



## รายงานผลการวิจัย

เรื่อง

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต  
เรื่อง ระบบนิเวศ จากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

The Study of Achievement in Science for Quality  
of Life on Ecosystem through CAI

โดย

นายวิสุทธิ์ ตรีเงิน

มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์  
รายงานการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัย

2546

ชื่อเรื่อง : การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต เรื่อง  
ระบบนิเวศ จากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผู้วิจัย : นายวิสุทธิ์ ตรีเงิน

สถาบัน : มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

ปีที่พิมพ์ : 2547

สถานที่พิมพ์: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

แหล่งที่เก็บรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ จำนวนหน้างานวิจัย 79 หน้า

: หอสมุดและสารสนเทศ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

ลิขสิทธิ์ : สงวนลิขสิทธิ์

### บทคัดย่อ

รายงานการวิจัยเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต เรื่อง ระบบนิเวศ จากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนแบบปกติโดยครู และความคิดเห็นของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือนักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาการท่องเที่ยวและการโรงแรม คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 จำนวน 118 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม แล้วสุ่มอย่างง่ายด้วยการจับสลากอีกครั้งหนึ่ง เพื่อแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบประเมินติดตามผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้สถิติ t-test ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### ผลการศึกษาพบว่า

1. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังการทดลอง สูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังการทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. นักศึกษากลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความคิดเห็นที่ดีและเห็นด้วยกับการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในชั้นเรียน

Title : The Study of Achievement in Science for Quality of Life on Ecosystem through CAI

Researcher : Mr. Wisut Treengoen

Institution : Dhurakijpundit University

Year of Publication : 2004

Publisher : Dhurakijpundit University

Sources : Dhurakijpundit University

No. of page 79 page

Copy right : All right Reserved

### **Abstract**

Research report of the Study of Achievement in Science for Quality of Life on Ecosystem through CAI was a quasi-experimental research. This research was conducted to compare learning achievement through CAI with controlled learning and to study students' opinion on CAI. The samples, 118 first year Hotel and Tourism student of second semester in academic year 2003, were selected by cluster random sampling method. Then the names of the sample were drawn to be experimented and control groups. The instruments use to collect data were CAI on ecosystem, learning achievement test and preference opinionative.

### **The study findings were:**

1. The learning achievement scores of both experimented and controlled groups after experimenting were higher than previous score at the .05 level of significance.
2. The learning achievement scores after experimenting of both experimented and control group were not different at the .05 level of significance.
3. The experimented group learning through CAI preferred and agreed to conduct CAI in class.

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือจากหลาย ๆ ฝ่าย ผู้วิจัยขอกราบ  
ขอบพระคุณมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตฯ ที่ได้กรุณาให้ทุนสนับสนุนในการวิจัยครั้งนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ทรงคุณวุฒิ ดร.พิมพ์ใจ ภีบาลสุข ผู้อำนวยการ  
ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตฯ ที่ได้ให้ความกรุณาในการ  
แนะนำ ข้อคิดเห็นและตรวจแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่  
แผนกผลิตสื่อมัลติมีเดีย คุณธีระยุทธ นนทะสร คุณรัตนา วัจนัยกุล คุณพิชิตพล ชื่นชม  
คุณปริญญา คล้ายเจริญ ตลอดจน เจ้าหน้าที่แผนกสื่อโสตทัศนูปกรณ์

ขอขอบพระคุณอาจารย์สิริลักษณ์ หุ่นศรีงาม ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการ  
บันทึกเสียง อาจารย์มณฑล อนันตรศิริชัย อาจารย์วันเพ็ญ เขียนเอี่ยม อาจารย์จุฑารัตน์  
มาลากรณ์ ที่ได้ให้ความกรุณาให้ข้อเสนอแนะ ขอขอบใจนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปี  
ที่ 1 สาขานิติศาสตร์ และสาขาการท่องเที่ยวและการโรงแรม ที่ให้ความร่วมมือด้วยดี  
ตลอด

