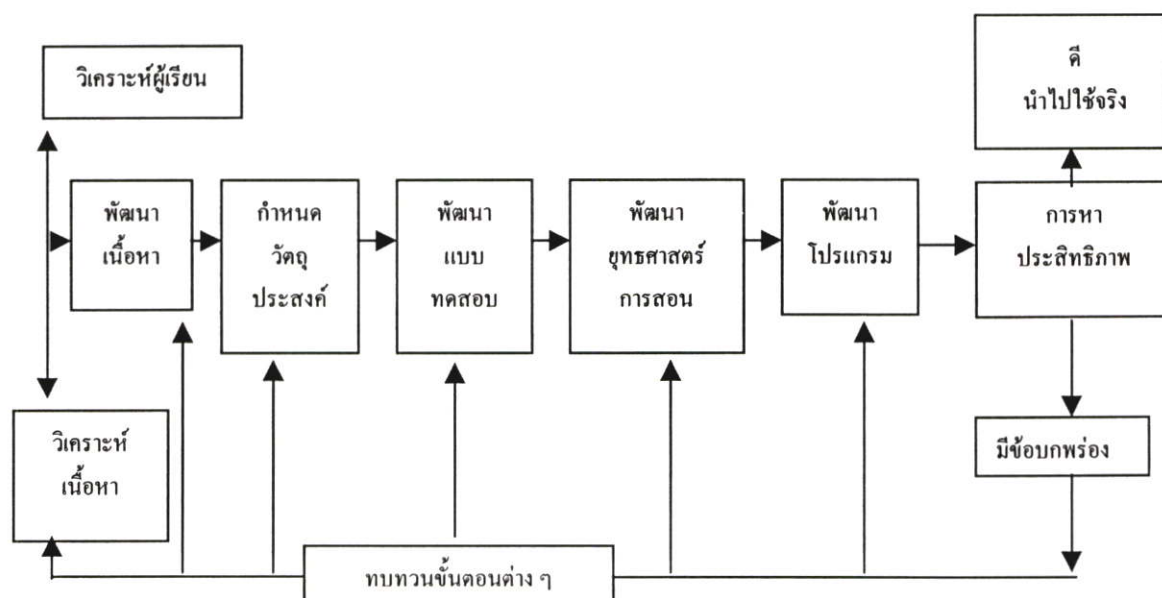
ข้อดี

- ก. สามารถสร้างบทเรียนได้ตามต้องการ
- ข. สร้างบทเรียนได้ง่ายและใช้เวลาน้อยกว่า
- ค. ปรับปรุง เปลี่ยนแปลง แก้ไขได้ตลอดเวลา

ข้อเสีย

- ก. อาจมีข้อจำกัดทางระบบ เนื่องจากไม่ได้สร้างขึ้นเพื่อใช้งานด้าน CAI โดยเฉพาะ
- ข. ต้องศึกษาทั้งวิธีใช้ Authoring System และภาษาคอมพิวเตอร์

7. ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของบทเรียน เป็นการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างไปทดลองใช้กับผู้เรียนเพื่อตรวจสอบ ที่กล่าวมาแล้วนั้น สามารถเขียนเป็นแผนภาพดังแสดงในภาพที่ 2.5 (วสันต์ อดิศัพท์. 2530 : 70)



ภาพที่ 2.5 ลำดับขั้นการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.3.5 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบพื้นฐาน คือ การมองโครงสร้างของบทเรียนที่นำเสนอต่อผู้เรียนเท่าที่นิยมสร้างกันในปัจจุบัน โดยมองรูปแบบการสร้างแบบเฉพาะบทเรียน เช่น บทเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน บทเรียนวิชาภาษาไทย และภาษาอังกฤษก็ตาม รูปแบบของบทเรียนจะแยกเป็น 2 แบบ คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชนิดเส้นตรง ซึ่งประกอบด้วยกรอบที่แบ่งเป็นหน่วยเล็กๆจากง่ายไปหายากผู้เรียนจะต้องเรียนจากกรอบแรกไปตามลำดับจนถึงกรอบสุดท้ายข้ามกรอบใดกรอบหนึ่งไม่ได้ เนื่องจากกรอบแรก ๆ เป็นพื้นฐานของการเรียนกรอบต่อไปและอีกชนิดคือบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบไม่เป็นเส้นตรง ที่ต้องคำนึงถึงความแตกต่างและความคิดของแต่ละคนโดยการทดสอบผู้เรียนก่อนเรียนเพื่อหาระดับความสามารถของผู้เรียนแต่ละคนทั้งนี้เพื่อจะได้เลือกบทเรียนให้เหมาะสมการจัดการจัดกรอบของบทเรียนและต้องมีการเชื่อมโยงกันระหว่างกรอบอย่างพอเหมาะตามความสามารถของการเรียนรู้ของผู้เรียน

(เย็น ภู่วรรณ. 2531 : 114)

การทำงานร่วมกันระหว่างนักคอมพิวเตอร์ นักการศึกษา และผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาของสาขาวิชาที่จะทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เริ่มจากผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาจะเป็นผู้ที่กำหนดขอบเขตเนื้อหาให้ จากนั้นนักการศึกษาจะช่วยแบ่งเนื้อหานั้นออกเป็นส่วน ๆ โดยจัดทำเป็นรูปของบทเรียนแบบโปรแกรม คือแบ่งออกเป็นกรอบ ๆ กำหนดให้มีการเสนอกรอบที่ละกรอบ ตามด้วยแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ มีการอธิบายคำตอบที่ตอบผิดและวิเคราะห์คำตอบที่ผิดเพื่อดูว่าทำไมถึงตอบผิด

ข้อคำนึงถึงในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผู้สร้างจะต้องคำนึงถึงสิ่งต่าง ๆ ประกอบการสร้างดังต่อไปนี้ (ไพโรจน์ ตรีธรรณกุล. 2529 : 128)

1. เนื้อหาวิชาที่จะสร้างต้องมีความเหมาะสม ทันสมัยและเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนในปัจจุบัน
2. ไม่ควรสร้างบทเรียนซ้ำกับผู้อื่น หรือที่มีขายสำเร็จรูปตามท้องตลาด
3. บทเรียนที่สร้างขึ้นคุ้มค่ากับเวลาและการลงทุน
4. ควรมีผู้เรียนหรือผู้ใช้จำนวนมากพอ
5. การสร้างบทเรียนจะต้องสามารถสร้างให้เสร็จในเวลาที่กำหนด
6. การวัดผลจะเกิดปัญหาต่อเนื้ออย่างไรหรือไม่
7. ควรเลือกใช้รูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีความเหมาะสมกับเนื้อหาวิชาและกลุ่มนักเรียนเป้าหมาย
8. ผู้สร้างควรมีความรู้ความเข้าใจและทักษะในการออกแบบและการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างแท้จริง

2.4 การประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.4.1 วัตถุประสงค์ในการประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีวัตถุประสงค์สำคัญ 5 ประการ คือ (วชิระ อินทร์อุดม. 2540 : 75)

1. เพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องของบทเรียน
2. เพื่อตรวจสอบการทำงานของโปรแกรม
3. เพื่อหาประสิทธิภาพและประสิทธิผลของบทเรียน
4. เพื่อตรวจสอบคุณภาพของบรรจุภัณฑ์และคู่มือการใช้บทเรียน
5. เพื่อหาประสิทธิภาพความคุ้มค่าในการใช้

2.4.2 แนวคิดในการประเมินผลบทเรียน มีผู้เสนอแนวคิดไว้หลายแนวคิด เช่น

แนวคิดของ Schwarz and Lewis (อ้างใน จริยา โพธิสาร. 2543 : 34) ให้ความสำคัญกับการประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้แบบประเมินผลบทเรียน (Courseware Evaluation Form) เป็นแบบสอบถามประเภทตรวจสอบรายการถามเกี่ยวกับศักยภาพของบทเรียน ศักยภาพของโปรแกรม ความเหมาะสมระหว่างบทเรียนกับอุปกรณ์ที่ใช้ความสามารถในการสอน ความสะดวกในการเรียน การเข้าออกโปรแกรม การควบคุมบทเรียน การบันทึกข้อมูล การแสดงผล ข้อมูล ความคิดเห็นของครู-นักเรียน โปรแกรมเมอร์ที่มีต่อบทเรียน ส่วนผู้ประเมินจะมีทั้งนักเรียน ครู นักเทคโนโลยีการศึกษา ผู้เชี่ยวชาญและโปรแกรมเมอร์

แนวคิดของ Criswell (อ้างใน วชิระ อินทร์อุดม. 2540 : 77) ให้ความสำคัญกับผลลัพธ์ที่เกิดจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งในระดับส่วนรวมทั้งชั้นเรียนและในระดับรายบุคคล วิธีการที่ใช้มี 4 วิธี คือ

1. การคำนวณหาร้อยละของผู้ที่เรียนจบบทเรียนภายในระยะเวลาที่กำหนด
2. การคำนวณหาร้อยละของคำตอบที่ผู้เรียนตอบถูก จากการทำแบบทดสอบ

วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3. การคำนวณหาเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการเรียนจากบทเรียน
4. การคำนวณหาอัตราการทำข้อสอบถูกเพิ่มหรือที่เรียกว่า อัตราเร่ง ซึ่งคำนวณจากคำตอบถูกและคำตอบผิดต่อนาที

แนวคิดของ Chauhun (อ้างใน วชิระ อินทร์อุดม. 2540 : 77) ให้ความสำคัญกับการประเมินผลสื่อที่มีลักษณะตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยอาศัยข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยใช้ทั้งการทดสอบ การสังเกต การสอบถาม การสัมภาษณ์และการแสดงความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียน ข้อมูลเชิงปริมาณที่ได้จะมาจากการทำคะแนนแบบฝึกหัดในบทเรียน คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและอัตราการตอบผิดในบทเรียน

แนวคิดของ Hovland (อ้างใน วชิระ อินทร์อุดม. 2540 : 78) ได้เสนอแนวความคิดในการหาประสิทธิภาพสื่อเมื่อจะนำบทเรียนที่สร้างขึ้นไปใช้อย่างแพร่หลายต้องคำนวณหาค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index : E.I) ซึ่งมีค่าที่คำนวณได้จะเป็นทศนิยม ถ้ามีค่าใกล้ 1 มากเท่าใด ยิ่งแสดงว่าสื่อชนิดนั้นมีประสิทธิภาพมาก ข้อมูลที่นำมาใช้ในการคำนวณมาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทั้งการทดสอบก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียน

แนวคิดการหาประสิทธิภาพกระบวนการต่อประสิทธิภาพผลลัพธ์

ตามแนวคิดนี้มีพัฒนาการมาจาก การหาเกณฑ์มาตรฐานของบทเรียนโปรแกรม การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก่อนที่จะนำไปใช้ในการสอน ควรนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองใช้ (Try Out) ตามขั้นตอนที่กำหนด หลังจากนั้นปรับปรุงแก้ไขให้ได้มาตรฐานเสียก่อน เพื่อจะได้ทราบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นมีคุณภาพเพียงใด มีสิ่งใดที่ยังบกพร่องอยู่ โดยการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจากประชากรที่จะใช้จริง

1. การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียน เรียนรู้ในระดับที่ผู้ผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะพึงพอใจว่า หากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพ ถึงกระนั้นแล้วแสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชุดนั้นมีคุณค่าที่จะนำไปสอนนักเรียน

การที่จะกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น กระทำโดยการประเมินพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_1 (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และ E_2 (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์) ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่า ผู้เรียนจะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเป็นที่พอใจ โดยกำหนดเป็นค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคะแนนที่ได้ จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน ของผู้เรียนทั้งหมดนั้นคือ E_1 / E_2 หรือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ / ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

การที่จะกำหนดเกณฑ์ E_1 / E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้นให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณา โดยปกติเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับความรู้ ความจำ มักตั้งไว้ที่ 80/80, 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะหรือเจตคติอาจตั้งไว้ 70/70, 75/75 (สุโขทัยธรรมมาธิราช. 2527 : 160)

การกำหนดประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมนิยมกำหนดเป็น 80/80 สำหรับเนื้อหาเกี่ยวกับความรู้ความจำ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อน ± 2.5 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2520 : 153)

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์ในการยอมรับ 80/80 และมีระดับความผิดพลาดไว้ร้อยละ ± 2.5 โดยแบ่งออกเป็น 3 ระดับ

ก. สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพตั้งแต่ 82.5/82.5

ข. เท่าเกณฑ์ เมื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพ 80/80

ค. ต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพต่ำกว่า 77.5/77.5

เกณฑ์ประสิทธิภาพคิดจาก

80 ตัวแรก หมายถึง ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ ของจำนวนคำตอบที่ผู้เรียนทั้งหมดตอบถูก จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

80 ตัวหลัง หมายถึง ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ ของจำนวนคำตอบที่ผู้เรียนทั้งหมดตอบถูก จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

2. วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้สูตร E_1 / E_2 ซึ่ง E_1 เป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ และ E_2 เป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ. 2521 : 124)

3. ขั้นตอนหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เมื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว จะต้องนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองหาประสิทธิภาพ 3 ขั้นตอน ดังนี้คือ (สุพิทย์ กาญจนพันธุ์. 2540 : 167)

ก. ทดสอบภาคสนามเบื้องต้นแบบหนึ่งต่อหนึ่ง โดยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นไปทดลองกับนักศึกษาจำนวน 3 คน โดยคัดเลือกจากนักศึกษาที่กล้าวิจารณ์และแสดงความคิดเห็นซึ่งมีระดับผลการเรียนสูง ปานกลางและต่ำ ระดับละ 1 คน เพื่อสำรวจว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความเหมาะสมกับผู้เรียนและมีข้อบกพร่องอย่างไร เพื่อที่จะได้นำมาปรับปรุงแก้ไขต่อไป

ข. ทดสอบกลุ่มย่อย นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว จากการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ต่อไปทดลองใช้กับนักศึกษา โดยเลือกระดับผลการเรียนสูงปานกลางและต่ำ ระดับละ 3 คน รวมเป็น 9 คน หลังจากนั้นนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง

ค. ทดสอบเชิงปฏิบัติการ นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ทดสอบกับกลุ่มเล็กเมื่อปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักศึกษาที่สุ่มมาแบบมีระบบจำนวน 30 คน นำผลที่ได้ไปหาประสิทธิภาพ เพื่อตรวจสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความเหมาะสมเพียงใด

2.4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีหลายชนิดซึ่งขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการประเมินผลว่า ผู้ประเมินต้องการข้อมูลเชิงปริมาณหรือข้อมูลเชิงคุณภาพหรือทั้งสองอย่าง ข้อมูลที่ได้ส่วนใหญ่ได้มาจาก (วชิระ อินทร์อุดม. 2540 : 78)

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. แบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบที่อยู่ภายในบทเรียน
3. แบบสอบถาม
4. แบบสังเกตและแบบสัมภาษณ์
5. แบบรายงานผลการเรียนรายบุคคลที่บันทึกไว้ในโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์

ช่วยสอน

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อย่างน้อยที่สุดผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบการสอน ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผล ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนและนักเทคโนโลยีการศึกษา ควรได้ให้ความเห็นชอบว่าประสิทธิภาพเชื่อถือได้ และมีกระบวนการในการหาประสิทธิภาพอย่างรัดกุมชัดเจน

2.4.4 วิธีการประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่นิยมใช้มี 2 วิธี คือ (วชิระ อินทร์อุคม. 2540 : 78)

1. การประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ขอบข่ายของบทเรียนและการทำงานของโปรแกรม ตลอดจนคุณภาพทางด้านเทคนิค
2. การประเมินโดยผู้เรียน มีวัตถุประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพและประสิทธิผลของบทเรียน มีวิธีประเมิน 3 ขั้นตอน ดังนี้คือ ทดสอบภาคสนามเบื้องต้นแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ทดลองกลุ่มย่อย และทดสอบเชิงปฏิบัติการ

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ชัยวุฒิ ชมารสินธุ์ (2540 : บทคัดย่อ) สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาศีลศาสตร์ ช่องปาก 2 เรื่อง การถอนฟัน นำไปทดลองกับนักศึกษา คณะทันตแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น แล้วหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพ 81.31/80.44 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้ และมีความเข้าใจในเนื้อหาได้

นิภาพรรณ คงแก้ว (2540 : บทคัดย่อ) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แล้วนำไปทดลองกับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 แผนกพาณิชยการ วิทยาลัยอาชีวศึกษาร้อยเอ็ดหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 88.83/82.40 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ

ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้และทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ บรรลุตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้

นิรัญ สุภาพล (2540 : บทคัดย่อ) สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเคมี เรื่อง โปรีติน ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 นำไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนอุครธานีพิทยาคม แล้วหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 86.77/85.27 และมีค่าดัชนีประสิทธิผล .69 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ แสดงว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์บรรลุตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้

สมชาย เล่าวีศาสดร์ (2543 : 65) สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องหลักสถิติเบื้องต้น โดยการทดลองกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างเขียนแบบเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น จำนวน 52 คน ผลการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเท่ากับ 84.75/82.12 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ตามสมมติฐานคือ ไม่ต่ำกว่า 80/80 สำหรับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีระดับคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เรียนด้วยการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ปฏิพากย์ ปุ่นอุดม (2543 : 46) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาการถ่ายภาพทางการพิมพ์ 1 เรื่อง การผลิตภาพลายเส้น โดยทดลองกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขา วิชาการพิมพ์ จำนวน 40 คน โดยคัดเลือกจาก

- สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพ 8 คน
- สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ 8 คน
- โรงเรียน คอนบอสโก 8 คน
- วิทยาลัยสารพัดช่างพระนคร 8 คน
- วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี 8 คน

ซึ่งผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.92/81.71 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

อภิญา โภคาพานิชวงศ์ (2543 : 38) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาภาษาอังกฤษเทคนิค 2 เรื่อง สัญลักษณ์และคำแนะนำในการใช้งาน ซึ่งผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพ 83.84/81.85 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และนักเรียนเมื่อผ่านการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จิรวรรณ สุวรรณเนตร (2543 : 53) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องจังหวัดสมุทรสงคราม ซึ่งผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมีประสิทธิภาพ 94.33/92.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 85/85

กุล อักษรนุ (2543 : 40) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามปกติและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาทฤษฎีวงจรดิจิทัล 1 เรื่อง โลจิกโคอะแกรม ซึ่งผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาทฤษฎีวงจรดิจิทัล 1 เรื่อง โลจิกโคอะแกรม มีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.40/79.54 ซึ่งเท่ากับเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามปกติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จันทิมา บุทเสน (2544 : 66) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องมาตรฐานการเชื่อมต่อระบบเครือข่าย พบว่า นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 และหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องมาตรฐานการเชื่อมต่อระบบเครือข่าย ซึ่งผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องมาตรฐานการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายมีประสิทธิภาพ 86.13/87.67 ซึ่งเป็นค่าประสิทธิภาพที่สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 85/85

ชาญชัย ลิ้มเจริญ (2544 : 46) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง พันธุกรรม โดยนำไปทดลองกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ของศูนย์บริการการศึกษานอกโรงเรียนอำเภอ พนมสารคาม ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 1 รวมทั้งสิ้น 60 คน โดยผลการวิจัยที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล ได้ค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง พันธุกรรมในการทดลองชั้นปฏิบัติการ เท่ากับ 80.20/82.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 80/80 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ธานี กิ่งศักดิ์ (2544 : บทคัดย่อ) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ขั้นตอนการทำต้นฉบับสิ่งพิมพ์ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยเป็น นักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช) ปีที่ 2 แผนกออกแบบ วิทยาลัยอาชีวศึกษาขอนแก่น จำนวน 40 คน โดยผลการวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น มีค่าประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 81.00/82.67 และจากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนและหลังเรียน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ 0.05

อนุชา บุญแสนแผน (2544 : บทคัดย่อ) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แมคเนติกคอนเทคเตอร์ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เรียนระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย จำนวน 60 คน โดยผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์

ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 88.5/85.5 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80 และจากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

William (1983 : 2882-A) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการสอนภาษา ของนักเรียนชั้นปฐมวัย ผลการวิจัยพบว่าการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการสอนภาษาทำให้ผู้เรียนมีความสามารถทางด้านภาษาดีขึ้นและการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้มีวิธีการเรียนได้หลายวิธี

Miller(1986:1911-A)ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการเรียนภาษาต่างประเทศด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่าผลการเรียนในเรื่องการอ่านไม่แตกต่างกัน แต่ให้ผลที่แตกต่างกันในเรื่องของคำศัพท์และนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะใช้เวลาในการเรียนภาษาน้อยกว่าการเรียนแบบปกติ

จากการศึกษาเอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องส่วนใหญ่พบว่าการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสามารถของตนเองที่ละขั้นมีแรงจูงใจ เกิดทัศนคติที่ดี ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหา และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและบางงานวิจัยพบว่าภายหลังการเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนและครูเป็นผู้สอนทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าหรือเท่ากับผู้เรียนที่เรียน โดยวิธีการสอนปกติ

ความสำคัญและประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นับว่าเป็นสื่อการเรียนการสอนชนิดหนึ่งที่มีประสิทธิภาพเหมาะที่จะนำไปใช้ในการเรียนการสอนผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคอนกรีตเทคโนโลยี เรื่องปูนซีเมนต์ เพื่อให้ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนซึ่งเป็นการพัฒนาการเรียนการสอน โดยช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research&Development) เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคอนกรีตเทคโนโลยีเรื่องปูนซีเมนต์โดยผู้วิจัยได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2540 กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ โดยกำหนดวิธีการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