วิสุทธิ์ ตรีเงิน

มิถุนายน 2547

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
บทที่ 1 บทนำ	ซ
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
สมมติฐานการวิจัย	3
ขอบเขตของการวิจัย	3
ข้อจำกัดของการวิจัย	3
นิยามตัวแปร	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
คอมพิวเตอร์ช่วยสอน	6
ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	7
ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	8
ลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	11
การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	19
ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	22
ข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	28
การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	29
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	33
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย	36
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	36
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	36
การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	37

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
การสร้างแบบทดสอบ	38
แบบประเมินติดตามผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	39
การเก็บรวบรวมข้อมูล	40
การวิเคราะห์ข้อมูล	40
บทที่ 4 ผลการวิจัย	43
ผลการวิจัย	43
ข้อวิจารณ์	51
บทที่ 5 สรุป ผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ	54
สรุปผลการวิจัย	54
ผลการวิจัย	56
ข้อเสนอแนะ	56
บรรณานุกรม	58
ภาคผนวก	61
ภาคผนวก ก ข้อมูลการทดลอง	62
ภาคผนวก ข โครงสร้างของบทเรียน	66
ภาคผนวก ค ข้อเสนอแนะการใช้โปรแกรม	68
ภาคผนวก ง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต เรื่อง ระบบนิเวศ	71
ภาคผนวก จ คะแนนผลสัมฤทธิ์ผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต เรื่อง ระบบนิเวศกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง	77

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ชั้นหนึ่งต่อหนึ่ง	44
2 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ชั้นหนึ่งต่อสิบ	45
3 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ชั้นหนึ่งต่อร้อย	46
4 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบก่อน และหลังทดลองของนักศึกษาในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	47
5 เปรียบเทียบความแตกต่าง ค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบก่อน การทดลองระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	48
6 เปรียบเทียบความแตกต่าง ค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบหลัง การทดลองระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	48
7 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความเหมาะสม ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	50

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 แสดงผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างง่าย	6
2 แสดงผังโครงสร้างบทเรียนบทเรียนชนิดโปรแกรมการสอนเนื้อหารายละเอียด	8
3 แสดงผังโครงสร้างบทเรียนบทเรียนชนิดโปรแกรมการฝึกทักษะ	8
4 แสดงผังโครงสร้างบทเรียนชนิดโปรแกรมจำลองสถานการณ์	9
5 แสดงผังโครงสร้างบทเรียนชนิดโปรแกรมเกมการศึกษา	9
6 แสดงผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนลักษณะเส้นตรง	12
7 แสดงผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนลักษณะสาขา	12
8 แสดงผังโครงสร้างแฟ้มแบบย้อนกลับ	13
9 แสดงผังโครงสร้างแฟ้มแบบทดสอบก่อนข้ามกรอบ	14
10 แสดงผังโครงสร้างแฟ้มแบบข้ามกรอบและย้อนกลับ	14
11 แสดงผังโครงสร้างแฟ้มแบบหลายเส้นทางเดิน	15
12 แสดงผังโครงสร้างแฟ้มแบบมีกรอบซ่อมเสริมเดียว	15
13 แสดงผังโครงสร้างแฟ้มแบบมีห่วงกรอบซ่อมเสริม	16
14 แสดงผังโครงสร้างแฟ้มแบบกรอบซ่อมเสริมหลายกิ่ง	16
15 แสดงผังโครงสร้างแฟ้มแบบแตกกิ่งคู่	17
16 แสดงผังโครงสร้างแฟ้มแบบกิ่งประกอบ	18
17 แสดงผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	19



## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อมและชีวิตความเป็นอยู่ของบุคคล โดยจะส่งผลให้คนในสังคมต้องแสวงหาความรู้เพื่อให้ก้าวทันต่อการเปลี่ยนแปลง ดังนั้นในการจัดการศึกษาเพื่อรองรับความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รัฐบาลจึงได้กำหนดนโยบายการศึกษาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังเช่น พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 หมวด 4 มาตรา 23 ได้กำหนดว่า การจัดการศึกษาทั้งการศึกษาในระบบ การศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย ต้องเน้นความสำคัญทั้งความรู้ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้ และบูรณาการตามความเหมาะสมของแต่ละระดับการศึกษาในเรื่องของความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งความรู้ความเข้าใจและประสบการณ์เรื่องการจัดการ การบำรุงรักษาและการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุลยั่งยืน

ปัจจุบันการจัดการศึกษาและการเรียนการสอน ได้ให้ความสำคัญกับกระบวนการแสวงหาความรู้ด้วยตัวเองผู้เรียนมากขึ้น ในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 หมวด 3 มาตรา 15 ข้อ 3 กล่าวว่า การศึกษาตามอัธยาศัย เป็นการศึกษาที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง ตามความสนใจ ศักยภาพ ความพร้อม และโอกาส โดยศึกษาจากบุคคล ประสบการณ์ สังคม สภาพแวดล้อม สื่อหรือแหล่งความรู้อื่น ๆ และการเรียนรู้ด้วยตนเองจะเป็นไปลักษณะที่ใช้เทคโนโลยีเป็น Self - Learning และ Interactive Learning (คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2537 : 87) ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้สอนจะต้องจัดหาสื่อ อุปกรณ์ที่มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพ เพราะสื่อจะช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกคิด ฝึกวิเคราะห์ สังเกต ค้นคว้า หาเหตุผลอย่างเป็นระบบ และสื่อที่เข้ามามีบทบาทมากที่สุดในยุคเทคโนโลยีสารสนเทศคือคอมพิวเตอร์ ซึ่งตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 เป็นต้นมา เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตของมนุษย์อย่างแยกไม่ออก โดยสถานศึกษาระดับต่าง ๆ ได้นำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นสื่อ หรืออุปกรณ์ช่วยในการเรียนการสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction) หรือ CAI เป็นสื่อที่ให้นักการศึกษาให้ความสนใจ เนื่องจากช่วยให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ยิ่งเพราะคอมพิวเตอร์ช่วยสอนใช้หลักการความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้เร็วหรือช้าตามความสามารถของผู้เรียน ช่วยเพิ่มแรงจูงใจ และความสนใจของผู้เรียน

จากคุณสมบัติเฉพาะตัวของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งจะทำให้บทเรียนน่าสนใจมากขึ้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อเป็นสื่อที่น่าสนใจ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ผลพลอยได้จะช่วยพัฒนาเยาวชนของชาติให้มีศักยภาพมากขึ้น และให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นอกจากนั้นยังทำให้เนื้อหาวิชาน่าสนใจมากขึ้น ทำให้ประหยัดเวลาในการเรียนการสอน

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังต้องการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาตลอดจนความคิดเห็นของนักศึกษาต่อการเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าจะแตกต่างจากการเรียนโดยไม่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างไร

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

จากการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นได้กำหนดวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนแบบปกติโดยครู ในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต เรื่อง ระบบนิเวศ
2. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษาการเรียนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

## สมมติฐานการวิจัย

จากการค้นคว้าเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผู้วิจัยได้กำหนดสมมติฐานดังนี้

1. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต เรื่องระบบนิเวศ ของนักศึกษาในกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแตกต่างจากนักศึกษาในกลุ่มที่เรียนแบบปกติโดยครู

2. นักศึกษาในกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบนิเวศ มีความคิดเห็นว่าการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความเหมาะสมในระดับมาก

## ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยไว้ดังนี้

1. กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาการท่องเที่ยวและการโรงแรม คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา วิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต จำนวน 2 กลุ่ม โดยให้กลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มทดลอง อีกกลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม

### 2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรต้น (Independent variable) คือวิธีการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและการสอนแบบปกติโดยครู