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

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาโรงเรียนเทคโนโลยีชนะพลจันทร์ นครราชสีมา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2/2544 แผนกวิชาช่างก่อสร้างที่กำลังเรียนในวิชาคอนกรีตเทคโนโลยี จำนวน 42 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาโรงเรียนเทคโนโลยีชนะพลจันทร์ นครราชสีมา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2/2544 แผนกวิชาช่างก่อสร้าง โดยคัดเลือกจากประชากร จำนวน 20 คน โดยวิธีการสุ่มแบบเป็นกลุ่ม (Cluster Sampling) เพื่อใช้หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

- 3.2.1.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องปูนซีเมนต์
- 3.2.1.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคอนกรีตเทคโนโลยี เรื่องปูนซีเมนต์
- 3.2.1.3 แบบประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหา
- 3.2.1.4 แบบประเมินสื่อการสอนด้านการผลิตสื่อ CAI

3.2.2 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

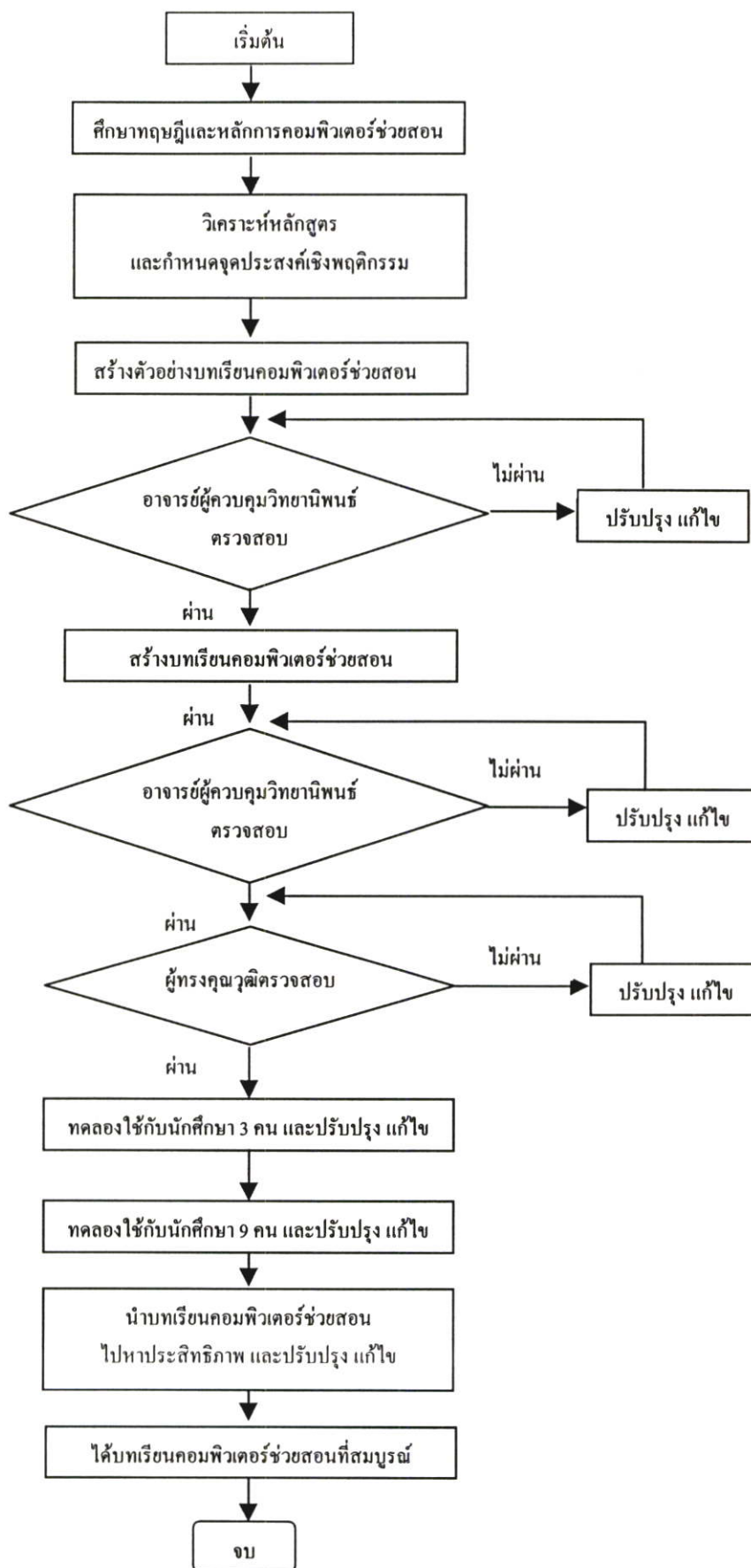
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในครั้งนี้ เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นตามหลักการสอนเนื้อหา (Tutorial) โดยผู้วิจัยสร้างขึ้นด้วยโปรแกรม Authoware เพื่อใช้สอนเนื้อหาทฤษฎีวิชาคอนกรีตเทคโนโลยี เรื่องปูนซีเมนต์สำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2/2544 โดยใช้เวลาในการศึกษาบทเรียนจำนวน 2 คาบๆละ 50 นาทีเป็นเวลาประมาณ 100 นาที มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎีและหลักการบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. วิเคราะห์เนื้อหา และกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
3. เขียนแผนผังบทเรียนและออกแบบส่วนแสดงผล
4. สร้างตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ปูนซีเมนต์
5. นำตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบ
6. ถ้า ผลการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษา **ไม่ผ่าน** ต้องนำตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไปแก้ไขแล้วกลับไปให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์นิพนธ์และผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบอีกครั้ง
7. สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องปูนซีเมนต์
8. นำตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบ
9. ถ้า ผลการตรวจสอบจากอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ **ไม่ผ่าน** ต้องนำตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปแก้ไขแล้วกลับไปให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจสอบอีกครั้ง
10. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและด้านการผลิตสื่อ CAI ทำการประเมินตรวจสอบเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องและนำมาปรับปรุง โดย ผลการประเมิน พบว่า ในภาพรวมด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.35 และในด้านการผลิตสื่อ CAI มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.53 ซึ่งหมายความว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นมีเนื้อหาและมีเทคนิคในด้านการผลิตสื่อ CAI ในภาพรวม อยู่ในระดับ ดี และ ดีมาก ตามลำดับ (ดูผลการวิเคราะห์ได้จากภาคผนวก ข. หน้า 115-116)

11. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ **ไม่ใช้** กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน ได้ค่าประสิทธิภาพ E_1 เท่ากับ 75.00 และ E_2 เท่ากับ 66.66 ดังตารางที่ 3.4 และนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นกลับมาปรับปรุงแก้ไข

12. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองกับนักเรียนจำนวน 9 คนที่ **ไม่ใช้** กลุ่มตัวอย่างและ **ไม่ใช้** นักเรียน 3 คนที่ได้ทดลองในครั้งแรก ซึ่งได้ค่าประสิทธิภาพ E_1 เท่ากับ 82.22 และ E_2 81.11 ดังตารางที่ 3.5 และนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นกลับมาปรับปรุงแก้ไข

13. ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สมบูรณ์สามารถนำไปใช้งานได้



ภาพที่ 3.1 แผนผังการแสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.2.2.2 การหาประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังนี้

ผลการทดลองใช้ครั้งที่ 1 โดยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองใช้กับนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) แผนกวิชาช่างก่อสร้าง โรงเรียนเทคโนโลยีชนะพล ชันท์ นครราชสีมาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยจำนวน 3 คน เพื่อหาข้อบกพร่องของบทเรียน เช่น ความชัดเจนของภาษาและตัวอักษร ภาพ เสียงและคำสั่งต่าง ๆ โดยสังเกตจากการถาม และพฤติกรรมของผู้เรียน ผลการทดลองใช้ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ผลการหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากการทดลองใช้ครั้งที่ 1

การทดสอบ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	ประสิทธิภาพของบทเรียน
คะแนนระหว่างเรียน	20.00	15.00	$E_1 = 75.00$
คะแนนหลังเรียน	30.00	20.00	$E_2 = 66.66$

จากตารางที่ 3.1 พบว่า คะแนนที่ได้จากการทดสอบระหว่างเรียนเท่ากับ 15.00 คะแนน คิดเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 75.00 และคะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 20.00 คะแนน คิดเป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 66.66 แสดงว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้ในการทดลองแบบเป็นรายบุคคลมีค่าประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 85/85 และผลจากการสังเกตพฤติกรรมและสอบถามเกี่ยวกับความชัดเจนของคำสั่งและการคอนโทรลต่าง ๆ พบว่า นักศึกษาไม่สามารถควบคุมการดำเนินของบทเรียนได้ และเสียงบรรยายเบาเกินไปและสั้นเกินไปผู้วิจัยจึงทำการปรับปรุงข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

1. เพิ่มปุ่ม Next Back และ Menu เพื่อให้ นักศึกษาสามารถควบคุมบทเรียน ทบทวนบทเรียนกำหนดระยะเวลาที่ใช้ในการเรียนด้วยตนเองและกลับสู่เมนูได้เมื่อต้องการได้
2. เพิ่มข้อความที่ใช้บรรยายและปรับเสียงบรรยายให้ดังขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น

ผลการทดลองใช้ครั้งที่ 2 โดยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่แก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) แผนกวิชาช่างก่อสร้าง โรงเรียนเทคโนโลยีชนะพลจันทร์ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยและไม่ใช้ผู้ทดลอง 3 คน ที่ผ่านมาจำนวน 9 คน โดยสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนและจากการถามเกี่ยวกับภาษา รูปแบบของจอภาพ เสียงประกอบ และหาประสิทธิภาพ ผลการทดลองใช้ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ผลการหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากการทดลองใช้ครั้งที่ 2

การทดสอบ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	ประสิทธิภาพของบทเรียน
คะแนนระหว่างเรียน	20.00	16.44	$E_1 = 82.22$
คะแนนหลังเรียน	30.00	24.33	$E_2 = 81.11$

จากตารางที่ 3.2 พบว่าคะแนนที่ได้จากการทดสอบระหว่างเรียน คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 16.44 คะแนน คิดเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 82.22 และคะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังเรียนคิดเป็นคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 24.33 คะแนน คิดเป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 81.11 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้ในการทดลองแบบเป็นกลุ่มย่อย มีค่าประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 85/85 และผลจากการสังเกตพฤติกรรมและการสอบถามเกี่ยวกับภาษารูปแบบของจอภาพเสียงประกอบและเสียงบรรยาย พบว่า นักศึกษายังขาดทักษะในการใช้ ภาษาอังกฤษและขนาดของจอภาพที่ใช้แสดงผลยังมีขนาดเล็กเกินไป เสียงประกอบยังไม่สร้างความสนใจกับผู้เรียนเท่าที่ควร และตัวอักษรที่ใช้มีขนาดเล็กเกินไป ทำให้ผู้เรียนขาดความสนใจ ผู้วิจัยจึงทำการปรับปรุงข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังนี้

1. ปรับจอภาพนำเสนอจากโหมด 1024 x 1024 เป็น 600 x 800 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นภาพและตัวอักษรได้ชัดเจนยิ่งขึ้น
2. เปลี่ยนเสียงประกอบให้มีจังหวะที่เร่งเร็วมากขึ้น เพื่อกระตุ้นและดึงดูดความสนใจของผู้เรียน
3. ปรับข้อความที่ใช้เป็นภาษาอังกฤษบางส่วนให้เป็นภาษาไทย เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในบทเรียนมากยิ่งขึ้น

3.2.2.3 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเนื้อหาและกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียน
2. กำหนดน้ำหนักคะแนนของเนื้อหาแต่ละเนื้อหา เพื่อนำไปสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 โครงสร้างวิชาคอนกรีตเทคโนโลยี เรื่องปูนซีเมนต์

เนื้อหา	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	น้ำหนัก	จำนวนข้อ	ออกเกิน
1. กรรมวิธีการผลิตปูนซีเมนต์	นักศึกษาสามารถอธิบายกรรมวิธีการผลิตปูนซีเมนต์ได้	50	10	5
2. ประเภทของปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์	นักศึกษาสามารถอธิบายความหมายและจำแนกประเภทของปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ได้	30	6	3
3. การเก็บรักษาปูนซีเมนต์	นักศึกษาสามารถบอกถึงวิธีการเก็บรักษาปูนซีเมนต์ได้	20	4	2
รวม		100	20	10

3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคอนกรีตเทคโนโลยีเรื่อง ปูนซีเมนต์ จำนวน 30 ข้อ ดังตารางที่ 3.3

4. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม และขอคำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไข

5. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเครื่องมือวัดตรวจสอบหาความตรงเชิงเนื้อหาเป็นรายข้อเพื่อให้แน่ใจว่าวัดตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้ เสร็จนำมาแก้ไขและปรับปรุง โดยใช้เทคนิคของ Rovinelli และ Hambleton (อ้างใน บุญชม ศรีสะอาด. 2535 : 60-62)

6. นำเอาผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ข้อที่มีค่าเฉลี่ย 3.50 – 5.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ถือว่ามีความเหมาะสมในการใช้และผลการตรวจสอบได้ข้อที่มีความเหมาะสมทั้งหมด 23 ข้อ ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 แสดงจำนวนข้อสอบที่มีความเหมาะสม วิชาคอนกรีตเทคโนโลยี ปูนซีเมนต์

เนื้อหา	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	น้ำหนัก	จำนวนข้อสอบที่ออก	จำนวนข้อสอบที่มีความเหมาะสม	ได้ข้อสอบ
1. กรรมวิธีการผลิตปูนซีเมนต์	นักศึกษาสามารถอธิบายวิธีการผลิตปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ได้	50	15	12	10
2. ประเภทของปูนซีเมนต์	นักศึกษาสามารถอธิบายความหมายและจำแนกประเภทของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ได้	30	9	7	6
3. การเก็บรักษาปูนซีเมนต์	นักศึกษาสามารถบอกถึงวิธีการเก็บรักษาปูนซีเมนต์ได้	20	6	4	4
รวม		100	30	23	20

7. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 20 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) แผนกช่างก่อสร้าง โรงเรียนเทคโนโลยีชนนพลชั้นมัธยมศึกษา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 ที่ผ่านการเรียนในเนื้อหาที่ผ่านมาแล้ว จำนวน 30 คน และทำการตรวจสอบเพื่อให้คะแนน โดยเกณฑ์การให้คะแนนคือ ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดไม่ตอบหรือตอบมากกว่า 1 ข้อ ให้ 0 คะแนน

8. นำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อและคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.20 – 0.80 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป เพื่อให้ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่จะนำไปใช้ในการทดลองจริง จำนวน 20 ข้อ โดยครอบคลุมกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้

9. นำข้อสอบจำนวน 20 ข้อ ไปหาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder Richardson (อ้างใน บุญชม ศรีสะอาด, 2535 : 85) ผลที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จำนวนข้อสอบ	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความเที่ยง (KR-20)
20 ข้อ	0.32 – 0.74	0.33 – 0.68	0.86

จากตารางที่ 3.5 เป็นผลการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่จะใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งผลการทดลองพบว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.32 – 0.74 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.33 – 0.68 มีค่าความเที่ยง (KR – 20) เท่ากับ .86

10. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปใช้ในการทดสอบ

3.2.2.4 แบบประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นอกจากจะวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแล้ว สิ่งที่จะช่วยในการปรับปรุงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ได้ตามเกณฑ์ คือ แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินความคิดเห็นไว้ ดังนี้

1. กำหนดหัวข้อที่จะประเมิน แล้วออกแบบการประเมินสื่อ ทั้งด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อ ได้แบ่งเรื่องที่จะประเมินออกเป็น 2 ด้าน ดังนี้

1.1 ด้านเนื้อหา

1.2 ด้านการผลิตสื่อ CAI

แบบประเมินในแต่ละด้าน จะมีช่องให้ผู้ทรงคุณวุฒิเลือกประเมิน เพื่อแสดงความคิดเห็น ตามแบบของ ลิเคิร์ต Likert's scales (อ้างใน พรรณี ลีกิจวัฒน์. 2541 : 128) ซึ่งการประเมินแบ่งระดับความคิดเห็น ออกเป็น 5 ระดับ (Scales) โดยมีระดับของคะแนนมีความหมาย ดังนี้ คือ

- 5 หมายถึง ความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก
- 4 หมายถึง ความเหมาะสมอยู่ในระดับดี
- 3 หมายถึง ความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง ความเหมาะสมอยู่ในระดับพอใช้
- 1 หมายถึง ความเหมาะสมอยู่ในระดับควรปรับปรุง

โดยมีเกณฑ์การแปลความหมายของการแสดงความคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิซึ่งจะนำคะแนนที่ได้จากแบบประเมินสื่อมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย เพื่อทำการประเมิน ดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 เกณฑ์การแปลความหมายของการแสดงระดับความเหมาะสม

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

ในการประเมินนั้น จะต้องได้เกณฑ์ (X) ตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องปูนซีเมนต์ ที่ถูกจัดสร้างขึ้นเพื่อให้กลุ่มทดลองได้ทดลองเรียนเพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยได้ทำหนังสือขออนุญาตจากบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อออกหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลการวิจัยไปยังผู้ได้รับใบอนุญาตโรงเรียนเทคโนโลยีชนะพลจันทร์ นครราชสีมา

วันที่ 28 มีนาคม 2545 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มาดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. จัดเตรียมความพร้อมและติดตั้งโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นกับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ จำนวน 20 เครื่อง
2. ผู้วิจัยแนะนำวิธีการเรียนและการใช้งานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
3. ให้กลุ่มตัวอย่างเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ 1 เครื่องต่อ ผู้เรียน 1 คน ใช้เวลาในการเรียน 2 คาบ (100 นาที)
4. นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบท้ายบทเรียนมาวิเคราะห์หาค่า E_1 และ E_2 เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (Statistical Package for the Social Science) วิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

3.4.1 คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใช้การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ เพื่อวิเคราะห์หาค่าต่อไปนี้

3.4.1.1 ความยากง่าย (Difficulty)

$$\text{สูตร } P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P เท่ากับ ค่าความยากง่ายของคำถามแต่ละข้อ

R เท่ากับ จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ

N เท่ากับ จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

3.4.1.2 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination)

$$\text{สูตร} \quad r = \frac{R_u - R_l}{N/2}$$

เมื่อ	r	เท่ากับ	ค่าอำนาจการจำแนกของข้อสอบรายข้อ
	R_u	เท่ากับ	จำนวนผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มเก่ง
	R_l	เท่ากับ	จำนวนคนที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มอ่อน
	N	เท่ากับ	จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

3.4.1.3 ความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ เนื่องจากข้อสอบมีความยากง่ายแตกต่างกันจึงใช้สูตร KR_{20} ของ Kuder – Richardson(อ้างในพวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2531 : 130)

$$\text{สูตร} \quad r_u = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right\}$$

r_u	เท่ากับ	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
k	เท่ากับ	จำนวนข้อ
p	เท่ากับ	สัดส่วนของคนทำถูกในแต่ละข้อ
q	เท่ากับ	สัดส่วนของคนทำผิดในแต่ละข้อ = $1 - p$
s_t^2	เท่ากับ	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

3.4.2 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.4.2.1 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามเกณฑ์ที่กำหนด 85/85 กับกลุ่มทดลองเชิงปฏิบัติการ นำผลการทดสอบหลังเลิกเรียนและการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน มาวิเคราะห์คะแนนมาตรฐาน E_1/E_2 โดยใช้สูตรดังนี้ (ชัยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ 2521 : 121)

$$\text{สูตรที่ 1} \quad E_1 = \frac{\sum x}{N} \times 100 \quad (\text{หรือ} \quad \frac{\bar{X}}{A} \times 100)$$

เมื่อ	E_1	เท่ากับ	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum x$	เท่ากับ	คะแนนรวมของนักเรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน
	A	เท่ากับ	คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด
	N	เท่ากับ	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

$$\text{สูตรที่ 2 } E_2 = \frac{\sum F}{N} \times 100 \text{ (หรือ } \frac{\bar{F}}{B} \times 100)$$

เมื่อ E_2 เท่ากับ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
 $\sum F$ เท่ากับ คะแนนรวมของนักเรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน
 B เท่ากับ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน
 N เท่ากับ จำนวนนักเรียนทั้งหมด

3.4.2.2 วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินสื่อการสอน

นำคะแนนที่ได้จากตารางการประเมินตามที่กำหนดไว้ คำนวณหาค่าทางสถิติ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

แบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

ก. การหาค่ามัชฌิมเลขคณิตหรือค่าเฉลี่ย \bar{X}

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

\bar{X} = ค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งหมด

$\sum X$ = ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N = จำนวนของผู้ทรงคุณวุฒิ

ข. การหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จะแสดงให้เห็นถึงลักษณะกลุ่มความคิดเห็นของผู้ประเมิน (พรณี ลีกิจวัฒนะ. 2540 : 125)

$$\text{สูตร } S.D. = \sqrt{\frac{\sum fX^2}{N} - \left(\frac{\sum fX}{N}\right)^2}$$

S.D. เท่ากับ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum fX$ เท่ากับ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum fX^2$ เท่ากับ ผลรวมกำลังสองของคะแนนทั้งหมด

N เท่ากับ จำนวนคะแนนทั้งหมด

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคอนกรีตเทคโนโลยี เรื่องปูนซีเมนต์ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) แผนกวิชาช่างก่อสร้างโรงเรียนเทคโนโลยีชนะพลจันทร์ นครราชสีมา ซึ่งผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองใช้เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยการทดลองในครั้งนี้ ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัยดังต่อไปนี้

4.1 ผลการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

4.1.1 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องปูนซีเมนต์ มีการนำเสนอเนื้อหาบทเรียนและแบบทดสอบ ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงจำนวนกรอบที่ใช้แนะนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ปูนซีเมนต์

ลำดับ	เนื้อหา	จำนวนกรอบที่ใช้ นำเสนอ
1.	กรรมวิธีการผลิตปูนซีเมนต์	65
2.	ประเภทของปูนซีเมนต์	20
3.	การเก็บรักษาปูนซีเมนต์	25
4.	แบบทดสอบหลังเรียน	20
	รวม	130

จากตารางที่ 4.1 พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้น มีการนำเสนอในส่วนของเนื้อหาและแบบทดสอบ รวมทั้งหมด 130 กรอบ โดยใช้เนื้อที่ในการจัดเก็บ 52 เมกะไบต์ (Mbyte)

4.1.2 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา คอนกรีตเทคโนโลยี เรื่องปูนซีเมนต์ ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างก่อสร้าง โรงเรียนเทคโนโลยีชนะพลจันทร์ นครราชสีมา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน โดยมีผลการทดลองดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากการทดลองครั้งที่ 3

การทดสอบ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	ประสิทธิภาพ ของบทเรียน
คะแนนระหว่างเรียน	20.00	17.75	$E_1 = 88.75$
คะแนนหลังเรียน	30.00	26.25	$E_2 = 87.50$

จากตารางที่ 4.2 พบว่าคะแนนที่ได้จากการทดสอบระหว่างเรียนคิดเป็นคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 17.75 คะแนน คิดเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 88.75 และคะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังเรียนคิดเป็นคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 26.25 คะแนน คิดเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_2) เท่ากับ 87.50 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีค่าประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 85/85

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคอนกรีตเทคโนโลยี เรื่องปูนซีเมนต์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2540 กรมอาชีวศึกษา โดยมีขั้นตอนการวิจัยสรุปได้ดังนี้

5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคอนกรีตเทคโนโลยี เรื่องปูนซีเมนต์

5.2 สมมติฐานของการวิจัย

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคอนกรีตเทคโนโลยี เรื่องปูนซีเมนต์ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 85/85

5.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.3.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างก่อสร้าง โรงเรียนเทคโนโลยีชนะพลจันทร์ นครราชสีมา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 จำนวน 42 คน

5.3.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างก่อสร้าง โรงเรียนเทคโนโลยีชนะพลจันทร์ นครราชสีมา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบเป็นกลุ่ม (Cluster Sampling) จำนวน 20 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคอนกรีตเทคโนโลยี เรื่อง ปูนซีเมนต์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 88.75 / 87.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 85/85
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคอนกรีตเทคโนโลยี เรื่องปูนซีเมนต์ มีความเที่ยง (KR-20) เท่ากับ .86

5.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นและผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้วิจัยได้นำมาใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

5.5.1 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. จัดเตรียมความพร้อมและติดตั้งโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นกับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ จำนวน 20 เครื่อง ณ ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์แผนกคอมพิวเตอร์ธุรกิจ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน
2. ผู้วิจัยแนะนำวิธีการเรียนและการใช้งานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
3. ให้กลุ่มตัวอย่างเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง ต่อผู้เรียน 1 คน ใช้เวลาในการเรียน 2 คาบ (100 นาที)
4. นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบท้ายบทเรียนมาวิเคราะห์ เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี เรื่อง ปูนซีเมนต์ โดยใช้สูตร E_1/E_2

5.7 สรุปผลการวิจัย

5.7.1 ผลการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.1 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี เรื่อง ปูนซีเมนต์มีการนำเสนอเนื้อหาอย่างภายในบทเรียน เรื่อง กรรมวิธีการผลิตปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภทของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ การเก็บรักษาปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ และแบบทดสอบหลังเรียนรวมทั้งหมด 130 กรอบ

1.2 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี เรื่องปูนซีเมนต์ ที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพ 88.75/87.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 85/85 ที่กำหนด

5.8 อภิปรายผล

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี เรื่องปูนซีเมนต์ ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 88.75/87.50 ซึ่งเป็นค่าที่สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 85/85 ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ การที่ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก

1.1 ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์นี้ผู้วิจัยยังได้ยึดเทคนิคการออกแบบและทฤษฎีการเรียนรู้ของกาเย่ ซึ่งมีสิ่งเร้าความสนใจและกระตุ้นให้แก่ผู้เรียน ก่อนเรียนมีการบอกวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ให้ทราบล่วงหน้าและในบางช่วงมีการทบทวนความรู้เก่าก่อนนำเสนอความรู้ใหม่ พร้อมทั้งมีการชี้แนวทางการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้และประสบการณ์เดิมรวมกันเป็นความรู้ใหม่ พร้อมทั้งยังกระตุ้นการตอบสนองและการให้ข้อมูลย้อนกลับ ทดสอบความรู้ การจำและการนำไปใช้เป็นการสรุปประเด็นสำคัญเพื่อให้ได้มีโอกาสทบทวนและสามารถนำความรู้ใหม่ๆ ไปใช้ได้

1.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องนี้ ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมา โดยยึดหลักจิตวิทยา การศึกษาตามทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีต่อการจัดเสนอต่อสิ่งเร้าแล้วให้นักศึกษาตอบสนอง มีการกำหนดรูปแบบการนำเสนอ ภาพ กราฟฟิกส์ ทั้งมีการเคลื่อนไหวและไม่เคลื่อนไหว มีคำอธิบาย ตลอดจนเสียงบรรยายประกอบในขณะที่เรียนเพื่อช่วยเหลือผู้เรียน ถือว่าเป็นองค์ประกอบของสื่อที่ทำให้การเรียนการสอนมี คุณภาพดังกล่าวของ Bloom (อ่างใน สุดา คำรง โภคภักดิ์.2544 : 77) ที่ว่าการเรียนการสอนที่ดีจะต้องมีการให้ผลป้อนกลับแก่นักเรียนภายหลังการที่นักเรียนทำกิจกรรมหรือตอบสนองต่อสิ่งเร้านั้นๆ และจะต้องแจ้งผลการเรียนและข้อบกพร่องต่างๆในการเรียน ได้รู้ผลเพื่อประโยชน์ต่อนักเรียนซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Krumbollz และ Bonavita (อ่างใน พิมพ์ กลิ่นขจร.2538 : 117) ที่พบว่า การให้ผลป้อนกลับจัดอยู่ในรูปของข้อความอธิบายที่สามารถทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น จะได้ผลดีกว่าการให้ผลป้อนกลับที่เป็นข้อความใดๆ

1.3 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ถือเป็นนวัตกรรมใหม่สำหรับนักเรียน ที่มีทั้งภาพ เสียง การเคลื่อนไหว จึงอาจเป็นสิ่งที่ทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นและมีความสนใจในบทเรียนมากขึ้นจากปกติและสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ จันทิมา บุญแสน (2544 : 61) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง มาตรฐานการเชื่อมต่อระบบเครือข่าย ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง มาตรฐานการเชื่อมต่อระบบเครือข่าย ที่พัฒนาขึ้นมี ประสิทธิภาพ 86.13/87.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 85/85 และสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ อนุชา บุญแสนแผน (2544 : 55) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แมกเนติกคอนแทคเตอร์ ซึ่งผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แมกเนติกคอนแทคเตอร์ ที่พัฒนาขึ้นมี ประสิทธิภาพ 88.50/85.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 และสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ ชาญชัย ลิ้มเจริญ (2544 : 57) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง พันธุกรรม ผลการวิจัย

พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง พันธุกรรม ที่พัฒนาขึ้นมี ประสิทธิภาพ 80.20/82.00 ซึ่ง สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80

5.9 ข้อเสนอแนะ

5.9.1 ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ผู้สอนควรนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี เรื่อง ปูนซีเมนต์ ไปใช้ในการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียน มีความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น
2. ผู้สอนควรมีการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนขึ้นมาใช้ในการเรียนการสอน ในรายวิชาอื่นๆ
3. ผู้สอนสามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ปูนซีเมนต์ ไปใช้ในการสอน ซ่อมเสริมได้

5.9.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

1. ควรนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ปูนซีเมนต์ ไปเปรียบเทียบกับการสอน โดยวิธีปกติ
2. ควรมีการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ ในกลุ่มนักเรียน จำแนกตามระดับความสามารถของ นักเรียน,เพศ,จำนวนผู้เรียนต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง
3. ควรมีการศึกษาผลกระทบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ซึ่งอาจส่งผลแก่นักเรียน ทางด้าน ร่างกาย อารมณ์ และสังคม

บรรณานุกรม

- กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์. 2539. "การออกแบบจอคอมพิวเตอร์ " : การเลือกสี." **วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษา**. 8(18) : 35-40
- กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. 2540. **หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา.
- กิดานันท์ มลิทอง. 2535 **เทคโนโลยีร่วมสมัย**. กรุงเทพฯ : ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- เกรียงศักดิ์ พูนประสิทธิ์ . 2538. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง สัญลักษณ์ การเชื่อมโลหะ 1 สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ." **วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น**
- ขนิษฐา ชานนท์. 2531. "**เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน**" เทคโนโลยีทางการศึกษา. (ฉบับปฐมฤกษ์) : 7-13.
- จริยา โพธิสาร. 2543. "การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ความรู้พื้นฐานงานมาลัย" **วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวและเทคนิคศึกษา, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**
- ฉลอง ทับศรี. 2535. "ซีเอไอ เป็นไปได้" ใหม่มากกับเมืองไทย." **วารสารรามคำแหง**. 15(3): 1-8
- 2541."เอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ การพัฒนางาน CAI ด้วย Authorware 3.5 เรื่อง จิตวิทยาการเรียนการสอนสำหรับการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน." กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.เอกสารอัดสำเนา
- ช่วงโชติ พันธุ์เวช. 2535 "การออกแบบและการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์." **วารสารรามคำแหง**. 15(3) : 50-56
- ชัยวงศ์ พรหมวงศ์. 2520. **ระบบสื่อการเรียนการสอน**. กรุงเทพฯ. : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์
- ชัยวงศ์ พรหมวงศ์และคณะ. 2521 **ระบบสื่อการเรียนการสอน**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์
- ชัยวุฒิ มารสินธุ์. 2540. "การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาศัลยศาสตร์ช่องปาก 2 เรื่อง การถอนฟัน." **วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย , มหาวิทยาลัยขอนแก่น**
- ชาญชัย ลิ้มเจริญ. 2544. " การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องพันธุกรรม" **วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิตสาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวและเทคนิคศึกษา,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**
- ไชยยศ เรื่องสุวรรณ. 2533 **.เทคโนโลยีการศึกษา : ทฤษฎีและการวิจัย**.กรุงเทพฯไอเคียนสโตร์

- ณรงค์ คำใหม่. 2538. “การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย,มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- ทักษิณา สวานานนท์. 2530 คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา
- _____. 2533. พจนานุกรมศัพท์คอมพิวเตอร์. กรุงเทพฯ: ไสยเทคโนโลยี.ตั้ง.
- ธานี กิ่งศักดิ์. 2544. “ การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องขั้นตอนการทำต้นฉบับสิ่งพิมพ์” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- นมล ไสมไชยชา. 2538. “ผลของการใช้ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวบนบทเรียนคอมพิวเตอร์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิตสาขาเทคโนโลยีการศึกษามหาบัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- นิคม ทาแดง. 2540. “เอกสารประกอบการสอนวิชาการจัดระบบและการออกแบบระบบเทคโนโลยี การสอน และการฝึกอบรมทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา หน่วยที่ 11 การออกแบบสื่ออิเล็กทรอนิกส์และการโทรคมนาคมเพื่อการสอน.” กรุงเทพฯ.คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.เอกสารอัดสำเนา.
- นิภาพรรณ คงแก้ว. 2540. “การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ.” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย,มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- นิพนธ์ สุขปรีดี. 2533. นวัตกรรมเทคโนโลยีการศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- นิรัญ สุภาพล. 2540. “การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาเคมี เรื่องโปรตีน ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5.” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย,มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- บุญชม ศรีสะอาด. 2537. การพัฒนาการสอน. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาสน์.
- ปฎิภาค ปุ่นอุดม. 2543. “ การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาการถ่ายภาพทางการพิมพ์เรื่องการผลิตภาพถ่ายเส้น” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- ประวิทย์ สิมมาทัน. 2539. “การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องความปลอดภัยจากกระแสไฟฟ้า.” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย,มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- ประหยัด จีรวรพงศ์. 2522. เทคโนโลยีทางการสอน. กรุงเทพฯ:อักษรวัฒนา.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2541. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์. สำนักทดสอบทางการศึกษาและ
จิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- พรรณณี ลีกิจวัฒน์. 2540. “เอกสารประกอบการสอนวิชาการวิจัยทางเทคโนโลยีการศึกษา.”
กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง.เอกสารอัดสำเนา.
- ไพโรจน์ ตรีธนากุล.2529.ไมโครคอมพิวเตอร์ประยุกต์ทางการศึกษา.กรุงเทพฯ:ศูนย์สื่อเสริม
กรุงเทพฯ.
- พิมล กลิ่นขจร.2538 “ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนจาก
การเรียนเสริมและทบทวนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเคมี ระหว่างการเรียน
เป็นรายบุคคลและเป็นคู่แบบร่วมมือ.” วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต
(การศึกษาศาสตร์-การสอน) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ปิ่น ภู่วรรณ. 2531. “เอกสารประกอบการบรรยายเรื่อง คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” :ทฤษฎีหลักการ
และการออกแบบ.มหาวิทยาลัยขอนแก่น.เอกสารอัดสำเนา.
- วสันต์ อดิศักดิ์. 2530. “คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” วารสารศึกษาศาสตร์.3(9):75-90
- วารินทร์ รัศมีพรหม. 2531. สื่อการสอนเทคโนโลยีทางการศึกษาและการสอนร่วมสมัย. กรุงเทพฯ
โรงพิมพ์ชวนพิมพ์.
- วชิระ อินทร์อุดม. 2540. “เอกสารประกอบการบรรยายเรื่องคอมพิวเตอร์ช่วยสอน : ทฤษฎีหลักการ
และการออกแบบ” มหาวิทยาลัยขอนแก่น.เอกสารอัดสำเนา.
- วิชัย บุญเจือ. 2532. “คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในประเทศไทย จะไปดีทางไหน.” วารสารคณะ
กรรมการแห่งชาติว่าด้วยการศึกษาสหประชาชาติ.4-11.มกราคม-มีนาคม.
- วีระ ไทยพาณิชย์. 2527. “บทบาทและปัญหาของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” รวมบทความ
เทคโนโลยีการศึกษา.กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์การศาสนา
- ศรณรินทร์ ไชยบุรี.2538. “การสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาภาษาอังกฤษ 1 เรื่อง คำสรรพนามชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1.” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษามหาบัณฑิต
วิทยาลัย,มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ศักดิ์ ไชกิจัญญา. 2536 “คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction).” วารสาร
ส่งเสริมประสิทธิภาพการเรียนการสอน.4(1):9-13
- ศิริชัย สงวนแก้ว. 2534.“แนวทางการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” คอมพิวเตอร์รีวิ.
8(78):173-179

- สมชาย เล่าวีศาสตร. 2544. “ การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องหลักสถิติเบื้องต้น”
 วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทาง
 การอาชีวและเทคนิคศึกษา,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 สมพงษ์ เทคนัธรรม. 2541. “การพัฒนาบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา ทฤษฎี
 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1 เรื่อง สารกึ่งตัวนำ สำหรับนักเรียนหลักสูตร
 ประกาศนียบัตรวิชาชีพ.” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษา
 บัณฑิตวิทยาลัย,มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- สันศักดิ์ ภิบาลสุข. 2537. “คอมพิวเตอร์.” วารสารศูนย์การศึกษาต่อเนื่อง.2(4):1-4.
- สุกรี รอดโพธิ์ทอง. 2531. “เอกสารประชุมวิชาการเรื่องเทคโนโลยีกับการเปลี่ยนแปลงระบบการ
 ศึกษาเรื่อง การใช้คอมพิวเตอร์ในโรงเรียน.” กรุงเทพฯ : ภาควิชาโสตทัศนศึกษา
 คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. 2527. เอกสารการสอนชุดวิชาสื่อการสอนระดับประถมศึกษา
 หน่วยที่ 8-15. พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ:โรงพิมพ์สหมิตร.
- สุชาติ เกียรติวัฒนเจริญ. 2539. “การสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการถ่ายภาพรังสีกะโหลก
 ศรีษะ.” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษามหาบัณฑิตวิทยาลัย,
 มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุพิทย์ กาญจนพันธุ์. 2541. **รวมศัพท์เทคโนโลยีและสื่อสารเพื่อการศึกษา.** กรุงเทพฯ:ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- สุดา คำรงโกภคณั. 2543. “ผลของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและการสอนตามคู่มือครู
 ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง
 กลไกมนุษย์ หน่วยย่อยการหมุนของเลือดและก๊าซ” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
 สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
 ลาดกระบัง
- สุรัชย์ สีชาบัณฑิต และเสาวนีย์ สีชาบัณฑิต. 2538. **เทคโนโลยีทางการศึกษา.** กรุงเทพฯ:
 ศูนย์การพิมพ์ดวงกมล จำกัด.
- เสาวนีย์ สีชาบัณฑิต.2528. **เทคโนโลยีการศึกษา.**กรุงเทพฯ:โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอม
 เกล้าพระนครเหนือ.
- อุทุมพร จามรมาน และคณะ. 2530. “รายงานการวิจัยผลกระทบของคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาต่อ
 สถาบันการศึกษาในประเทศไทย.” กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อนุชา บุญแสนแผน. 2544. “ การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเมคเนติกคอนแทคเตอร์”
 วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทาง
 การอาชีวศึกษา,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

Miller, Jerold Dale Jr. 1986. Jan. "The Effect of Computer Assisted Problem Solving Instruction on Academic Achievement of Elementary Students." **Dissertation Abstracts International**. 46 : 1991-A

Oates, William Robert. 1983 Mar. "Effect of Computer-Assisted Instruction in Writing Skills on Journalism Students in Beginning News Writing Classes." **Dissertation Abstracts International**. 43 : 2882-A.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก โปรแกรม Macromedia Authoware 6

ภาคผนวก ข โปรแกรม Macromedia Flash 5

ภาคผนวก ค เนื้อหาบทเรียนวิชาคอนกรีตเทคโนโลยี เรื่อง ปูนซีเมนต์

ภาคผนวก ง วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ภาคผนวก จ หนังสือราชการ

ภาคผนวก ฉ รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

ภาคผนวก ช แบบประเมินสื่อและผลการประเมินด้านเนื้อหาและด้านการผลิตสื่อ CAI

ภาคผนวก ซ คะแนนจากการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ภาคผนวก ฌ ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ภาคผนวก ฉู แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา คอนกรีตเทคโนโลยี

เรื่อง ปูนซีเมนต์

ภาคผนวก ฎ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ภาคผนวก ก.