2.2 ตัวแปรตาม (Dependent veritable) คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิตเรื่อง ระบบนิเวศ

## ข้อจำกัดของการวิจัย

- จำกัดเวลาเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้เวลาเรียน 3 ชั่วโมง
- การวิจัยครั้งนี้ศึกษาเฉพาะผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดเห็นของนักศึกษาหลังจากเรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยไม่คำนึงถึงความแตกต่างพื้นฐานทางครอบครัว เพศ และอายุของผู้เรียน

## นิยามตัวแปร

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงคะแนนที่นักศึกษาได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนิชาวิทยาาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต เรื่อง ระบบนิเวศ
2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง บทเรียนโปรแกรมชนิดสาขา (Branching Program) เรื่องระบบนิเวศ ซึ่งสร้างขึ้นสำหรับนักศึกษากลุ่มทดลองใช้เรียน
3. ประสิทธิภาพของบทเรียน หมายถึงคุณภาพของบทเรียน เมื่อผู้เรียนเรียนแล้วตอบคำถามได้มากที่สุดโดยกำหนดเกณฑ์ร้อยละ 90
4. นักศึกษา หมายถึง นักศึกษาที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2546 สาขาการท่องเที่ยวและการโรงแรม คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต
5. กลุ่มทดลอง หมายถึง นักศึกษาที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
6. กลุ่มควบคุม หมายถึง นักศึกษาที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยวิธีการบรรยายในห้องเรียนตามปกติ
7. แบบถามความคิดเห็น หมายถึง แบบถามความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบนิเวศสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา
2. ได้แนวทางในการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนนิชาวิทยาาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ สามารถสรุปหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยได้ดังนี้

#### 1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

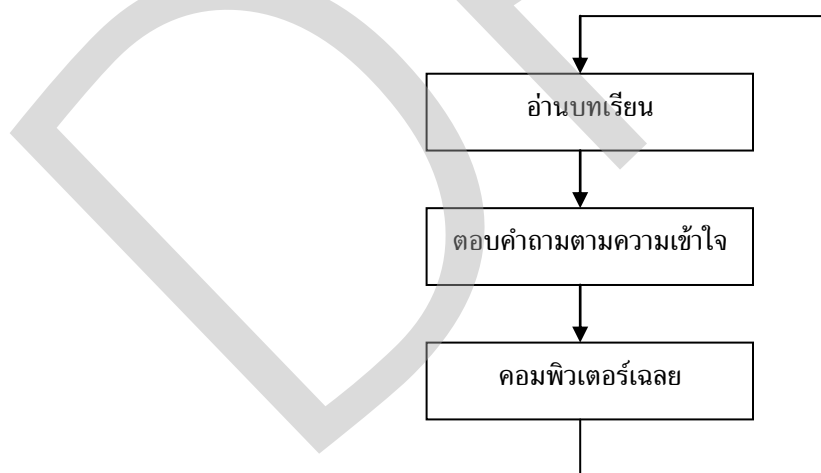
- 1.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 1.2 ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 1.3 ลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 1.4 การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระดับอุดมศึกษา
- 1.5 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 1.6 ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 1.7 ข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

#### 2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือที่นิยมเรียกกันสั้น ๆ ว่า CAI (Computer - Assisted Instruction) เป็นอีกรูปแบบหนึ่งของบทเรียนสำเร็จรูป โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวกลางแทนสิ่งพิมพ์หรือสื่อประเภทอื่นๆ ปัจจุบันมีผู้สนใจศึกษาและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกันเป็นอย่างมาก ตั้งแต่ระดับโรงเรียนจนถึงระดับมหาวิทยาลัย ตลอดจนหน่วยงานต่าง ๆ บริษัทคอมพิวเตอร์หลายแห่งได้มีการลงทุนพัฒนาในเรื่องนี้ นอกจากนี้ยังมีผลงานวิจัยอีกจำนวนมากที่ทำการศึกษาวิจัย และพัฒนาเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