โปรแกรม Macromedia Authoware 6.0

แนะนำโปรแกรม Authorware Professional 6.0

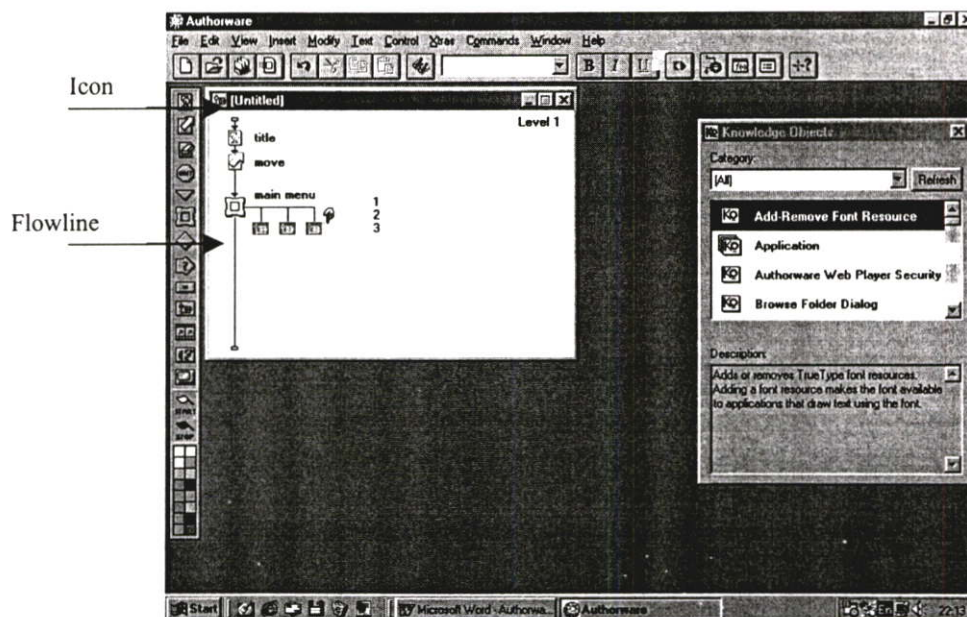
โปรแกรมสำเร็จรูปที่เป็นที่แพร่หลายและนิยมนำมาใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในปัจจุบันมีหลายโปรแกรมด้วยกัน ได้แก่ Multimedia Toolbook, Director และ Authorware เป็นต้น ดังนั้น เพื่อที่จะสามารถเลือกใช้โปรแกรมได้อย่างเหมาะสม ผู้สอนหรือผู้ที่สนใจในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ควรจะศึกษาถึงความสามารถและข้อเด่นของแต่ละโปรแกรมเหล่านั้นให้เข้าใจเสียก่อนเนื่องจากแต่ละโปรแกรมก็มีความสามารถ หรือข้อเด่นแตกต่างกันไป

โปรแกรม Director จะมีข้อเด่นอยู่ที่ความสามารถในด้านการสร้างและนำเสนอภาพเคลื่อนไหว (Animation) เป็นโปรแกรมที่มีลักษณะคล้ายกับการตัดต่อวิดีโอหรือภาพยนตร์จึงเหมาะสำหรับผู้ที่มีความรู้พื้นฐานและความถนัดในด้านการสร้างภาพเคลื่อนไหว

โปรแกรม Multimedia Toolbook นั้นมีข้อเด่นอยู่ที่ความสามารถในการเชื่อมโยง (Link) เนื้อหาในลักษณะที่คล้ายกับใยแมงมุม (Web) จึงเหมาะสำหรับบทเรียนที่มีลักษณะเนื้อหาที่เชื่อมโยงกันหรือที่ปัจจุบันเรียกกันว่าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Book) ลักษณะของโปรแกรมจะเป็นการเขียนคำสั่ง หรือที่เรียกว่าสคริปต์ (Script) จึงเหมาะสำหรับผู้ที่มีความรู้พื้นฐานและถนัดในการเขียนคำสั่งอย่างไรก็ตามภาษาที่ใช้ในการเขียนสคริปต์ดังกล่าวจะเป็นภาษาที่คล้ายกับภาษาที่ใช้ทั่วไปในชีวิตประจำวันซึ่งเข้าใจง่ายไม่ใช่ภาษาคอมพิวเตอร์หรือภาษาโปรแกรม อย่างที่โปรแกรมเมอร์ใช้กัน

โปรแกรม Authorware นั้น จะมีข้อเด่นที่มีความสามารถในการนำเสนอบทเรียนในลักษณะสาขา (Branching) และเป็นโปรแกรมที่ใช้ไอคอน (Icon) ในการสร้างบทเรียนจึงเป็นการง่ายต่อการทำความเข้าใจในวิธีการใช้โปรแกรม ผู้ใช้จึงไม่จำเป็นต้องมีพื้นฐานความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์หรือภาษาคอมพิวเตอร์มาก่อน

ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ผู้สร้างอาจจะเลือกใช้โปรแกรมใดโปรแกรมหนึ่งก็ได้ เพราะแต่ละโปรแกรมต่างก็มีความสามารถในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้อย่างไรก็ตามในการที่จะเลือกใช้โปรแกรมใดนั้นควรจะพิจารณาให้เหมาะสมกับลักษณะของบทเรียนที่จะสร้างและพื้นฐานความรู้ทางคอมพิวเตอร์รวมทั้งความถนัดของผู้สร้างบทเรียนเองเป็นสำคัญ การใช้โปรแกรม Authorware ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โปรแกรม Authorware เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่ทำงานบนวินโดวส์ เป็นโปรแกรมที่มีลักษณะการสื่อสารกับผู้ใช้โดยอาศัยวัตถุเป็นหลัก (Object Oriented) กล่าวคือในการใช้งาน โปรแกรมจะใช้วิธีให้ไอคอนต่างๆ ทำงานไปตามเส้นเชื่อมโยงการทำงานที่เรียกว่า Flowline ดังภาพที่ 6.1



ภาพที่ ก1 แสดงหน้าต่างการทำงานและการวาง Icon ตามเส้น Flowline

คุณลักษณะทั่วไปและความสามารถของ Authorware

เพื่อให้ทราบถึงคุณลักษณะทั่วไปและความสามารถของ โปรแกรม Authorware เพื่อที่จะสามารถใช้งาน โปรแกรมนี้ได้ อย่างเหมาะสมและได้ประโยชน์สูงสุดจึงขอกล่าวถึงลักษณะและความสามารถของ โปรแกรมดังต่อไปนี้

1. เป็นโปรแกรมที่สื่อสารกับผู้ใช้โดยอาศัยวัตถุ (Object Oriented) โดยที่วัตถุ (Object) ของโปรแกรมจะมีลักษณะเป็น ไอคอน (Icon) ผู้ใช้จึงสามารถเข้าใจวิธีการใช้โปรแกรมได้ง่าย เหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นหรือผู้ใช้ที่ไม่มีความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์มาก่อน ในขณะที่เดียวกันสำหรับผู้ที่มีความรู้ในการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปที่ทำงานบนวินโดวส์มาแล้วเป็นอย่างดี ก็จะสามารถทำความเข้าใจได้ง่ายยิ่งขึ้น

2. สามารถนำเสนอบทเรียนในลักษณะที่เป็นสื่อผสม (Multimedia) โดยที่สามารถนำเสนอได้ทั้งในรูปแบบของข้อความ กราฟฟิก ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียง และสามารถแสดงผลพร้อมๆกันได้ด้วย

3. สามารถออกแบบบทเรียน ให้ผู้เรียนมีการโต้ตอบหรือมีปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ในรูปแบบต่างๆเช่น การเลือกตอบ การจับคู่ หรือการเติมข้อความ เป็นต้น

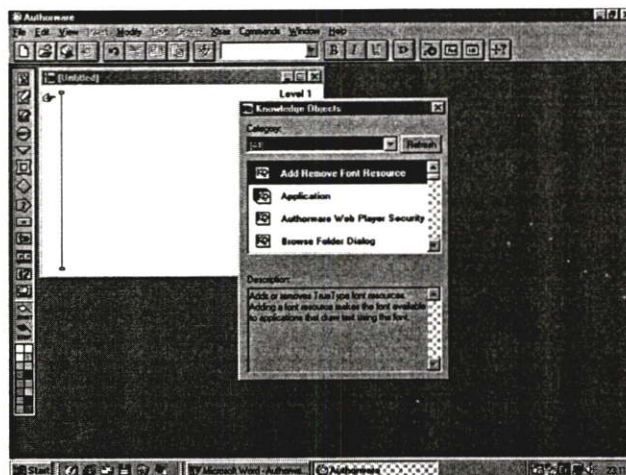
4. สามารถทำงานร่วมกับโปรแกรมประเภทสื่อผสม (Multimedia) อื่นๆได้ดี เช่น โปรแกรม Microsoft Powerpoint ,Gif Animation , Macromedia Flash เป็นต้น

5. สามารถสร้างบทเรียนที่ทำงานบน WWW. ได้ โดยการ Package ด้วยโปรแกรม Authorware Afterburner ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรม

การเปิดโปรแกรม Authware Professional

การเปิดโปรแกรมเพื่อร่วมต้นเข้าสู่โปรแกรมและสร้างไฟล์ใหม่ มีขั้นตอนดังนี้

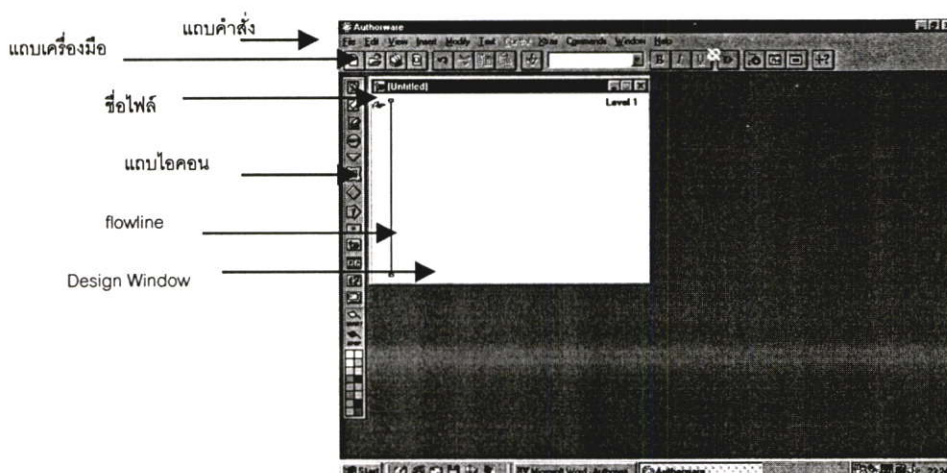
1. คลิกที่ปุ่ม Start
2. เลื่อนเมาส์ไปที่ Program → Macromedia Authware 6 → Authware 6
3. คลิกที่แถบ Authware 6 จะปรากฏจอภาพ ดังในภาพที่ ก2



ภาพที่ ก2 จอภาพเมื่อเข้าสู่โปรแกรม Authware 6

จากนั้นจึงดำเนินการดังนี้

4. คลิกที่ปุ่ม **Cancel** จะปรากฏจอภาพสำหรับการออกแบบงานที่เรียกว่า Design Window ซึ่งประกอบด้วย แถบคำสั่ง (Menu Bar), แถบเครื่องมือ (Tool Bar), แถบชื่อ (Title), แถบไอคอน (Icon Palette), Flowline และ Design Window



ภาพที่ ก3 ส่วนประกอบของจอภาพแรกเมื่อเข้าสู่โปรแกรม Authware

รู้จักกับ Macromedia Authorware 6.0

1. โปรแกรม Authorware จัดเป็น โปรแกรมประเภท Authoring System ที่ใช้สำหรับพัฒนา โปรแกรมประยุกต์ใช้งาน ที่มีความสามารถในการโต้ตอบผู้ใช้ โดยเฉพาะ โปรแกรมด้านการเรียน การสอนการฝึกอบรมด้วยคอมพิวเตอร์ รวมทั้งมีความสามารถในด้านมัลติมีเดีย ทำให้นำไปพัฒนาโปรแกรมที่เป็นมัลติมีเดียได้อย่างดี การพัฒนาโปรแกรมด้วย Authorware จะใช้ เทคนิคที่เรียกว่า Objected Interface ซึ่งเป็นการใช้สัญลักษณ์ (Icon) แทนคำสั่ง ทำให้การใช้งาน โปรแกรม Authorware มีความสะดวกและ ง่ายนอกจากนี้ ภายในโปรแกรม Authorware ยังมีตัว แปรและฟังก์ชันให้กับผู้พัฒนาอย่างสมบูรณ์ จึงสามารถจัดสร้างและพัฒนาโปรแกรมได้โดยง่าย และมีประสิทธิภาพสูง

2. ลักษณะเด่นของ Authorware โปรแกรม Authorware มีคุณสมบัติสำคัญ 3 ประการ ที่ สนับสนุนงานสร้างออกแบบและพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ใช้งานได้ โดยไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับ ภาษาโปรแกรมคือ

2.1 Object Authoring เป็นการใช้สัญลักษณ์ (Icon) ทำงานแทนคำสั่งร่วมกับ การวางโครงสร้างของโปรแกรม หรือออกแบบโปรแกรมได้โดยง่าย

2.2 Multimedia Tools โปรแกรมจะประกอบด้วยเครื่องมือด้านมัลติมีเดีย อย่างพร้อมมูลทำให้สามารถสร้างหรือพัฒนาโปรแกรมที่ประกอบด้วย ข้อความ รูปภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว และวิดีโอเข้าด้วยกัน ทำให้โปรแกรมนั้นมีประสิทธิภาพที่จะใช้ในการเรียน การสอน การอ้างอิง จำลอง การทำงาน การเสนอสินค้า หรือการโฆษณาได้อย่างดี

2.3 Multiplatform Architecture เป็นความสามารถของโปรแกรมที่ทำงานได้ ทั้งภายใต้ระบบ Microsoft Windows และ Macintosh ซึ่งคำสั่งในการทำงานต่าง ๆ ทั้งสอง Platform ไม่ได้มีความแตกต่างกันมากนัก นอกจากนี้ยังสามารถติดต่อไปยังทรัพยากรภายนอกระบบได้ไม่ ว่าจะเป็นการใช้ระบบฐานข้อมูล หรือระบบคอมพิวเตอร์เครือข่าย ยกเว้นในส่วนของมัลติมีเดีย และการงานของโปรแกรมในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน

3. การติดตั้งโปรแกรม Authorware เครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะใช้ในการพัฒนาโปรแกรม ด้วย Authorware ควรจะเป็นเครื่อง 80486 ความเร็ว 25 Mhz ขึ้นไป มีหน่วยความจำ (RAM) อย่าง น้อย 4-8 MB ฮาร์ดดิสก์ มีความจุอย่างน้อย 80 MB จอ VGA ที่แสดงผลได้อย่างน้อย 16 สี มีเมาส์ พร้อมทั้งติดตั้งโปรแกรม Microsoft Windows 3.1 หรือสูงกว่าอาจมีอุปกรณ์มัลติมีเดีย เช่น Sound Forge, Video CD และ CD-ROMS Drive ด้วยก็ได้ ส่วน Version 4 และ 5 ควรติดตั้งภายใต้ Windows 95 เครื่องสำหรับผู้ที่ใช้โปรแกรมที่พัฒนาแล้วด้วย Authorware ควรเป็นเครื่องอย่างน้อย 486 SX ที่สามารถเล่น โปรแกรม Microsoft Windows ได้ถ้าไม่ได้ติดตั้งเป็น Wordstation ของ ระบบ LAN ก็ควรจะมีฮาร์ดดิสก์ ความจุอย่างน้อย 40 MB. จอ VGA 16 สี

4. **วิธีการพัฒนาโปรแกรม** ลักษณะการทำงานของ Authorware จะประกอบด้วยไอคอนที่เรียงลงบนเส้นโฟลว์งาน (Flowline) ซึ่งเป็นการกำหนด Logic ในการทำงานของโปรแกรมนั่นเอง นอกจากนี้ยังมีคำสั่งที่เป็นเมนูเพื่อกำหนดรายละเอียดของการทำงานอีกด้วย เช่น ขนาด หรือรูปแบบขนาดของจอแสดงผล กรอบที่จะบรรจุเนื้อหาที่ต้องการนำเสนอ สามารถเลือกลักษณะการทำงานของโปรแกรมว่าจะให้ทำต่อจากที่ค้างไว้ หรือเริ่มต้นใหม่ ทุกครั้งที่เรียกรวมทั้งสามารถกำหนดชื่อของโปรแกรมได้ด้วย

นอกจากนี้ผู้พัฒนาโปรแกรมสามารถจะใช้คำสั่ง Try It จากเมนูหลักในการทดสอบโปรแกรมได้โดยง่าย และยังมีคำสั่ง Start Flag, Stop Flag ที่ช่วยในการทดสอบและแก้ไขโปรแกรมส่วนต่าง ๆ หรือจะเลือกทดสอบแต่ละส่วนก็ได้

อนึ่ง เมื่อพัฒนาโปรแกรมเสร็จเรียบร้อยแล้วจะมีคำสั่ง Package ช่วยในการจัดเตรียมโปรแกรมสำหรับผู้ใช้โดยไม่ต้องคิดตัว System ไปด้วยทำให้สามารถนำโปรแกรมที่พัฒนาไปใช้ได้อย่างสะดวกหรือในกรณีที่ต้องการลดขนาดของโปรแกรมลงก็สามารถทำได้ แต่ในการเรียกใช้งานต้องผ่าน System ของ Authorware เอง

5. ลักษณะที่เอื้ออำนวยในการทำงาน

- 5.1 สามารถทดสอบและแก้ไขโปรแกรมได้ในเวลาเดียวกัน
- 5.2 ความสามารถในการแก้ไขเปลี่ยนแปลง Logic ของโปรแกรมได้โดยตรง ทำให้ต่อการพัฒนาอีกทั้งโครงสร้างของโปรแกรมสามารถเปลี่ยนแปลงและนำกลับมาใช้ได้
- 5.3 สามารถกำหนดวิธีการโต้ตอบกับผู้ใช้ได้ถึง 10 วิธี
- 5.4 การผสมผสานสื่อต่าง ๆ เข้าด้วยกัน รวมทั้งคำแนะนำการใช้ที่ติดอยู่ในแต่ละคำสั่ง

เทคนิคการออกแบบโปรแกรม

ต่อไปนี้จะเป็นการแนะนำและเทคนิคทั่วไปในการใช้โปรแกรม Authorware รวมทั้งหลักการในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ที่เป็น Interactive Multimedia ซึ่งในการออกแบบโปรแกรมมีข้อแนะนำ คือ

1. ออกแบบจอภาพให้สะอาดและชัดเจน ผู้ใช้ Authorware ส่วนใหญ่มักจะพยายามที่จะใส่ object ไว้ใน Presentation Window มากเกินไปในแต่ละครั้ง จอภาพที่ว่าง ๆ มักจะมีประสิทธิภาพในการเน้นสิ่งที่ต้องการจะนำเสนอมากกว่าจอที่เต็มไปด้วยเส้น คำอธิบายหรือเครื่องหมายอื่น ๆ ใส่ข้อความเท่าที่จำเป็นในการสาธิตนั้น การแสดงให้ดูจะได้พบดีกว่าการเล่าให้ฟัง จากการศึกษาพบว่าผู้คนโดยทั่วไปมักจะไม่สนใจและไม่เข้าใจข้อความจำนวนมากที่แสดงบนจอภาพเหมือนกับเป็นหนังสือแทนที่จะสร้างข้อความจำนวนมากควรเปลี่ยนให้ผู้ใช้มาโต้ตอบกับโปรแกรมแทน

2. รักษาหัวข้อเรื่องไว้โปรแกรมประยุกต์บางตัวจะมีการลบจอก่อนข้างบ่อย ทุกครั้งที่มีการนำเสนอข้อมูลใหม่ก็จะลบข้อมูลเดิมทุกครั้ง ซึ่งในขณะที่วิธีการนี้จะทำให้จอภาพดู สะอาดและเข้าใจง่าย ในขณะที่เดียวกันก็อาจมีผลเสียในเรื่องของ User Interface เมื่อจอภาพแสดง ข้อมูลใหม่ผู้ใช้ก็จะต้องปรับตัวใหม่ทุกครั้งจนอาจจะเกิดความสับสนว่าจะมีวิธีการติดต่อกับ Display ได้อย่างไร และจะกลับไปยังจอภาพก่อนหน้าได้อย่างไรแทนที่จะลบจอภาพทั้งหมด คุณอาจจะรักษาข้อมูลบางส่วนไว้บนจออย่างเช่นหัวข้อเรื่อง Option key หรือ Pushbutton ที่จำเป็น เพื่อที่ผู้ใช้จะได้ทราบว่าข้อมูลที่สำคัญนั้นๆ ได้ที่ไหนและมี Option อะไรบ้าง

3. ให้ผู้ใช้เป็นผู้ควบคุมโปรแกรมให้คิดเหมือนกับว่าคุณเองเป็นผู้จัดการสภาพแวดล้อมให้กับผู้ใช้ คอยผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้โปรแกรมนั้นเป็นผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้โปรแกรมนั้นเป็นผลสรุปจากประสบการณ์การเรียนรู้ ดังนั้นควรปล่อยให้ผู้ใช้เป็นผู้ควบคุมโปรแกรมด้วยตนเอง ให้เขาเลือกเนื้อหา คำอธิบายศัพท์หรือค้นข้อมูลที่ต้องการด้วยตนเองสิ่งที่ต้องระวังก็คือการ ออกแบบโปรแกรมประยุกต์ของคุณให้ซับซ้อนเกินไปจนทำให้ผู้ใช้เกิดความสับสนได้ ควรนำเสนอผู้ใช้ด้วยปัญญาและให้เครื่องมือเครื่องมือที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหานั้น โปรแกรมประยุกต์ บางตัวมีความจำเป็น ต้องมีการนำเสนออย่างตรงไปตรงมา แต่โดยปกติแล้วการนำเสนอแบบนี้จะไม่ค่อยให้ประโยชน์สำหรับผู้ใช้ในแง่ของการวัดความก้าวหน้าของการเรียนรู้ ไม่สามารถที่จะตัดสินใจได้ว่ายังมีสิ่งอื่นอีกหรือไม่ที่จะต้องทำต่อไป หรือไม่สามารถประเมินผลอื่น ๆ ได้

4. ใช้ Special effect ให้มีประสิทธิภาพใน Authorware นั้นมีความสามารถในการทำ Special Effect ให้กับ Display หรือจะใช้ในการลบข้อมูล หรือ Animation Effect เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับการนำเสนอข้อมูล ซึ่งความสามารถ อันนี้อาจจะมีความสำคัญแต่ในขณะเดียวกันก็อาจจะไปลดความสนใจของผู้ใช้ ถ้าหากว่าใช้มากเกินไป ควรใช้ Special Effect เท่าที่จำเป็นกับข้อมูลที่คุณต้องการสื่อออกไปหรือใช้อย่างสม่ำเสมอโดยไม่มีรูปแบบที่หลากหลายมากนัก

5. สร้างโปรแกรมประยุกต์ให้ใช้งานได้ง่าย และนำเสนอตรงประเด็นคุณสามารถพัฒนา โปรแกรมประยุกต์ให้มี Interaction ที่ซับซ้อนและ Animation ได้ด้วย Authorware แต่อย่างไรก็ตาม โปรแกรมประยุกต์ที่ซับซ้อนเหล่านั้นจะดึงความสนใจของผู้ใช้ไปทั้งหมด ดังนั้นแทนที่ผู้ใช้จะสนใจหรือจดจำสิ่งที่คุณพยายามนำเสนอเขาจะสนใจ วิธีการ Display ของคุณแทน

6. ปรับปรุงการออกแบบโปรแกรมประยุกต์ด้วยการสร้างโปรแกรมแม่แบบและตัวอย่าง ออกแบบโปรแกรมในขั้นต้นไม่ว่าเป็น Key Display, Interactions และวิธีการดำเนินโปรแกรมโดยใช้โปรแกรม Authorware เนื่องจากว่าการนำเสนอโครงการรวมทั้งปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่องบประมาณและกำหนดการต่าง ๆ จะง่ายขึ้นถ้าหากคุณนำเสนอแนวคิดของคุณด้วยสาคิดด้วย โปรแกรมตัวอย่าง หรือนำเสนอเนื้อหาให้ดูคร่าว ๆ โดยใช้โปรแกรมแม่แบบที่สร้างขึ้นอย่างง่าย

7. สอดคล้องอารมณ์ขัน และบุคลิกภาพของคุณเข้าไปปกติแล้ว โปรแกรมประยุกต์ที่คุณสร้างขึ้นจะสะท้อนให้เห็นถึงบุคลิกภาพ และความคิดสร้างสรรค์ของคุณเอง ดังนั้นควรจะเลือกสื่อสิ่งเหล่านี้ไปถึงผู้ใช้ด้วย เช่น คุณอาจใส่เสียงทักทายผู้ใช้ในตอนเริ่มต้นของโปรแกรมสอดแทรกอารมณ์ขันเสียงหรือข่าวสารลงไป จะทำให้ผู้ใช้รู้สึกเพลิดเพลินกับสิ่งที่เขาได้รับจากโปรแกรมประยุกต์ และยอมรับสิ่งที่คุณนำเสนอ

ภาคผนวก ข.