นักการศึกษาพยายามที่จะนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน (Instructional Computing Material) สำหรับการจัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้วยคอมพิวเตอร์นั้นส่วนใหญ่จะเน้นที่การจัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI Software) ทำงานโดยใช้โปรแกรมควบคุม ทำให้คอมพิวเตอร์สามารถเป็นสื่อการสอนที่มีความยืดหยุ่นมากกว่าสื่อการสอนประเภทอื่นๆ การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีลักษณะใกล้เคียงกับการพัฒนาสื่อการสอนทั่วไป คือ มีขั้นตอนในการพัฒนาเพื่อให้ผลงานที่ได้ตรงกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ สำหรับรูปแบบการสร้างบทเรียนง่ายๆ ได้แก่ รูปแบบการกำหนดบทเรียน แบบฝึกหัดและปฏิบัติ (ยีน และประภาส อ่างโน ประเสริฐ เลิศชนันต์, 2540) รูปแบบดังกล่าวมีแผนผัง ดังนี้



ภาพที่ 1 แสดงผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างง่าย  
ที่มา : ยีน และประภาส (อ่างโน ประเสริฐ : 2540)

## ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือนิยมเรียกกันว่า CAI เป็นคำย่อมาจาก Computer Assisted Instructions CAI เป็นซอฟต์แวร์ทางการศึกษา (Educational Software) ชนิดหนึ่ง นักการศึกษาและผู้เชี่ยวชาญได้ให้ความหมายคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้หลายความหมาย ดังนี้

1. ยีน ภูววรรณ (2531:121) ให้ความหมายคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้นำเนื้อหาวิชาและลำดับวิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ คอมพิวเตอร์จะช่วยนำบทเรียนที่เตรียมไว้อย่างเป็นระบบ มาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนแต่ละคน

2. วสันต์ อดิศักดิ์ (2538:51) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นกระบวนการเรียนการสอนที่เกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์โดยผู้เรียนศึกษาเนื้อหาของบทเรียนที่ออกแบบไว้อย่างดี ที่นำเสนอผ่านจอ ซึ่งเนื้อหานี้อาจจะเสนอด้วยตัวอักษร กราฟิก ภาพเคลื่อนไหว เสียง หรือร่วมกับสื่ออื่น เช่น สไลด์ เทปโทรทัศน์ แผ่นบันทึกภาพ ฯลฯ จากนั้นผู้เรียนจะสนองตอบเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้โดยมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม ทำแบบฝึกปฏิบัติหรือกระบวนการอื่น ๆ ที่ออกแบบไว้ โดยผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่น คีย์บอร์ด เมาส์ ไลท์เพ็น ทช์บอร์ด หรือทัชสกรีน จากนั้นคอมพิวเตอร์จะพิจารณาตอบสนอง และแตกแขนงไปสู่จุดต่าง ๆ ว่าจะไปสู่หัวเรื่องหรือการซ่อมเสริมเพื่อต่อยอดการเรียนรู้

3. บุญชาติ ทัพพิกรณ์ (2540:2) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหมายถึงการนำเนื้อหา บทเรียนมาจัดเรียงลำดับอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เหมาะสมต่อการเรียนรู้ผู้เรียนตามหลักจิตวิทยา การมีปฏิสัมพันธ์แบบการกระตุ้น และการตอบสนอง โดยคอมพิวเตอร์มีบทบาทเป็นสื่อกลางในการนำเสนอ และเป็นเครื่องมือในการสร้างบทเรียน

4. กนก จันทรทอง (2544:67) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนคือการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเสนอบทเรียนที่นำมาใช้ในการสอนเสริมการสอนในชั้นเรียน หรือสอนแทนครูผู้สอน และผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในการทบทวนเนื้อหาที่เรียนมาแล้วในชั้นเรียน

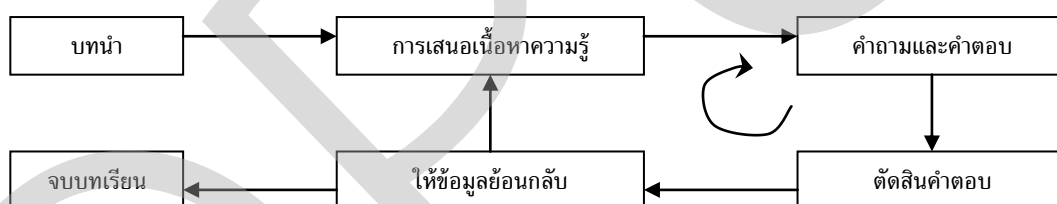
5. ไพศาล หุ่นแก้ว (2544:37) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นด้วยภาษาคอมพิวเตอร์หรือภาษาคอมพิวเตอร์เฉพาะตัว (Authoring Languages) เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้

เนื้อหาวิชาด้วยการเห็น การฟัง การสัมผัส และการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับบทเรียน  
เหมือนผู้เรียนได้สัมผัสกับผู้สอนจริง

### ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

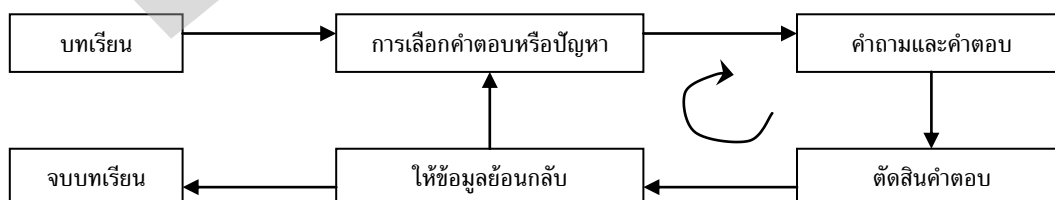
การแบ่งประเภทของ CAI แบ่งได้หลายแบบ เช่น แบ่งตามลักษณะของการใช้งาน แบ่งตามระดับความฉลาด อำนวย เดชชัยศรี (2542:112 - 117) ได้แบ่งประเภทของ CAI ตามลักษณะของการใช้งานได้ 4 ประเภท คือ

1. บทเรียนชนิดใช้โปรแกรมการสอนเนื้อหารายละเอียด (Tutorial Instruction) บทเรียนนี้จะมีลักษณะเป็นกิจกรรมเสนอเนื้อหา โดยจะเริ่มจากบทนำซึ่งเป็นการกำหนดจุดประสงค์ของบทเรียนหลังจากนั้นเสนอเนื้อหาโดยให้ความรู้แก่ผู้เรียนตามที่ผู้ออกแบบบทเรียนกำหนดไว้และมีคำถามเพื่อให้ผู้เรียนตอบโปรแกรมในบทเรียนจะประเมินผลคำตอบของผู้เรียนทันที ซึ่งการทำงานของโปรแกรมจะมีลักษณะวนซ้ำ เพื่อให้ข้อมูลย้อนกลับจนจบบทเรียนดังแผนภูมิ



ภาพที่ 2 แสดงผังโครงสร้างบทเรียนชนิดโปรแกรมการสอนเนื้อหาละเอียด  
ที่มา : อำนวย, 2542 : 112 - 117

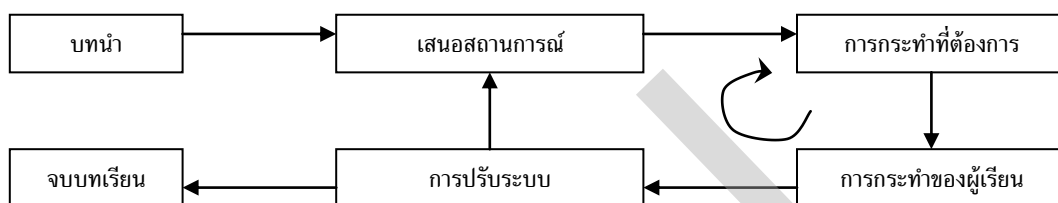
2. บทเรียนชนิดโปรแกรมการฝึกทักษะ (Drill and Practice) บทเรียนชนิดนี้จะมีลักษณะให้ผู้เรียนฝึกทักษะหรือฝึกปฏิบัติเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ ดังแผนภูมิ