โปรแกรม Macromedia Flash 5.0

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการสร้าง Animetion ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

Flash เป็นโปรแกรมที่พัฒนาโดยบริษัท Macromedia ซึ่งล่าสุดได้มาถึงเวอร์ชัน 5 แล้ว โดยเมื่อเราย้อนกลับไปดูในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา ก็จะเห็นได้ว่า Flash ได้ถูกปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง และได้มีการเพิ่มความสามารถต่างๆ มากมายจนชนะใจผู้ใช้งานนับล้านคนทั่วโลก โดยได้เป็น มาตรฐานการแสดงผลมัลติมีเดีย (ขงยุทธชัย รุจิรวิมล. 2521 : 6)

Flash 5 มีความต้องการระบบคอมพิวเตอร์เพื่อที่จะนำมาใช้งานและมาแสดงผลดังนี้

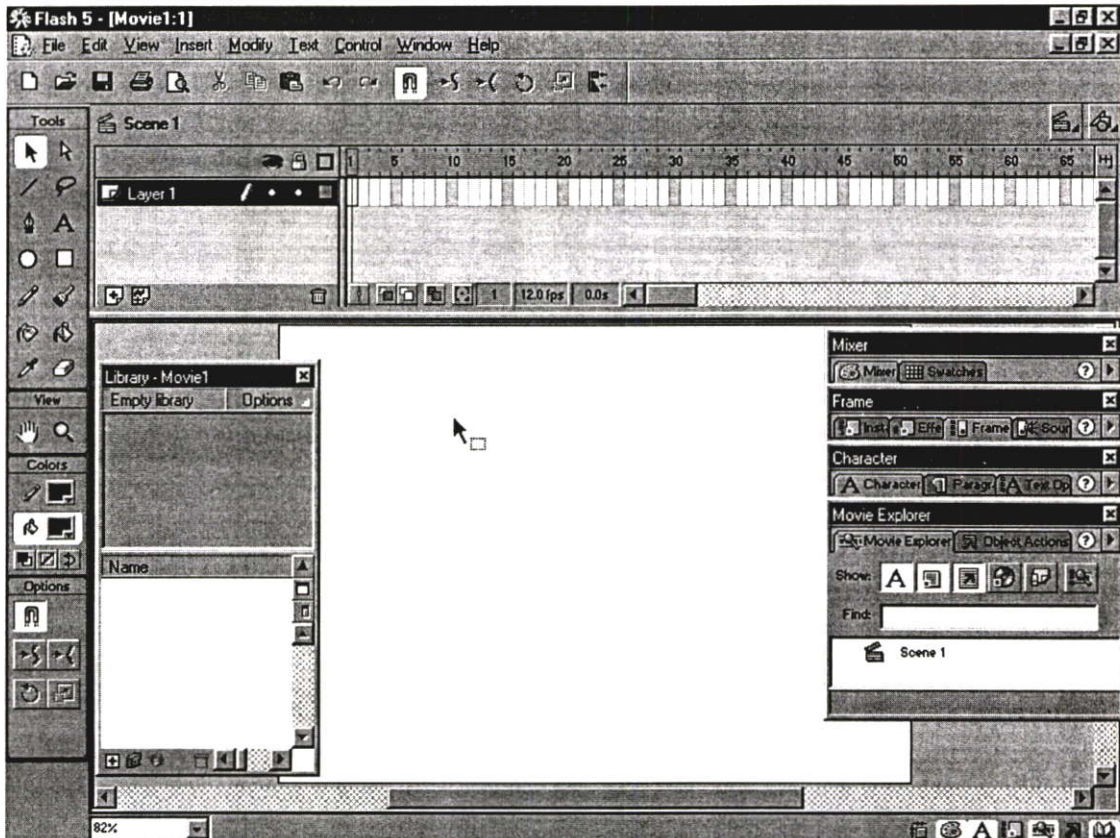
1. Microsoft Windows 95/98/200/NT/Me
2. CPU 100 MHz หรือมากกว่า
3. RAM 16 MB หรือมากกว่า
4. ความละเอียดของจอ VGA 256 สี หรือมากกว่า
5. บราวเซอร์ที่สนับสนุน Plug-in Shockwave Flash เวอร์ชัน 2 หรือบราวเซอร์ Netscape 4.5, Internet Explorer 3 ขึ้นไป

นอกจาก Flash 5 เป็นเวอร์ชันที่มีความสามารถครอบคลุม Flash เวอร์ชันก่อนๆ แล้ว ยังได้เพิ่มคุณสมบัติและเครื่องมือใหม่ๆ ในการใช้งานเพื่อความสะดวกยิ่งขึ้น ดังนี้

1. Panel หรือหน้าต่างที่ใช้ในการจัดวัตถุเพื่อความสะดวกยิ่งขึ้น เช่น ภาพ เสียง และอื่นๆ
2. การแปลงไฟล์ (Publish File) เพื่อไปใช้ในโปรแกรมอื่นได้หลากหลายมากยิ่งขึ้น เช่น แปลงเป็นไฟล์ที่ใช้กับ RealPlayer
3. เราสามารถนำไฟล์อื่นมาใช้ใน Flash 5 ได้มากขึ้น
4. การเพิ่มเครื่องมือใหม่ในการจัดการวัตถุ เช่น Subselection Tool, Pen Tool เป็นต้น
5. เพิ่มคำสั่ง Script และการจัดการในโปรแกรม ทำให้ไม่ต้องเขียน Script ขึ้นเอง
6. สามารถทำการใช้เมาส์ลากข้อความได้ นั่นคือสามารถทำการเลือกข้อความโดยการลากแถบสีดำเพื่อทำการก๊อปปี้ข้อความได้
7. เพิ่ม Movie Explorer เพื่อให้ความสะดวกในการทำงานมากยิ่งขึ้น เช่น ดูโครงสร้างของการทำงานช่วยในการค้นหาวัตถุต่าง ๆ ในงาน แสดง Frame Layer และ Action Script ซึ่งคล้ายกับแผนผังของงานที่เรากำลังสร้างทีเดียว

ภายในโปรแกรม Macromedia Fash 5 จะประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ที่สำคัญที่สำคัญดังนี้ (ขงยุทธ รุจิรวิมล. 2521 : 18-23)

1. หน้าต่างหลักโปรแกรม Macromedia Flash 5



ภาพที่ ข1 หน้าต่างหลักโปรแกรม Macromedia Flash 5

2. แถบคำสั่ง (Menu Bar)



ภาพที่ ข2 แถบคำสั่ง (Menu Bar)

เป็นแถบที่ใช้เก็บรวบรวมคำสั่งทั้งหมดของ Flash โดยใช้หัวข้อและแบ่งเป็นหมวดหมู่ต่าง ๆ ดังนี้

- File เป็นเมนูเก็บคำสั่งที่เกี่ยวกับการจัดการกับไฟล์ทั้งหมด เช่น การเปิด ปิด บันทึก การปิดโปรแกรม การนำไฟล์อื่นเข้ามา และการแปลงไฟล์เพื่อนำออกไปใช้งาน
- Edit เป็นเมนูเก็บคำสั่งที่เกี่ยวกับการแก้ไข การจัดการวัตถุ เช่น Undo Redo Cut Copy Paste ฯลฯ
- View เป็นเมนูเก็บคำสั่งที่เกี่ยวกับการแสดงการมองวัตถุในรูปแบบต่าง ๆ

Insert	เป็นเมนูเก็บคำสั่งที่เกี่ยวกับการเพิ่มเติมหรือแทรกคำสั่ง เป็นส่วนสำคัญที่ช่วยทำ ภาพเคลื่อนไหว
Modify	เป็นเมนูเก็บคำสั่งที่เกี่ยวกับการทำให้กับวัตถุมีคุณสมบัติใหม่ ๆ
Text	เป็นเมนูเก็บคำสั่งที่เกี่ยวกับการจัดการกับตัวอักษร เช่น Font Size Style ฯลฯ
Control	เป็นเมนูเก็บคำสั่งที่เกี่ยวกับการควบคุมการแสดงของชิ้นงานที่เราสร้างขึ้น เช่น Play ,Rewing , Stop , Forward เป็นต้น
Window	เป็นเมนูเก็บคำสั่งที่เกี่ยวกับการแสดงหน้าต่างควบคุมต่าง ๆ
Help	เป็นเมนูเก็บคำสั่งที่เกี่ยวกับการให้ความช่วยเหลือ ซึ่งอธิบายการใช้งาน โปรแกรม

3. แถบเครื่องมือ (Tool Bar)



ภาพที่ ข3 แถบเครื่องมือ (Tool Bar)

	New	การเริ่มสร้างงานใหม่
	Open	การเปิดไฟล์งานเดิม
	Save	การบันทึกไฟล์งาน
	Print	การสั่งพิมพ์งาน
	Print Perview	การตรวจสอบดูก่อนพิมพ์
	Cut	การตัดหรือลบวัตถุออกเพื่อจะนำไปวางที่อื่น
	Copy	การคัดลอกวัตถุเพื่อจะนำไปวางที่อื่น
	Paste	การวางวัตถุที่ได้ Cut หรือ Copy มาวาง
	Undo	การย้อนกลับไป 1 ขั้นตอน
	Redo	การเดินหน้าไป 1 ขั้นตอน ใช้เมื่อมีการย้อนหลังไป 1 ขั้นตอน
	Snap to Objects	การสั่งให้วัตถุดึงจุดเมื่อเข้าใกล้กัน
	Smooth	การทำให้วัตถุมีความโค้งมน
	Straighten	การทำให้วัตถุดูแข็ง
	Rotate	การหมุนวัตถุ
	Scale	การขยายและย่อวัตถุ
	Alin	การจัดวัตถุให้เป็นระเบียบ

4. กล่องเครื่องมือ (Toolbox)

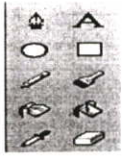
ภาพที่ ข4 กล่องเครื่องมือ (Toolbox)



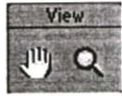
เป็นกล่องสำหรับเก็บอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการทำงาน Toolbox จะมีลักษณะเป็นไอคอนรูปภาพ สามารถเรียกใช้งานได้ง่ายเพียงการ Click mouse ที่ไอคอนคำสั่งที่ต้องการเท่านั้น เราสามารถใช้กล่องเครื่องมือนี้ได้โดยใช้คำสั่ง Window>Tools
การใช้ Toolbox ให้เข้าใจเราควรแบ่งเป็นกลุ่ม เช่น



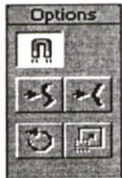
กลุ่มคำสั่ง Selection เกี่ยวกับการเลือก



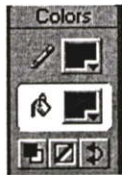
กลุ่มคำสั่ง Edit เกี่ยวกับการวาดและการตกแต่งภาพ



กลุ่มคำสั่ง View เกี่ยวกับการมองภาพในรูปแบบต่าง ๆ

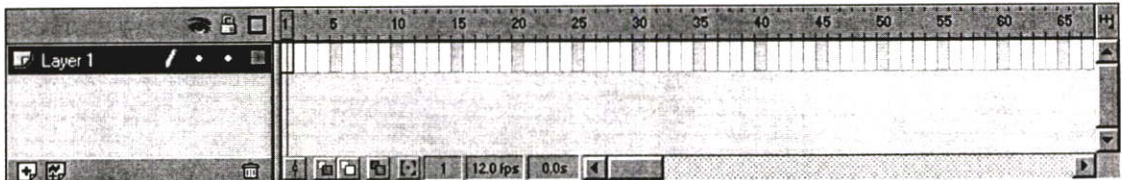


กลุ่มคำสั่ง Option จะแสดงคำสั่งเพิ่มเติมของแต่ละคำสั่งที่เราเลือกใช้งาน



กลุ่มคำสั่ง Colors ใช้ในการเลือกสีให้กับเส้นและสีพื้น

4. เส้นเวลา (Timeline)

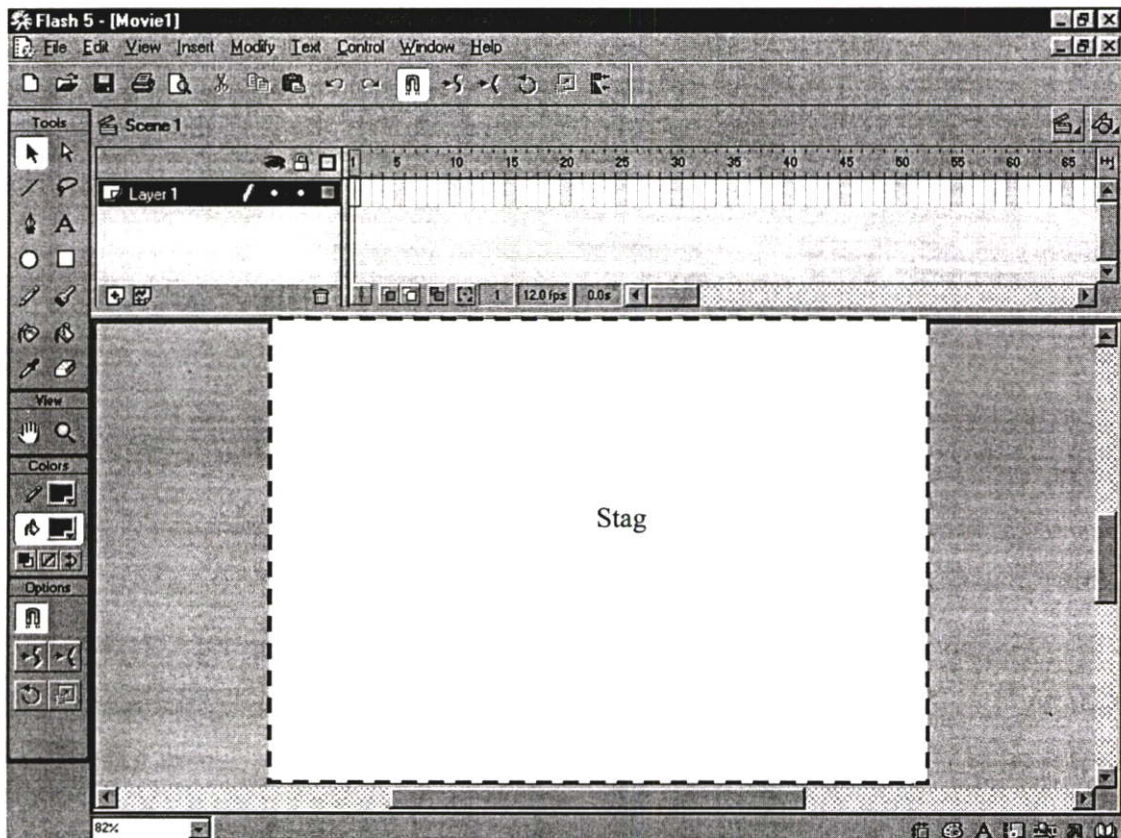


ภาพที่ ข5 เส้นเวลา (Timeline)

Timeline เป็นเครื่องมือหนึ่งของ Flash จะปรากฏทุกครั้งเมื่อเปิดโปรแกรม ใช้สำหรับสร้างและปรับเปลี่ยนรายละเอียดของการเคลื่อนไหว โดยเอาตำแหน่งขององค์ประกอบที่เคลื่อนไหว (เราเรียกองค์ประกอบต่าง ๆ ว่าออบเจกต์ หรือวัตถุ) มาจัดวางต่อกันทีละภาพในแต่ละช่วงเวลา (เรียกว่าเฟรม : Frame) เพื่อสร้างเป็นภาพเคลื่อนไหว โดยเราจะกำหนดเส้นเวลาให้สามารถเล่นภาพเคลื่อนไหวซ้ำ หรือเล่นแล้วหยุดก็ได้

สำหรับส่วนประกอบหลักของเส้นเวลามี ดังนี้ (จะกล่าวถึงต่อไปอย่างละเอียดในบทการสร้างภาพเคลื่อนไหว)

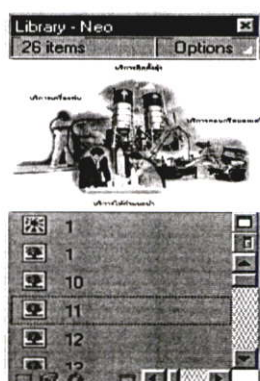
5. หน้าต่างการทำงาน (Stage)



ภาพที่ ข6 หน้าต่างการทำงาน (Stage)

เป็นหน้าต่างในการทำงานของเรา หรือเรียกอีกอย่างว่าเวที (Stage) ซึ่งเป็นพื้นที่ว่าง ๆ สำหรับการสร้างภาพเคลื่อนไหว (เรียกว่า Animation) โดยให้เราเป็นผู้กำกับการแสดง เมื่อเราสร้างงานหรือวางวัตถุดิบ Stage เราจะเรียกภาพรวมนี้ว่า Scene

6. หน้าต่างไลบรารี (Library)



ภาพที่ ข7 หน้าต่างไลบรารี (Library)

ในการทำงาน Flash แต่ละงานเราอาจนำไฟล์ภาพภาพเคลื่อนไหว หรือเสียง มาใช้ประกอบกันในงานของเราซึ่งหน้าต่าง Library จะเป็นตัวรวบรวมไฟล์ต่าง ๆ เหล่านี้ไว้รวมทั้งไฟล์ที่เราสร้างเองด้วย หากเราต้องการใช้งานไฟล์เหล่านี้ก็แค่หยิบจาก Library มาวางบน Stage เท่านั้น







เราสามารถเปิดหน้าต่างไลบรารีมาใช้โดยเลือกคำสั่ง Window>Library สำหรับรายละเอียดการใช้งานไลบรารีจะกล่าวถึงในบทต่อไป

7. ปุ่มควบคุมการแสดงผล (Controller)



ภาพที่ ข8 ปุ่มควบคุมการแสดงผล (Controller)

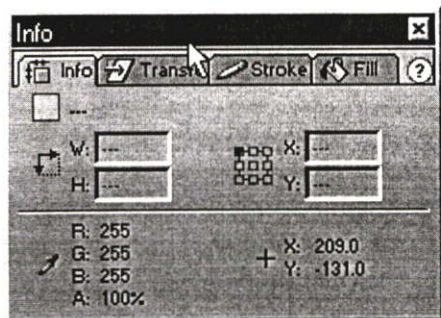
Controller จะใช้สำหรับควบคุมการแสดงผลงาน Animation ที่เราสร้าง เราสามารถเปิดหน้าต่าง Controller มาใช้ได้โดยเลือกคำสั่ง Window>Toolbars>Controller

	Stop	ให้หยุดการแสดงผล
	Rewind	ให้กลับไปเริ่มต้นแสดงผลใหม่
	Step Back	ให้ถอยหลังไป 1 Step
	Play	ให้แสดงผล
	Step Forward	ให้เดินหน้าไป 1Step
	Control End	ให้ไปยังจุดจบของการแสดงผล

ภาพที่ ข9 แสดงรายละเอียดของปุ่มแสดงผล (Controller)

8. หน้าต่างควบคุมการแสดงผล (Panel)

ใน Flash 5 จะมีหน้าต่างที่รวบรวมเครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้งานกับวัตถุ โดยที่เราไม่ต้องเสียเวลาไปเปิดหา เพราะมีการถูกจัดเป็นหมวดหมู่ไว้แล้ว ประกอบด้วย 5 Panel สำคัญได้แก่ Panel Info , Panel Mixer , Panel Instance และ Panel Movie Explorer ดังนี้



Info

เป็นหน้าต่างที่แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับวัตถุ

Transform

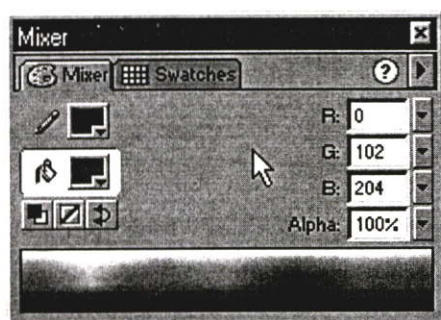
เป็นหน้าต่างที่ใช้ปรับเปลี่ยนขนาดการบิด และหมุนวัตถุ

Stroke

เป็นหน้าต่างที่ใช้กำหนดเส้นขอบของวัตถุ เช่น ความหนา สี หรือลวดลาย

Fill

เป็นหน้าต่างที่กำหนดสีของวัตถุ

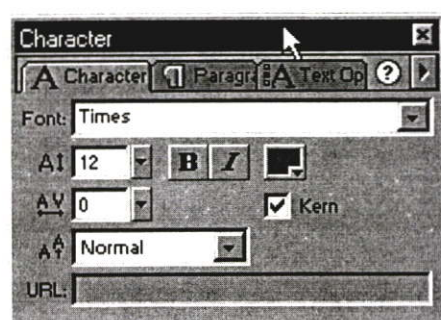


Mixer

เป็นหน้าต่างที่ช่วยในการผสมสี ซึ่งใช้ Mode RGB สามารถจัดสีที่เราต้องการได้

Swatches

เป็นหน้าต่างที่ช่วยในการจัดเรียงสีไว้และทำการไล่สีทำให้ผู้ใช้สามารถเลือกสีใช้ได้ง่ายขึ้น



Character

เป็นหน้าต่างที่จัดการกับตัวอักษร เช่น ฟอนต์, ขนาด, ความสูง, ความกว้าง เป็นต้น

Paragraph

เป็นหน้าต่างที่ช่วยในการจัดเรียงตัวอักษร เช่น ชิดซ้าย, ชิดขวา, ไว้ตรงกลาง เป็นต้น

Text Option

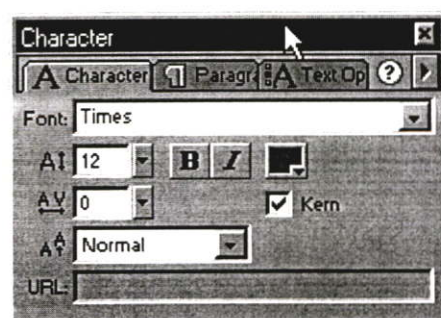
เป็นหน้าต่างที่สร้าง Option ให้ตัวอักษร ได้แก่

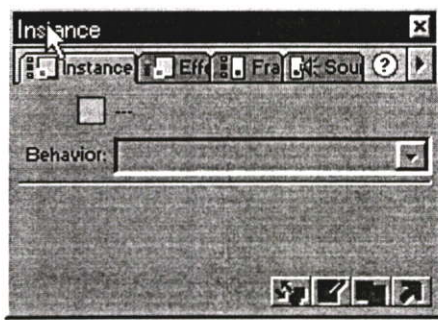
- Static Text เป็นตัวอักษร

ทั่วไป

- Dynamic Text เป็นตัวหนังสือที่เปลี่ยนแปลงได้

- Input Text ช่องใส่ตัวหนังสือ



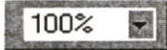


Instance	เป็นหน้าต่างที่จัดการกับวัตถุภายใน Stage
Effect	เป็นหน้าต่างที่ใช้ในการสร้าง Effect ต่าง ๆ กับวัตถุ
Frame	เป็นหน้าต่างที่ใช้จัดการกับ Frame

9. ปุ่มขยายขนาด (Zoom)

เป็นปุ่มควบคุมที่ทำหน้าที่ขยายขนาดพื้นที่ในการทำงานหรือ Stage นอกจากนั้น เรายังสามารถกำหนดขนาดเองได้ และมีคำสั่งเพิ่มเติมอีก 2 คำสั่ง คือ

Show Frame
Show All
25%
50%
100%
200%
400%
800%



Show Frame	การแสดง Stage ให้ใหญ่ที่สุดเท่าที่พื้นที่ว่างของโปรแกรมจะทำได้ โดยไม่คำนึงว่าจะมีรูปเกินออกนอก Stage ไปแค่ไหน
Show All	การแสดง Stage ให้เห็นรูปหรือวัตถุ

ภาพที่ ข10 แสดงรายละเอียดของหน้าต่างแสดงผลแบบต่างๆ

ภาคผนวก ก.

เนื้อหาบทเรียน วิชา คอนกรีตเทคโนโลยีเรื่องปูนซีเมนต์

ปูนซีเมนต์ (CEMENT)

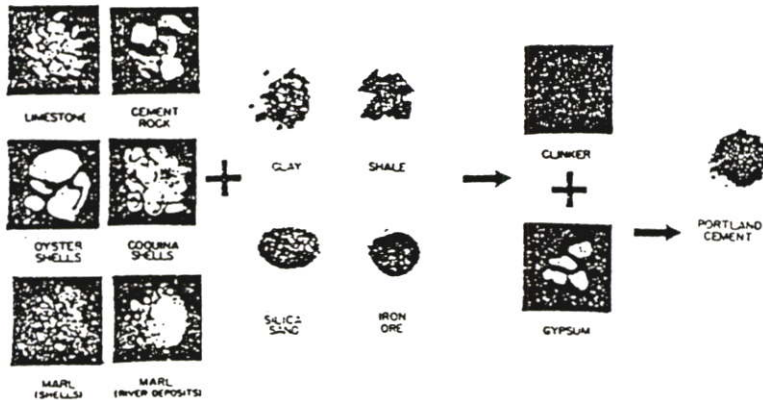
ปูนซีเมนต์

ปูนซีเมนต์ เป็นผลผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการบดปูนเม็ด ซึ่งเป็นผลึกที่เกิดจากการเผา ส่วนผสมต่าง ๆ (หินปูน หรือ ดินปูนขาว กับ ดินเหนียว หรือ หินดาน) จนรวมตัวผสมกันสุกพอดี มี ส่วนประกอบทางเคมีที่สำคัญคือ คัลเซียมและอลูมิเนียมซิลิเกต ปูนซีเมนต์ที่กล่าวนี้จะหมายถึงปูน ซีเมนต์พอร์ตแลนด์ (Portland Cement) ซึ่งเป็นปูนซีเมนต์ไฮดรอลิก (hydraulic Cement) ที่เมื่อผสม กับน้ำตามส่วนแล้วสามารถก่อตัวและแข็งตัวในน้ำได้เนื่องจากปฏิกิริยาระหว่างน้ำกับส่วน ประกอบของปูนซีเมนต์นั้น การทำปฏิกิริยาดังกล่าวเรียกว่า ปฏิกิริยาไฮเดรชัน (Hydration) อัตรา การก่อตัวและแข็งตัวตลอดจนปริมาณความร้อนที่เกิด ขึ้นอยู่กับความละเอียดและส่วนประกอบ ของผงปูน ความแข็งแรงและความทนทานเมื่อแข็งตัวแล้ว ขึ้นอยู่กับสัดส่วนการผสมและการให้ ความชื้นในขณะที่เริ่มแข็งตัว คำรับของชื่อปูนซีเมนต์ที่เรียกกันทางวิชาการว่า "ปูนซีเมนต์พอร์ต แลนด์ (Portland Cement)" ได้มาจากการตั้งชื่อของนายโจเซฟ แอสปดิน โดยในปี ค.ศ. 1824 นาย โจเซฟได้ทำการจดทะเบียนลิขสิทธิ์ของวิธีการผลิตปูนซีเมนต์อย่างหนึ่ง ซึ่งได้จากการเผาส่วนผสม ระหว่างหินปูนและดินเหนียว เมื่อนำมาบดจะได้ผงปูนซีเมนต์ หลังจากผสมรวมกับน้ำและแข็งตัว จะมีสีเหลือง-เทา คล้ายกับหินในเกาะของเมืองพอร์ตแลนด์ประเทศอังกฤษ นายโจเซฟจึงตั้งชื่อว่า ปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ ปูนซีเมนต์ที่ผลิตได้ในขณะนั้นยังมีคุณภาพต่ำมาก ทั้งนี้เนื่องจากการเผา ส่วนผสมดังกล่าวใช้ความร้อนต่ำ ซึ่งทำให้หินปูนกับดินเหนียวยังรวมตัวกันไม่ดี

ปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ เป็นวัสดุก่อสร้างที่สำคัญที่สุดในการก่อสร้างทางวิศวกรรมปัจจุบัน เพราะเมื่อนำไปผสมรวมกับทราย และน้ำ จะได้เป็นมอร์ตาร์ (mortar) ซึ่งนำไปใช้เป็น ปูนก่อ สำหรับงานก่ออิฐหรือหิน หรือ ปูนฉาบ สำหรับงานฉาบปูน เป็นต้น หากนำไปผสมรวมกับ หิน กรวด ทรายและน้ำด้วยอัตราส่วนที่เหมาะสมจะได้เป็นคอนกรีตซึ่งเมื่อแข็งตัวแล้วจะแข็งแรงและ ทนทานคล้ายหิน ตัวอย่างสิ่งก่อสร้างคอนกรีตได้แก่ ฐานราก ตอม่อ เขื่อนกำแพงกันดิน พื้นและ ถนน ซึ่งเมื่อเสริมด้วยเหล็กเส้นจะเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก สำหรับพื้น หลังคา สะพาน อาคาร อุโมงค์ และอื่น ๆ

กรรมวิธีผลิตปูนซีเมนต์ (Manufacture of Portland Cement)

วัตถุดิบ วัตถุดิบ วัตถุดิบที่สำคัญซึ่งในการผลิตปูนซีเมนต์อาจจำแนกเป็น 2 ประเภท คือ



ภาพที่ ๑1 แสดงวัตถุดิบที่สำคัญในการผลิตปูนซีเมนต์

1. ประเภทที่ให้ธาตุแคลเซียมเป็นส่วนใหญ่ (Calcareous materials) ซึ่งอยู่ในรูปของ CaCO_3 ได้แก่ หินปูน (Limestone) ดินสอพองหรือชอล์ค (Chalk) ดินปูนขาว (Marl)
2. ประเภทที่ให้ออกไซด์ของธาตุซิลิกอน (SiO_2) และอลูมิเนียม (Al_2O_3) เป็นส่วนใหญ่ (Argillaceous Materials) ได้แก่ ดินดานหรือหินเชล (Shale)

แต่ในบางครั้ง วัตถุดิบทั้งสองประเภทข้างต้นอาจมีปริมาณของธาตุที่ต้องการน้อยไป หรือมีปริมาณของธาตุอื่นเพิ่มเติมมากเกินไปจนเกินกว่าที่จำเป็น จึงจำเป็นต้องปรับส่วนผสมให้พอเหมาะเพื่อให้ได้ปูนซีเมนต์ที่มีคุณสมบัติตามต้องการ เช่น (ก) เพิ่มปริมาณแร่เหล็ก (Iron Ore) ซึ่งมีอยู่มากในสิลาแลง (Laterite) เมื่อหินเชลหรือดินเหนียวที่จะใช้มีปริมาณของเหล็กต่ำ (ข) เลือกใช้วัตถุดิบที่มีธาตุเหล็กน้อยลง เพื่อผลิตปูนซีเมนต์ขาว (ค) เดิมยิบซัม (Gypsum) เพื่อใช้เป็นสารหน่วงการก่อตัวโดยผสมรวมกับปูนเม็ดจากเตาเผา เป็นต้น

กรรมวิธีผลิต

กรรมวิธีในการผลิตเป็นการผลิตแบบแห้ง (Dry Process)

เมื่อนำวัตถุดิบมาบดละเอียดและผสมเข้าด้วยกันในอัตราส่วนที่พอเหมาะแล้ว ส่วนผสมนี้จะถูกป้อนเข้าทางด้านบนของเตาเผา (Kiln) เตาเผาเปรียบเทียบบเสมือนหัวใจของโรงงานผลิตปูนซีเมนต์ เป็นเครื่องจักรที่ใหญ่และแพงที่สุด ทำงานตลอด 24 ชั่วโมงโดยไม่มีวันหยุดพัก เตาเผาส่วนใหญ่ในปัจจุบันนี้ใช้เตาเผาแบบหมุน (Rotary Kiln) ซึ่งเป็นเหล็กกล้ามีลักษณะรูปทรงกระบอกยาวประมาณ 50 ถึง 150 เมตร มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 ถึง 4 เมตร ภายในบุด้วยอิฐทนไฟเพื่อเก็บความร้อนไว้ภายใน หมุนรอบตัวในแนวเอียงอย่างช้า ๆ ประมาณนาทีละ 1.3 รอบ อุณหภูมิที่ใช้เผาประมาณ 1400 – 1600 องศาเซลเซียส วัตถุดิบที่ผสมรวมกันและถูกเผาที่อุณหภูมิสูงจะทำปฏิกิริยาทางเคมี เกิดการรวมตัวของออกไซด์ของธาตุต่าง ๆ และจับกันเป็นเม็ดเล็ก ๆ เรียกว่า

ปูนเม็ด (Clinker) ถูกส่งออกมาข้างนอกทางด้านล่างของเตา ตารางที่ 6.1 แสดงปริมาณออกไซด์หลักของธาตุต่าง ๆ ที่มีในปูนเม็ด ซึ่งจะเห็นว่าปริมาณรวมกันประมาณ 90% ของปริมาณทั้งหมด

สีและรูปร่างของปูนเม็ดจะบ่งถึงการเผาว่าเป็นไปอย่างถูกต้องหรือไม่ ถ้าเผาได้ดีปูนเม็ดจะมีสีดำปนเขียวเหมือนแก้วใส เมื่อเย็นตัวจะแวววาวเป็นจุด ๆ ก้อนใหญ่ส่วนมากจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 25 มม. (1 นิ้ว) ปูนเม็ดที่ยังเผาไม่ได้ที่จะมีสีน้ำตาล หรือสีน้ำตาลเป็นหย่อม ๆ ไม่เป็นมันเหมือนที่เผาได้ดีแล้ว ปูนเม็ดที่เผาเกินพอจะมีสีน้ำตาลแข็งเป็นหย่อม ๆ การเผาเกินพอไม่เป็นการเสียหายแต่อย่างใดเพียงแต่สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงและเพิ่มค่าใช้จ่ายในการบดปูนเม็ดทั้งนี้เพราะปูนเม็ดที่เผาเกินพอมีความแข็งแรงมาก

ปูนเม็ดที่ได้จากเตาเผาจะร้อนมาก ต้องได้รับการลดอุณหภูมิให้เหมาะสมก่อนนำไปบด การลดอุณหภูมิกระทำโดยพ่นลมหรือน้ำเข้าไปในถังลดความเย็น (Clinker Cooler) ซึ่งอาจจะเป็นแบบหมุน (Rotary Cooler) หรือแบบตะแกรง การทำให้ปูนเม็ดเย็นลงต้องมีการควบคุมอย่างดี เพราะมีผลต่อคุณภาพของปูนซีเมนต์ ถ้าปูนเม็ดถูกทำให้เย็นตัวเร็วจะบดง่าย และความแข็งแรงภายใน 7 วันดีขึ้น แต่ถ้าปูนเม็ดถูกทำให้เย็นลงอย่างช้า ๆ ความแข็งแรงในระยะหลังจะสูงขึ้น ปูนเม็ดที่เย็นตัวแล้วจะถูกนำไปบดละเอียดให้หม้อบดปูน (Cement Mill) หากปูนเม็ดมีปริมาณของยิบซัมผสมอยู่น้อย ก็ต้องใส่ยิบซัมเพิ่มเข้าไปด้วย โดยให้มีปริมาณของยิบซัมผสมรวมอยู่ประมาณ 5 % ปูนเม็ดที่บดละเอียดแล้วส่วนมากจะผ่านตะแกรงร้อนมาตรฐานเบอร์ 200 ได้เกือบหมด การผสมยิบซัมลงไปด้วยก็เพื่อทำให้ปูนซีเมนต์มีคุณสมบัติก่อตัวช้าลงเมื่อผสมกับน้ำ เพราะถ้าไม่มียิบซัม เมื่อปูนซีเมนต์ได้ผสมกับน้ำจะก่อตัวเร็วเกินไป จนไม่มีเวลานานพอที่จะเอาไปเทลงแบบได้ ปูนซีเมนต์ที่มีความละเอียดมากกว่า จะทำปฏิกิริยากับน้ำ ก่อตัวและแข็งตัวให้กำลังรับแรงได้เร็วกว่า ส่วนปูนซีเมนต์ที่หยาบอาจทำให้เกิดการแข็งหรือการคายน้ำได้มากกว่าปูนซีเมนต์ที่ละเอียดผงปูนซีเมนต์ที่ผลิตได้นี้จะถูกบดโดยลมนำไปเก็บไว้ในถังเก็บปูนซีเมนต์ (Bulk Storage) ซึ่งเป็นถังทรงกระบอกใหญ่ตั้ง มีผนังปกคลุมมิดชิดกันความชื้น เพื่อนำไปบรรจุใส่ถุงและจำหน่ายต่อไป ในประเทศไทยจะบรรจุในถุงกระดาษมีเนื้อปูนจริง 50 กิโลกรัม

ตารางที่ ๑ แสดงสัดส่วนออกไซด์ของธาตุต่างๆ ในปูนเม็ดของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์

ออกไซด์ของธาตุต่าง ๆ	เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก
ปูนขาว (CaO)	74-79
ซิลิกา (SiO ₂)	20-24
อลูมินา (Al ₂ O ₃)	4-8
เหล็ก (Fe ₂ O ₃)	2-5

สารประกอบของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์

เมื่อเผาวัตถุดิบของปูนซีเมนต์ ซึ่งได้แก่ สารออกไซด์ของธาตุซิลิเกตซิลิกอน อลูมิเนียม และเหล็ก สารเหล่านี้จะทำปฏิกิริยาทางเคมีและรวมตัวกันเป็นสารประกอบอยู่ในปูนเม็ดในรูปของผลึกละเอียดมาก สารประกอบที่สำคัญ 4 อย่างที่มีอยู่ในปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ หลังจากการเผาแล้ว ได้แก่ ไตรแคลเซียมซิลิเกต (Tricalcium silicate) ไดแคลเซียมซิลิเกต (Dicalcium silicate) ไตรแคลเซียมอลูมิเนต (Tricalcium aluminate) และเตตราแคลเซียมอลูมิโนเฟอร์ไรท์ (Tetracalcium aluminoferrite) ดังตารางที่ ค2 ซึ่งได้ให้ชื่อย่อของสารประกอบเหล่านี้ตามอุตสาหกรรมการผลิตปูนซีเมนต์ โดยใช้ชื่อย่อของออกไซด์ของธาตุใดด้วยอักษรของธาตุนั้นเพียงตัวเดียวกล่าวคือ CaO ย่อเหลือตัว C; SiO₂ ย่อเหลือตัว S ; Al₂O₃ ย่อเหลือตัว A และ Fe₂O₃ ย่อเหลือตัว F

นอกจากนี้ ยังมีสารประกอบอื่น ๆ อีกที่ได้หลังจากการเผา เช่น MgO, TiO₂, Mn₂O₃, K₂O และ Na₂O ซึ่งปะปนอยู่เป็นจำนวนน้อย เมื่อเทียบกับน้ำหนักของปูนซีเมนต์

ตารางที่ ค2 แสดงสารประกอบที่สำคัญของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์

ชื่อของสารประกอบ	ส่วนประกอบทางเคมี	ชื่อย่อ
ไตรแคลเซียมซิลิเกต	3CaO.SiO ₂	C ₃ S
ไดแคลเซียมซิลิเกต	2CaO.SiO ₂	C ₂ S
ไตรแคลเซียมอลูมิเนต	3CaO.Al ₂ O ₃	C ₃ A
เตตราแคลเซียมอลูมิโนเฟอร์ไรท์	4CaO.Al ₂ O ₃ .Fe ₂ O ₃	C ₄ AF

อิทธิพลของสารประกอบต่อคุณสมบัติของปูนซีเมนต์

สารประกอบที่มีอยู่ในปูนซีเมนต์ มีผลกระทบต่อคุณสมบัติต่าง ๆ ของปูนซีเมนต์เมื่อนำไปผสมกับน้ำเพื่อทำให้เป็นมอร์ต้าหรือคอนกรีต เช่นอัตราการทำปฏิกิริยากับน้ำการให้ความร้อนจากปฏิกิริยาไฮเดรชัน กำลังรับแรงอัดในระยะแรก (Early Strength) และระยะหลัง (Ultimate Strength) ความทนทานต่อการกัดกร่อนของซัลเฟต เป็นต้น ตารางที่ ค3 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติด้านต่าง ๆ ของสารประกอบที่สำคัญ

ไตรแคลเซียมซิลิเกต (C₃S) เป็นสารประกอบที่สำคัญของปูนซีเมนต์ ทำให้เกิดกำลังรับแรงอัดได้เร็วในระยะแรก (ประมาณ 14 วันหลังการผสม) มีอัตราการทำปฏิกิริยากับน้ำปานกลาง ก่อตัวภายในไม่กี่ชั่วโมง ให้ความร้อนปานกลาง (ประมาณ 120 กิโลจูลต่อกรัม) เมื่อเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชัน และทนต่อการกัดกร่อนของซัลเฟต