ภาพที่ 3 แสดงผังโครงสร้างบทเรียนชนิดโปรแกรมการฝึกทักษะ  
ที่มา : อำนวย, 2542 : 112 - 117

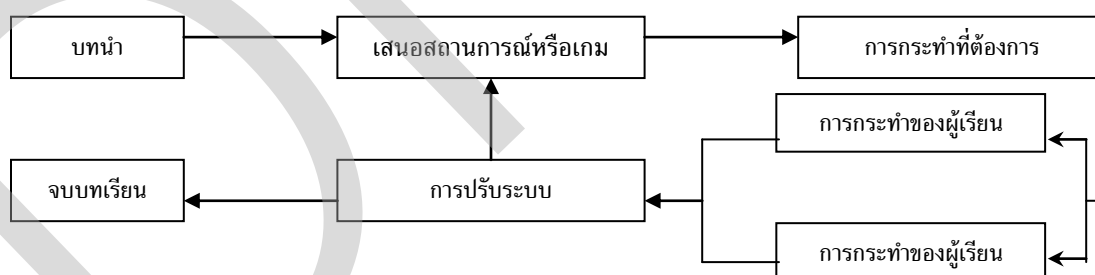


3. บทเรียนชนิดโปรแกรมจำลองสถานการณ์ (Simulation) มีลักษณะเป็นแบบจำลองเพื่อฝึกทักษะและการเรียนรู้ใกล้เคียงกับความจริง ผู้เรียนไม่ต้องเสี่ยงภัย และเสียค่าใช้จ่ายน้อย ดังแผนภูมิ



ภาพที่ 4 แสดงผังโครงสร้างบทเรียนชนิดโปรแกรมจำลองสถานการณ์  
ที่มา : อำนวย,2542 : 112 - 117

4. บทเรียนชนิดโปรแกรมเกมการศึกษา (Education Game) มีลักษณะเป็นการกำหนดเหตุการณ์ วิธีการและกฎเกณฑ์ให้ผู้เรียนเลือกเล่นและแข่งขัน การเล่นเกมจะเล่นคนเดียวหรือหลายคนก็ได้ การแข่งขันโดยการเล่นเกม จะช่วยกระตุ้นให้ผู้เล่นมีการติดตามถ้าหากเกมดังกล่าวมีความรู้สอดแทรกก็จะเป็นประโยชน์ดีมาก แต่การออกแบบบทเรียนชนิดเกมศึกษาค่อนข้างทำได้ยากดังแผนภูมิ



ภาพที่ 5 แสดงผังโครงสร้างบทเรียนชนิดโปรแกรมเกมการศึกษา  
ที่มา : อำนวย,2542 : 112 - 117

นอกจากนั้นปัจจุบันยังมีนักการศึกษาทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศ เสนอประเภทของ CAI นอกเหนือจาก 4 ประเภทข้างต้น เช่น ยืน ภู่วรรณ (2531 : 120 – 129) วสันต์ อดิศักดิ์ (2538 : 49 – 58) บุญชาติ ทัพภิกรณ์ (2540 : 6 - 7) สุภณิต อารีหทัยรัตน์ (2545 : 90 - 100) Heinich, Molenda, Russell, Smaldio (2004) ได้เสนอประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พอสรุปได้เป็น 10 รูปแบบ ดังนี้