ตารางที่ ค3 แสดงคุณสมบัติของสารประกอบที่สำคัญ

คุณสมบัติด้านต่าง ๆ	พฤติกรรมของสารประกอบแต่ละตัว			
	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF
อัตราการทำปฏิกิริยา	ปานกลาง	ช้า	รวดเร็ว	ช้า
ความร้อนของปฏิกิริยา	ปานกลาง	น้อย	มาก	น้อย
การพัฒนากำลังรับแรง :				
ระยะแรก (Early)	เร็ว	ช้า	เร็ว	ช้า
ระยะหลัง (Ultimate)	สูง	สูง	ต่ำ	ต่ำ
ความทนทานต่อการกัดกร่อน	ปานกลาง	สูง	น้อย	-

ไตรแคลเซียมซิลิเกต (C₃S) ทำให้เกิดกำลังรับแรงอัดเพิ่มขึ้นในระยะหลัง (ตั้งแต่ 14-28 วันและเรื่อยไปเมื่อได้รับการบ่มชื้น) ทำปฏิกิริยากับน้ำค่อนข้างช้า ให้ความร้อนการกัดกร่อนของซัลเฟต และมีการหดตัวน้อย (drying shrinkage)

ไตรแคลเซียมอลูมิเนต (C₃A) ทำให้เกิดกำลังรับแรงอัดได้เร็วมากในระยะแรก (ประมาณ 1 วันหลังการผสม) เพราะทำปฏิกิริยากับน้ำทันที ก่อตัวและแข็งตัวเร็ว ให้ความร้อนมาก (ประมาณ 210 กิโลจูลต่อกรัม) เมื่อเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชัน แต่ไม่ช่วยให้มีกำลังรับแรงอัดในระยะหลัง ทำให้เกิดความไม่คงตัว (Unsoundness) และไม่ทนต่อการกัดกร่อนของซัลเฟต

เตตราแคลเซียมอลูมิโนเฟอไรท์ (C₄AF) ไม่ค่อยมีส่วนในการพัฒนากำลังรับแรงอัดทั้งในระยะแรกและระยะหลัง เนื่องจากทำปฏิกิริยากับน้ำอย่างช้า ๆ ให้ความร้อนน้อย (ประมาณ 100 กิโลจูลต่อกรัม) เมื่อเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชัน สารประกอบนี้ทำให้ปูนซีเมนต์มีสีเทา-ดำ

แมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) หากมีอยู่ในปูนซีเมนต์เกินกว่า 5 % โดยน้ำหนักทำให้เกิดความไม่คงตัว โดยมีการขยายตัวในมอร์ตาร์และคอนกรีต เกิดการแตกร้าวเสียหาย

ปูนขาวอิสระหรือ Free Lime (CaO) จะทำปฏิกิริยากับน้ำอย่างช้า ๆ หลังจากที่ปูนซีเมนต์แข็งตัวแล้ว หากมีอยู่เกินกว่า 5% จะทำให้เกิดความไม่คงตัว และก่อตัวช้า

ยิบซัม (CaSO₄ · 2H₂O) ทำให้ปูนซีเมนต์มีคุณสมบัติก่อตัวและแข็งตัวช้าลง หากมีอยู่มาก จะทำให้ความไม่คงตัว และทำให้กำลังรับแรงน้อยลง

โปตัสเซียมออกไซด์ (K₂O) และ โซเดียมออกไซด์ (Na₂O) ซึ่งเป็นด่าง (Alkalies) ทำให้เพิ่มกำลังรับแรงอัดในระยะแรก แต่กำลังรับแรงอัดในระยะหลังลดลง ถ้าผสมใช้กับวัสดุผสมที่ทำปฏิกิริยากับด่าง อาจทำให้เกิดการขยายตัวในมอร์ตาร์หรือคอนกรีตเกิดการแตกร้าวเสียหาย นอกจากนี้ยังทำให้ปูนซีเมนต์ที่บรรจุอยู่ในถุง จับตัวเป็นก้อนเร็ว

ในปูนซีเมนต์จะมีสารประกอบไตรแคลเซียมซิลิเกต (C₃S) และไตรแคลเซียมซิลิเกต (C₂S) รวมกันเป็นปริมาณถึง 70-80% ของปริมาณทั้งหมด สารประกอบทั้งสองจะเป็นตัวควบคุมทำให้

มอร์ตาร์หรือคอนกรีตมีกำลังรับแรงอัดทั้งในระยะแรกและระยะหลัง หากต้องการให้เกิดกำลังรับแรงอัดเร็วในระยะแรก จะต้องใช้ปูนซีเมนต์ที่มีสารประกอบ C_3S ผสมอยู่มาก ซึ่งปริมาณความร้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาไฮเดรชันก็จะมากด้วย ทำนองเดียวกันเมื่อต้องการให้มีการพัฒนากำลังรับแรงอัดในเวลาต่อมา ก็ต้องใช้ปูนซีเมนต์ที่มีสารประกอบ C_2S ผสมอยู่มากเช่นกัน ส่วนในกรณีที่ต้องการให้คอนกรีตมีความทนทานต่อการกัดกร่อนของซัลเฟตที่มีอยู่ในดินหรือน้ำ ก็ต้องใช้ปูนซีเมนต์ที่มีสารประกอบไตรแคลเซียมอลูมิเนต (C_3A) ผสมอยู่น้อย

ประเภทของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์

สมาคมทดสอบวัสดุอเมริกัน (ASTM C 150) และสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (ม.อ.ก. 15) แบ่งปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ออกเป็น 5 ประเภท คือ

ประเภทหนึ่ง ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา (Ordinary Portland Cement) สำหรับใช้ในการทำคอนกรีต หรือผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมใดที่ไม่ต้องการคุณภาพพิเศษกว่าธรรมดา และสำหรับใช้ในกรก่อสร้างตามปกติทั่วไปเช่น ถนน สะพาน สนามบินหรือ ที่ไม่อยู่ในภาวะอากาศที่รุนแรงหรือในที่ที่มีอันตรายจากซัลเฟตเป็นพิเศษหรือความร้อนที่เกิดจากการรวมตัวกับน้ำจะไม่ทำให้เกิดอุณหภูมิเพิ่มขึ้นถึงขั้นอันตรายที่คอนกรีตจะแตกร้าวเสียหาย

ประเภทสอง ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ดัดแปลง (Modified Portland Cement) สำหรับใช้ในการทำคอนกรีตหรือผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมใดที่เกิดความร้อนและทนซัลเฟตได้ปานกลาง เช่น งานสร้างเขื่อนคอนกรีต กำแพงกันดินหนา ๆ หล่อท่อคอนกรีตขนาดใหญ่ ตอม่อสะพาน เป็นต้น ปูนซีเมนต์ประเภทนี้ให้กำลังรับแรงซ้ากว่าปูนซีเมนต์ประเภทหนึ่ง

ประเภทสาม ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์แข็งเร็ว (High-early Strength Portland Cement) หรือที่เรียกว่าซูเปอร์ซีเมนต์ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทนี้ให้กำลังรับแรงสูงในระยะแรก เร็วกว่าปูนซีเมนต์ประเภทหนึ่ง มีเนื้อเป็นผงละเอียดกว่าปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา ผลิตโดยการเปลี่ยนสัดส่วนผสม (เพิ่ม C_3S และลด C_2S) หรือโดยการเติมสารอื่น . โดยการบดให้ละเอียดยิ่งขึ้น หรือโดยการเผาให้ดีขึ้น มีประโยชน์สำหรับทำคอนกรีตที่ต้องการจะใช้งานเร็ว หรือรีบแบบเร็ว เช่น เสาเข็มคอนกรีต ถนน พื้นและคานที่ต้องถอดแบบเร็ว เป็นต้น ปูนซีเมนต์ประเภทนี้ยังเหมาะกับการทำคอนกรีตในอากาศหนาว คอนกรีตที่หล่อด้วยปูนซีเมนต์ประเภทนี้เพียง 3 วัน จะมีกำลังเท่ากับคอนกรีตที่ผสมด้วยปูนซีเมนต์ธรรมดาที่หล่อแล้วได้ 28 วัน

ประเภทสี่ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทเกิดความร้อนต่ำ (Low-Heat Portland Cement) เป็นปูนซีเมนต์ที่ให้ความร้อนต่ำสุด อัตราการเกิดกำลังของคอนกรีตเป็นไปอย่างช้า ๆ ปูนซีเมนต์ชนิดนี้ใช้มากในการก่อสร้างคอนกรีตหนา เช่น เขื่อน เนื่องจากให้อุณหภูมิของคอนกรีตต่ำกว่าปูนซีเมนต์ชนิดอื่นขณะก่อตัวและแข็งตัว

ประเภทห้า ปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ทนซัลเฟตได้สูง (Sulfate-Resistant Portland Cement) เป็นปูนซีเมนต์ชนิดที่ต้านทานซัลเฟตได้สูงกว่าปูนซีเมนต์ประเภทอื่น ๆ (มี C_3A ต่ำสุด) สำหรับใช้กับโครงสร้างที่อยู่ในที่ที่มีการกระทำได้สูงกว่าปูนซีเมนต์ประเภทอื่น ๆ (มี C_3A ต่ำสุด) สำหรับใช้กับโครงสร้างที่อยู่ในที่ที่มีการกระทำของซัลเฟตรุนแรง เช่น น้ำหรือดินที่มีค่า (Alkaline) สูง ปูนซีเมนต์ประเภทนี้มีระยะเวลาการแข็งตัวช้ากว่าประเภทหนึ่ง

ในต่างประเทศปูนซีเมนต์แต่ละประเภทดังกล่าวข้างต้นอาจมีทั้งชนิดกระจายกักฟองอากาศหรือไม่กระจายกักฟองอากาศ ปูนซีเมนต์ชนิดกระจายกักฟองอากาศจะมีสารสำหรับกระจายกักฟองอากาศผสมอยู่ด้วย สารดังกล่าวทำให้เกิดฟองอากาศขนาดเล็กจำนวนมากกระจายอยู่ในเนื้อคอนกรีต ช่วยต้านทานมิให้น้ำในคอนกรีตแข็งตัวก่อนที่คอนกรีตก่อตัว จึงเหมาะกับงานหล่อคอนกรีตในภูมิประเทศที่มีอากาศหนาวจัดนอกจากนี้ยังทำให้ใช้น้ำผสมน้อยลง เพราะฟองอากาศที่เกิดขึ้นจะช่วยให้เทคอนกรีตง่าย ลดการแยกตัว เป็นผลให้กำลังคอนกรีตดีตามไปด้วย สมาคมทดสอบวัสดุอเมริกันให้ข้อกำหนดสำหรับปูนซีเมนต์ชนิดกระจายกักฟองอากาศไว้ 3 ประเภทคือประเภท IA, IIA และ IIIA ซึ่งตรงกับประเภทหนึ่ง สองและสาม ตามลำดับ

ตารางที่ ค4 แสดงปริมาณร้อยละ ของสารประกอบในปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ประเภทต่างๆ.

สารประกอบ	ประเภท หนึ่ง	ประเภท สอง	ประเภท สาม	ประเภท สี่	ประเภท ห้า
ไตรแคลเซียมซิลิเกต : C_3S	49	46	56	30	43
ไดแคลเซียมซิลิเกต : C_2S	25	29	15	46	36
ไตรแคลเซียมอลูมิเนต : C_3A	12	6	12	5	4
เตตราแคลเซียมอลูมิโนเฟอร์ไรท์ : C_4AF	8	12	8	13	12

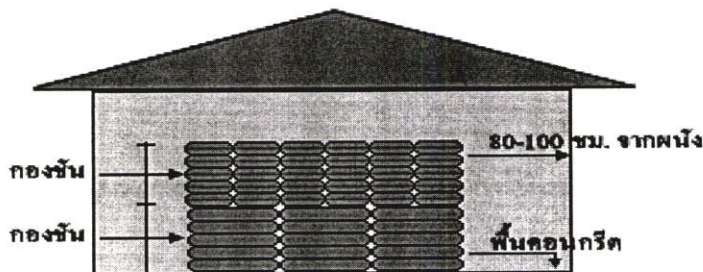
จากตารางที่ ค3 และตารางที่ ค4 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกัน จะเห็นความแตกต่างของปริมาณสารประกอบที่มีอยู่ในปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์แต่ละประเภท ดังนี้

ปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ประเภทหนึ่งและประเภทสาม มีปริมาณของอลูมิเนียมและเฟอร์ไรท์เท่ากัน แต่ปูนซีเมนต์ประเภทสามใช้ปริมาณ C_3S มากกว่า แต่ใช้ปริมาณ C_2S น้อยกว่า ปูนซีเมนต์ประเภทหนึ่ง

ปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ประเภทสองและประเภทห้า มีปริมาณ C_3A น้อย ทำให้มีคุณสมบัติทนต่อการกัดกร่อนของซัลเฟตได้สูง ส่วนปริมาณ C_3S จะถูกลดลง โดยเพิ่มปริมาณ C_2S มากขึ้น ทำให้การก่อตัวและแข็งตัวดำเนินไปอย่างช้า ๆ (ช้ากว่าปูนซีเมนต์ประเภทหนึ่ง)

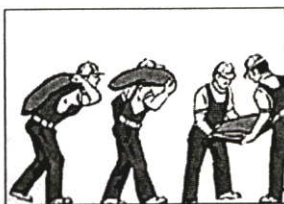
การเก็บรักษาปูนซีเมนต์

การเก็บรักษาปูนซีเมนต์ไว้ใช้งานเป็นของสำคัญถ้าเก็บไว้ดีในที่ปราศจากความชื้นจะมีคุณภาพดีเสมอ เพราะถ้าเก็บไว้ไม่ดีจะเสียได้เร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูฝน ซึ่งมีความชื้นมาก ปูนซีเมนต์ยังละเอียดก็ยิ่งเสียได้เร็วขึ้น ปูนซีเมนต์เป็นวัสดุที่ดูดความชื้นจากอากาศ หรือของที่อยู่ใกล้เคียงได้ง่าย หากผงซีเมนต์เกิดเป็นเม็ดและก้อนแข็ง ถ้าเพียง 1 ถึง 2% ของจำนวนปูนก็ไม่เกิดความเสียหายอะไร แต่ถ้ามากไปกว่านี้จะทำให้เกิดผลกระทบต่อการใช้งานเอาปูนไปใช้งาน คือการแข็งตัวช้าลง และกำลังอัดก็จะลดลงด้วย และถ้าหากปูนคุณภาพเข้าไว้กว่า 5% ปูนซีเมนต์จะเป็นก้อนแข็งใช้งานไม่ได้เลย วิธีเก็บรักษาปูนซีเมนต์อย่างดีที่สุดคือ เก็บไว้ในสถานที่แห้งมีหลังคาและผนังปกคลุมมิดชิด ควรเก็บไว้เป็นปริมาณมากในที่เก็บอันเดียวกัน ซึ่งมีอากาศผ่านได้น้อยที่สุด เช่น ในถังใหญ่หรือไซโลลิกประมาณ 2 เมตร เป็นต้น ถังนี้อาจจะทำด้วยเหล็ก คอนกรีตหรือไม้ก็ได้ แต่ต้องป้องกันความชื้นและน้ำได้อย่างมิดชิดสมบูรณ์ทุกด้าน ถ้าวัสดุที่ใช้สร้างที่เก็บปูนเป็นไม้ จะต้องยกพื้นให้สูงพื้นดินขึ้นไปมาก ๆ และความสูงไม่ควรต่ำกว่า 30 เซนติเมตร เพื่อให้ระบายน้ำได้สะดวกและให้ลมพัดผ่านช่องข้างล่างได้ และต้องแข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักของปูนซีเมนต์ที่จะนำมาจัดวางหรือบรรจุได้ด้วย

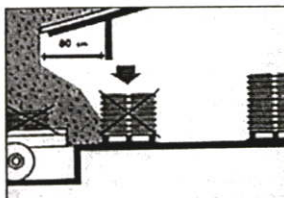


การวางถุงปูนซีเมนต์ ต้องวางถุงให้ชิดกันเพื่อไม่ให้มีช่องว่างให้อากาศถ่ายเทรอบ ๆ ถุง และควรกองเป็นชั้น ๆ เช่น วางตามยาวของถุง 5 ถุง แล้ววางตามขวาง 5 ถุงสลับกันและอย่าให้สูงเกินไป เพื่อป้องกันไม่ให้กองปูนล้นได้ง่าย อีกทั้งหากกองปูนสูงจนเกินไปจะไม่สะดวก ในการหยิบใช้ โรงเก็บปูนควรให้มีขนาดพอเหมาะพอกับจำนวนถุง และอย่าวางให้ชิดติดผนังหรือฝา เพราะอาจจะดูดความชื้นจากข้าง นอกเข้ามาได้ เมื่อนำปูนซีเมนต์ไปใช้ควรเลือกใช้ถุงที่เก็บไว้ก่อนเสมอ เมื่อมีปูนซีเมนต์อยู่หลายชนิดกองอยู่ในโรงเก็บโรงเดียวกัน ควรจะต้องกองแยกกันไว้เพื่อความสะดวกในการนำมาใช้ ในบางกรณีอาจจำเป็นต้องกองปูนซีเมนต์ไว้กลางแจ้งเพื่อจะใช้งาน ก็ควรหาไม้มาทำเป็นพื้น และมีผ้าใบเตรียมไว้เพื่อใช้คลุมกันลม ฝนและความชื้น สำหรับงานก่อสร้างเล็ก ๆ ที่มีกนียมทำถังไม้บรรจุปูนไว้เพื่อตัดไปใช้ได้สะดวกรวดเร็ว ก็ควรมีผ้าพลาสติกคลุมไว้ด้วยเพื่อกันลม ฝนและความชื้น

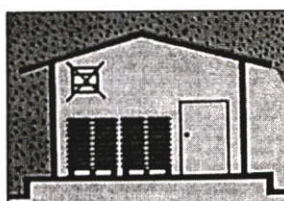
ขั้นตอนการเก็บรักษาปูนซีเมนต์



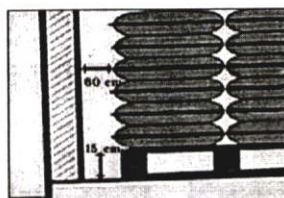
1. ยกและถือถุงปูนซีเมนต์ด้วยความระมัดระวัง เพื่อป้องกันอุบัติเหตุทำให้ถุงปูนแตก



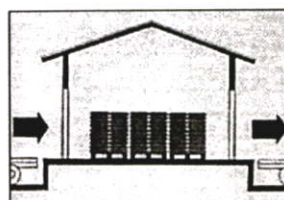
2. ห้ามขนถุงปูนซีเมนต์เวลาฝนตก



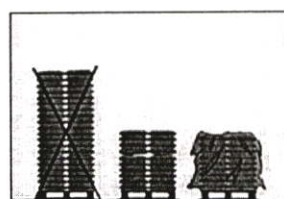
3. รักษาบริเวณโรงเก็บปูนซีเมนต์ให้แห้งอยู่เสมอ



4. โรงเก็บปูนซีเมนต์จะต้องป้องกันน้ำได้และควรกองปูน ให้ห่างจากผนัง และกำแพงพอสมควร เพื่อป้องกันการดูดซึมความชื้นจากภายนอก



5. การกองเก็บถุงปูนจะต้องไม่กองสูงมากจนเกินไป



6. ไม่ควรเก็บปูนซีเมนต์ไว้ในโรงเก็บเกิน 1 เดือน

ภาคผนวก ง.
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ปูนซีเมนต์
(Computer Assisted Instruction on Cement)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. กรรมวิธีการผลิตปูนซีเมนต์
 - 1.1 นักศึกษาสามารถอธิบายวิธีการผลิตปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ได้
2. ประเภทของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์
 - 2.1 นักศึกษาสามารถอธิบายความหมายและจำแนกประเภทของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ได้
3. เก็บรักษาปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์
 - 3.1 นักศึกษาสามารถบอกวิธีการเก็บรักษาปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ได้

ภาคผนวก จ.
หนังสือราชการ



คำสั่งคณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ที่ ๒๓๔ / ๒๕๔๔

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและ

เค้าโครงวิทยานิพนธ์ ของนายพชิระ นามวงศ์

เพื่อให้การเรียบเรียงวิทยานิพนธ์ของ นายพชิระ นามวงศ์ เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และมีประสิทธิภาพจึงแต่งตั้งคณะกรรมการเพื่อควบคุมและพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ ดังต่อไปนี้

1. คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

ผศ.ดร.อำนาจ	ตั้งเจริญชัย	ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์
ดร.ผดุงชัย	ภูพัฒน์	ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

2. คณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

ผศ.ดร.เลิศลักษณ์	กลั่นหอม	ประธานกรรมการ
ผศ.ดร.อำนาจ	ตั้งเจริญชัย	กรรมการ
ดร.ผดุงชัย	ภูพัฒน์	กรรมการ
รศ.ดร.สมพร	ไชยะ	กรรมการ
รศ.ดร.สุพิทย์	กาญจนพันธุ์	กรรมการ

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ ๖ กันยายน พ.ศ. ๒๕๔๔

(รองศาสตราจารย์ รวีวรรณ ชินะตระกูล)

คณบดี

๒๓
๒๕๔๔



ที่ ทม 1504/ 0617

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

/3 กุมภาพันธ์ 2545

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้นักศึกษา

เรียน ผู้อำนวยการฝ่ายการตลาดซีเมนต์

ด้วย นายพชิระ นามวงศ์ นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอนอาชีวศึกษา มีความประสงค์จะขอข้อมูล ภาพถ่าย และถ่ายวิดีโอเกี่ยวกับ ประเภทของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ คุณสมบัติของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ สารประกอบและกรรมวิธีการผลิต ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ เพื่อประกอบการจัดเตรียมวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ปูนซีเมนต์”

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาดังกล่าว และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณ มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 7373000 ต่อ 3692

โทรสาร. 3269040



ที่ ทม 1504/ 0617

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

13 กุมภาพันธ์ 2545

เรื่อง ขอกความอนุเคราะห์ให้นักศึกษา

เรียน ผู้อำนวยการฝ่ายการตลาด ทีพีไอ โพลีน

ด้วย นายพชิระ นามวงศ์ นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอนอาชีวศึกษา มีความประสงค์จะขอข้อมูล ถ่ายภาพ และถ่ายวิดีโอเกี่ยวกับ ประเภทของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ คุณสมบัติของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ สารประกอบและกรรมวิธีการผลิต ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ เพื่อประกอบการจัดเตรียมวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ปูนซีเมนต์”

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาดังกล่าว และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณ มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 7373000 ต่อ 3692

โทรสาร. 3269040



ที่ ทม 1504/ 0617

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๑๓ กุมภาพันธ์ 2545

เรื่อง ขอลความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษา

เรียน ผู้อำนวยการฝ่ายการตลาดชลประทานซีเมนต์

ด้วย นายพชิระ นามวงศ์ นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอนอาชีวศึกษา มีความประสงค์จะขอข้อมูล ภาพถ่าย และถ่ายวิดีโอเกี่ยวกับ ประเภทของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ คุณสมบัติของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ สารประกอบและกรรมวิธีการผลิต ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ เพื่อประกอบการจัดเตรียมวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ปูนซีเมนต์”

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษาดังกล่าว และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณ มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ



(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 7373000 ต่อ 3692

โทรสาร. 3269040



ที่ ทม 1504/ 0617

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๙ กุมภาพันธ์ 2545

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้นักศึกษา

เรียน ผู้อำนวยการฝ่ายการตลาดปูนซีเมนต์นครหลวง

ด้วย นายพริระ นามวงศ์ นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอนอาชีวศึกษา มีความประสงค์จะขอข้อมูล ภาพถ่าย และถ่ายวิดีโอเกี่ยวกับ ประเภทของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ คุณสมบัติของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ สารประกอบและกรรมวิธีการผลิต ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ เพื่อประกอบการจัดเตรียมวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ปูนซีเมนต์”

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาดังกล่าว และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณ มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 7373000 ต่อ 3692

โทรสาร. 3269040



ที่ ทม 1504 / 0645

คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๑๕ กุมภาพันธ์ 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์โฆษิต สิตกุลพงษ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นาย พหิระ นามวงศ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
อาชีวศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ปูนซีเมนต์ ”

คณะกรรมการอุดมศึกษาพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่า
เนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจแบบสอบถามของท่านจะช่วยให้เรเก็บ
ข้อมูลการวิจัยของ นาย พหิระ นามวงศ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ตามเห็นสมควรและขอขอบคุณ
เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร.327-1199 , 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร 3269040



ที่ ทม 1504 / 0645

คณะกรรมการอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลูรังกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

15 กุมภาพันธ์ 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์จิตติ ทองณรงค์

สิ่งที่ส่งมาด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นาย พหิระ นามวงศ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
อาชีวศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ปูนซีเมนต์ ”

คณะกรรมการอุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามี
เนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจแบบสอบถามของท่านจะช่วยให้การเก็บ
ข้อมูลการวิจัยของ นาย พหิระ นามวงศ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ตามเห็นสมควรและขอขอบคุณ
เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร.327-1199 , 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร 3269040



ที่ ทม 1504 / 0645

คณะกรรมการอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

จตุรมิตรล่องกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

15 กุมภาพันธ์ 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์ณัฏฐา ศรีอร่าม

สิ่งที่ส่งมาด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านสื่อ เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นาย พชระ นามวงศ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
อาชีวศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ปูนซีเมนต์ ”

คณะกรรมการอุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามี
เนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจแบบสอบถามของท่านจะช่วยให้การเก็บ
ข้อมูลการวิจัยของ นาย พชระ นามวงศ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ตามเห็นสมควรและขอขอบคุณ
เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร.327-1199 , 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร 3269040



ที่ ทม 1504 / 0645

คณะกรรมการอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนพหลโยธิน เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

15 กุมภาพันธ์ 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์สมจิตร เปียสาตร์

สิ่งที่ส่งมาด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นาย พธิระ นามวงศ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
อาชีวศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ปูนซีเมนต์ ”

คณะกรรมการอุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง
ดังกล่าวเป็นอย่างดียิ่ง จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามี
เนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจแบบสอบถามของท่านจะช่วยให้การเก็บ
ข้อมูลการวิจัยของ นาย พธิระ นามวงศ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ตามเห็นสมควรและขอขอบคุณ
เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร.327-1199 , 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร 3269040



ที่ ทม 1504 / 0645

คณะกรรมการอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนนวมินทร์ กรุงเทพมหานคร 10520

กุมภาพันธ์ 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผช.ผอ.บุญเลียง อบแสงทอง

สิ่งที่ส่งมาด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านสื่อ เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นาย พชระ นามวงศ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
 อาชีวศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ปูนซีเมนต์ ”

คณะกรรมการอุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง
 ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามี
 เนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจแบบสอบถามของท่านจะช่วยให้การเก็บ
 ข้อมูลการวิจัยของ นาย พชระ นามวงศ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ตามเห็นสมควรและขอขอบคุณ
 เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร.327-1199 , 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร 3269040



ที่ ทม 1504 . 0705

คณะกรรมการอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

2๐ กุมภาพันธ์ 2545

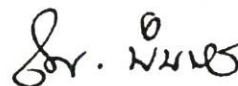
เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาทำการทดลองสอนเพื่อการวิจัย

เรียน ท่านผู้รับใบอนุญาตโรงเรียนเทคโนโลยีชนะพลจันทร์

ด้วย นาย พชระ นามวงศ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอนอาชีวศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " บทเรียน
คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ปูนซีเมนต์ " คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม จึงขอความกรุณาท่านได้
โปรดอนุญาตให้นักศึกษาทำการทดลองสอน ในวันที่ 28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2545 เวลา 13.00 น.

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่าน
มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ



(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 0-2326-9040.0-2737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร 3269040

ภาคผนวก ฉ.
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการผลิตสื่อ CAI

1. ผช. ผอ. บุญเลี้ยง อบแสงทอง
ผู้ช่วยผู้อำนวยการระดับ 7 วิทยาลัยเทคนิคคูสิต
2. อาจารย์ โนมิต สิตกุลพงษ์
อาจารย์ 2 ระดับ 6 แผนกวิชาช่างก่อสร้าง วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี
3. อาจารย์ ณีฐธา ศรีอร่าม
อาจารย์ แผนกวิชา คอมพิวเตอร์ธุรกิจ โรงเรียนเทคโนโลยีชนะพลจันทร์

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

1. อาจารย์วัชรินทร์ เล็บครุฑ
อาจารย์ 2 ระดับ 7 แผนกวิชาช่างก่อสร้าง วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี
2. อาจารย์ จิตติ ทองณรงค์
อาจารย์ แผนกวิชา ช่างก่อสร้าง โรงเรียนเทคโนโลยีชนะพลจันทร์
2. อาจารย์ สมจิตร เปี้ยศาสตร์
อาจารย์ 2 ระดับ 7 แผนกวิชาช่างก่อสร้าง วิทยาลัยเทคนิคคูสิต

ภาคผนวก ช.
แบบประเมินสื่อและผลการประเมินด้านเนื้อหา
และด้านการผลิตสื่อ CAI

ตารางที่ ข1 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหา

หัวข้อการประเมิน	คะแนนจากผู้ทรงคุณวุฒิ			\bar{X}	ความหมาย
เนื้อหา					
1.1 เนื้อหา มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	5	5	4	4.67	ดีมาก
1.2 การแบ่งเนื้อหาของบทเรียน	4	4	5	4.33	ดี
1.3 ความถูกต้องของเนื้อหา	5	4	5	4.67	ดีมาก
1.4 ความถูกต้องในการลำดับเนื้อหา	4	5	4	4.33	ดี
1.5 ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละขั้นตอน	4	4	5	4.33	ดี
1.6 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	4	4	4	4.00	ดี
คำบรรยายประกอบภาพที่ใช้					
2.1 ความถูกต้องของภาพที่ใช้	4	5	4	4.33	ดี
2.2 ความถูกต้องของคำบรรยายที่ใช้	4	5	4	4.33	ดี
2.3 ความสอดคล้องระหว่างภาพกับคำบรรยาย	5	4	4	4.33	ดี
2.4 ความเหมาะสมของเสียงที่ใช้	4	4	4	4.00	ดี
ระยะเวลาการนำเสนอบทเรียน					
3.1 ความเหมาะสมของเนื้อหาทั้งหมดกับเวลา	4	4	4	4.00	ดี
3.2 ความเหมาะสมของการนำเสนอแต่ละหน้า	5	4	5	4.67	ดีมาก
3.3 ความเหมาะสมของเวลาที่ใช้นำเสนอ	4	5	4	4.33	ดี
ข้อสอบ					
4.1 ความเหมาะสมของข้อสอบกับเนื้อหาทั้งหมด	5	4	5	4.67	ดีมาก
4.2 ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	5	4	4	4.33	ดี
				4.35	ดี

จากตารางที่ ข1 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหา ของผู้ทรงคุณวุฒิพบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.35 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ปูนซีเมนต์ ที่พัฒนาขึ้นในด้านของเนื้อหาที่นำมาสร้างทดลองจนแบบทดสอบที่มีอยู่ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความถูกต้องและมีความเหมาะสมอีกทั้งยังเป็นไปตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ตั้งไว้ โดยภาพรวมแล้วอยู่ในระดับดี

ตารางที่ ข2 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินสื่อการสอนด้านการผลิตสื่อ CAI

หัวข้อการประเมิน	คะแนนจากผู้ทรงคุณวุฒิ			X	ความหมาย
1. ขั้นตอนการนำเสนอ					
1.1 ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่บทเรียน	5	4	5	4.67	ดีมาก
1.4 ความเหมาะสมของวิธีการนำเสนอ	4	5	5	4.67	ดีมาก
1.5 จัดบทเรียนเป็นลำดับชัดเจนเข้าใจง่าย	5	4	4	4.33	ดี
2. คำบรรยายประกอบภาพที่ใช้					
2.1 ความเหมาะสมของภาพในการสื่อความหมาย	5	4	5	4.67	ดีมาก
2.2 ความเหมาะสมของภาพที่นำมาใช้	4	5	5	4.67	ดีมาก
2.3 ความเหมาะสมของเสียงบรรยาย	4	4	4	4.00	ดี
2.4 ความเหมาะสมของเสียงประกอบ	4	5	4	4.33	ดี
2.5 ความเหมาะสมของเสียงบรรยายกับเสียงประกอบ	5	4	4	4.33	ดี
3. กราฟฟิก					
3.1 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษรและความชัดเจน	4	5	4	4.33	ดี
3.2 ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	5	4	5	4.67	ดีมาก
3.3 ความเหมาะสมของภาพเคลื่อนไหว	5	5	4	4.67	ดีมาก
3.4 การออกแบบจอภาพได้อย่างน่าสนใจ	5	5	5	5.00	ดีมาก
4. ระยะเวลาการนำเสนอบทเรียน					
4.1 การดำเนินบทเรียนเป็นไปด้วยความกระชับ	5	4	4	4.33	ดี
4.2 ความเหมาะสมของการนำเสนอแต่ละหน้า	5	4	5	4.67	ดีมาก
4.3 ความเหมาะสมของเวลาที่ใช้นำเสนอบทเรียน	4	4	4	4.00	ดี
5. การประเมินผล					
5.1 มีการประเมินผลที่เหมาะสมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	5	5	4	4.67	ดีมาก
5.2 มีการบันทึกผลการเรียนและผลการตอบสนองต่อบทเรียน	5	5	5	5.00	ดีมาก
				4.53	ดีมาก

จากตารางที่ ข2 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินสื่อการสอนด้านการผลิตสื่อ CAI ของผู้ทรงคุณวุฒิพบว่ามีความเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ปูนซีเมนต์ที่พัฒนาขึ้นในด้านของการผลิตสื่อ CAI มีการนำเสนอภาพและเสียงคำบรรยาย กราฟฟิค ตลอดจนระยะเวลาในการนำเสนอบทเรียนและการประเมินผลบทเรียนที่มีอยู่ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความเหมาะสม โดยภาพรวมแล้วอยู่ในระดับดีมาก

แบบประเมินสื่อการเรียนการสอน (ด้านเนื้อหา)
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ปูนซีเมนต์
(COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON CEMENT)

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ลงในช่องคะแนนตามความคิดเห็น

หัวข้อการประเมิน	ความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
1. เนื้อหา					
1.1 เนื้อหา มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์					
1.2 การแบ่งเนื้อหาของบทเรียน					
1.3 ความถูกต้องของเนื้อหา					
1.4 ความถูกต้องในการลำดับเนื้อหา					
1.5 ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละขั้นตอน					
1.6 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา					
2. คำบรรยายประกอบภาพที่ใช้					
2.1 ความถูกต้องของภาพที่ใช้					
2.2 ความถูกต้องของคำบรรยายที่ใช้					
2.3 ความสอดคล้องระหว่างภาพกับคำบรรยาย					
2.4 ความเหมาะสมของเสียงที่ใช้					
3. ระยะเวลาการนำเสนอบทเรียน					
3.1 ความเหมาะสมของเนื้อหาทั้งหมดกับเวลา					
3.2 ความเหมาะสมของการนำเสนอเนื้อหา แต่ละหน้า					
3.3 ความเหมาะสมของเวลาที่ใช้นำเสนอ บทเรียน					
4. ข้อสอบ					
4.1 ความเหมาะสมของข้อสอบกับเนื้อหา ทั้งหมด					
4.2 ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ วัตถุประสงค์					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง.....

แบบประเมินสื่อการเรียนการสอน (ด้านการผลิตสื่อ CAI)
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ปูนซีเมนต์
(COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON CEMENT)

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ลงในช่องคะแนนตามความคิดเห็น

หัวข้อการประเมิน	ความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
1. ขั้นตอนการนำเสนอ					
1.1 ความเหมาะสมของวิธีการนำเสนอ					
1.2 ความเหมาะสมของวิธีการนำเสนอ					
1.3 จัดบทเรียนเป็นลำดับชัดเจนผู้เรียนเข้าใจง่าย					
2. คำบรรยายประกอบภาพ					
2.1 ความเหมาะสมของภาพในการสื่อความหมาย					
2.2 ความเหมาะสมของภาพที่นำมาใช้					
2.3 ความเหมาะสมของเสียงบรรยาย					
2.4 ความเหมาะสมของเสียงประกอบ					
2.5 ความเหมาะสมของเสียงบรรยายกับเสียงประกอบ					
3. กราฟฟิก					
3.1 ความเหมาะสมของขนาดของตัวอักษรและ ความชัดเจน					
3.2 ความเหมาะสมของสีของตัวอักษร					
3.3 ความเหมาะสมของภาพเคลื่อนไหว					
3.4 การออกแบบจอภาพได้อย่างเหมาะสมน่าสนใจ					
4. ระยะเวลาการนำเสนอบทเรียน					
4.1 การดำเนินบทเรียนเป็นไปด้วยความกระชับ					
4.2 ความเหมาะสมของการนำเสนอเนื้อหาแต่ละหน้า					
4.3 ความเหมาะสมของเวลาที่ใช้นำเสนอบทเรียน					
5. การประเมินผล					
5.1 มีการประเมินผลที่เหมาะสม สอดคล้องกับ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม					
5.2 มีการบันทึกผลการเรียนและผลการตอบสนอง ต่อบทเรียน					

ข้อเสนอแนะ

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

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

ตำแหน่ง.....

ภาคผนวก ซ.

คะแนนจากการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ตารางที่ ซ1 คะแนนจากการทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
โดยการทดลองเป็นกลุ่มใหญ่

จำนวน ผู้เรียน	แบบฝึกหัด				ทดสอบ หลังเรียน 30 คะแนน
	หน่วยที่ 1 10 คะแนน	หน่วยที่ 2 5 คะแนน	หน่วยที่ 3 5 คะแนน	รวม 20คะแนน	
1	10	5	5	20	28.50
2	8	5	4	16	28.50
3	8	5	5	18	25.50
4	7	4	5	16	25.50
5	10	4	5	19	27
6	9	5	5	19	28.50
7	8	4	5	17	25.50
8	8	4	5	17	27
9	9	5	5	19	25.50
10	9	5	4	18	27
11	7	3	5	15	25.50
12	8	5	5	18	24
13	9	4	5	18	24
14	8	4	5	17	24
15	10	5	5	20	30
16	9	5	5	19	25.50
17	9	4	5	18	27
18	8	5	5	18	24
19	8	3	5	16	25.50
20	9	4	4	17	27

จากตารางที่ ซ1 พบว่า จากการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยการทดลอง
เป็นกลุ่มใหญ่มีค่าประสิทธิภาพตามกระบวนการ E_1 เท่ากับ 88.75 และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์
 E_2 เท่ากับ 87.50

ภาคผนวก ณ.

ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตารางที่ ๓1 ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.33	0.65
2	0.42	0.52
3	0.52	0.55
4	0.32	0.45
5	0.41	0.68
6	0.74	0.36
7	0.73	0.66
8	0.68	0.66
9	0.52	0.35
10	0.53	0.33
11	0.65	0.36
12	0.35	0.44
13	0.67	0.46
14	0.72	0.58
15	0.68	0.36
16	0.44	0.67
17	0.72	0.55
18	0.70	0.38
19	0.48	0.33
20	0.56	0.68

จากตารางที่ ๓1 พบว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง 0.32-0.74 ค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.33-0.68 และผลการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder Richardson ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.86

ภาคผนวก ญ.
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชา คอนกรีตเทคโนโลยี
เรื่อง ปูนซีเมนต์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชา คณิตเทคโนโลยี
เรื่อง ปูนซีเมนต์

1. ปูนเม็ดที่ได้จากการเผาจะถูกนำมาผสมกับวัสดุใดเพื่อช่วยให้ปูนซีเมนต์แข็งตัวในระยะเวลาที่เหมาะสม

ก. ยิปซั่ม	ข. แร่เหล็ก
ค. ฟอสฟอรัส	ง. แมกนีเซียมออกไซด์
2. ฝุ่นที่บดได้จากหม้อบดวัสดุจะถูกส่งไปผสมกันอีกครั้งที่ไหน

ก. หม้อบดปูนซีเมนต์	ข. เครื่องบรรจุปูนถุง
ค. ไซโลผสม	ง. ไซโลเก็บปูนซีเมนต์
3. หออบความร้อนมีหน้าที่ทำอะไร

ก. ทำให้วัสดุแข็งตัว	ข. อุณหภูมิให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น
ค. บ่มวัสดุ	ง. ข่อยสลายวัสดุบางส่วนเกิน
4. ปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ประเภทใดมีคุณสมบัติทนซัลเฟตสูง

ก. 2	ข. 3
ค. 4	ง. 5
5. ในการก่อสร้างเขื่อนขนาดใหญ่ควรเลือกใช้ปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ประเภทใด

ก. 2	ข. 3
ค. 4	ง. 5
6. สมาคมทดสอบวัสดุอเมริกันและสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้แบ่งปูนซีเมนต์ออกเป็นกี่ประเภท

ก. 3	ข. 4
ค. 5	ง. 6
7. ปูนซีเมนต์ในประเทศไทยที่บรรจุอยู่ในถุงจะมีเนื้อปูนจริงหนักกี่กิโลกรัม

ก. 20 กิโลกรัม	ข. 30 กิโลกรัม
ค. 40 กิโลกรัม	ง. 50 กิโลกรัม
8. ปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 เรียกว่าอะไร

ก. ปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ความร้อนต่ำ	ข. ปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ทนซัลเฟตสูง
ค. ปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ธรรมดา	ง. ปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์แข็งตัวเร็ว

ภาคผนวก ก.
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

**บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ปูนซีเมนต์
(Computer Assisted Instruction on Cement)**

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นจาก โปรแกรม Macromedia Authoware 6.0 และ โปรแกรม Macromedia Flash 5.0 ได้จัดเก็บอยู่ในรูปแบบของ CD-ROM โดยมีขั้นตอนการใช้งานดังนี้

1. Add Font ที่แนบมาในแผ่น CD-ROM ลงเครื่องคอมพิวเตอร์
2. ดับเบิ้ลคลิกไฟล์ชื่อ CAI
3. ดำเนินการตามขั้นตอนในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ประวัติผู้เขียน

นาย พชิระ นามวงศ์ เกิดเมื่อวันที่ 10 มกราคม 2521 ที่จังหวัดกรุงเทพฯ ปีการศึกษา 2542 สำเร็จการศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพครูเทคนิคชั้นสูง (ปทส.) สาขาวิชา ช่างโยธา-ก่อสร้าง จากวิทยาลัยเทคนิคคูสิตและในปีการศึกษา 2543 ได้เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโท คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชาหลักสูตรและการสอนอาชีวศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จนได้สำเร็จการศึกษาในระดับ มหาบัณฑิต ในปีการศึกษา 2545