1. บทเรียนแบบสอนเนื้อหา (Tutorial) เป็นรูปแบบของบทเรียนที่สมบูรณ์ มีการจัดลำดับเนื้อหาเป็นระบบเรียงกันไป ตั้งแต่บทนำ จุดประสงค์ การเสนอเนื้อหา การมีแบบฝึกการตอบสนอง และการวัดผล รูปแบบนี้ใช้ได้ทุกสาขาวิชาไม่ว่าจะเป็นวิทยาศาสตร์กายภาพ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สังคมศาสตร์ หรือมนุษยศาสตร์
2. บทเรียนแบบฝึกปฏิบัติ (Drill and Practice) เป็นแบบที่ให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติความเชี่ยวชาญจากที่ได้ศึกษามาแล้วทั้งจากชั้นเรียนปกติ หรือจากห้องปฏิบัติการ ในบางครั้งอาจมองเห็นเสมือนเป็นข้อสอบอิเล็กทรอนิกส์ โดยเครื่องจะพิมพ์คำถามและรอคำตอบเพื่อตรวจสอบคำตอบ พิจารณาความถูกต้อง ก็จะพิมพ์คำอธิบายเพื่อชี้แนะเมื่อตอบถูกหรือผิดอีกครั้ง
3. บทเรียนแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation) เป็นบทเรียนที่เน้นการเลียนแบบ หรือการจำลองสถานการณ์ให้กับผู้เรียน เนื่องจากบางบทเรียนหรือบางเนื้อหาไม่สามารถทำการทดลองให้เห็นจริงได้ เช่น การปฏิสนธิของพืช โครงสร้างของผลึก หรือการทดลองที่ต้องใช้ระยะเวลานาน ดังนั้นการใช้คอมพิวเตอร์ในการจำลองสถานการณ์จะช่วยสร้างความเป็นจริงให้กับผู้เรียนได้อย่างมาก
4. บทเรียนแบบค้นพบ (Discovery) เป็นบทเรียนที่เน้นให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้ใหม่โดยวิธีอุปนัย (Inductive method) วิธีการก็คือ ตั้งคำถามให้ผู้เรียนทำการทดลองด้วยการลองผิดลองถูก ให้ทำการวิเคราะห์ปัญหา หรือทำการเปรียบเทียบจากข้อมูลต่าง ๆ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถค้นพบจนได้ข้อสรุปที่ดีที่สุด
5. บทเรียนแบบการแก้ปัญหา (Problem Solving) เป็นบทเรียนที่ใช้สอนการแก้ปัญหาพิเศษ ที่ต้องใช้ทักษะและกลยุทธ์ (Skills and Strategies) ซึ่งเป็นกระบวนการใช้ความคิดในระดับที่สูงกว่าการใช้เหตุผล
6. บทเรียนแบบซ่อมเสริม (Remedial) เป็นบทเรียนที่ใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการสอนซ่อมเสริม มีลักษณะคล้ายบทเรียนโปรแกรม คือเนื้อหาจะถูกจัดไว้เป็นหน่วยย่อย ๆ หลายหน่วย ซึ่งในแต่ละหน่วยจะมีคำถาม คอมพิวเตอร์จะให้คำตอบหรือคำอธิบายที่เหมาะสมถ้ายังมีโปรแกรมให้เลือกมากเท่าไรก็จะสามารถตอบสนองความแตกต่างระหว่างผู้เรียนได้มากเท่านั้น
7. บทเรียนแบบสาธิต (Demonstration) เป็นการสาธิตโดยใช้คอมพิวเตอร์ มีลักษณะคล้ายกับการสาธิตของครูในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ครูจะเป็นผู้แสดงให้เห็นผู้เรียนดูเพื่อเป็นแบบอย่าง การสาธิตโดยใช้คอมพิวเตอร์จะมีความน่าสนใจมากกว่าการสาธิตของครู

8. บทเรียนแบบการทดสอบ (Testing) เป็นการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อทดสอบ เป็นการประเมินผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน หลังจากได้เรียนเนื้อหาหรือฝึกปฏิบัติมาแล้วผู้เรียนจะทำแบบทดสอบโดยผ่านคอมพิวเตอร์ เมื่อคอมพิวเตอร์รับคำตอบแล้วจะทำการบันทึกผล ประมวลผล ตรวจให้คะแนนและเสนอผลให้ผู้เรียนทราบ

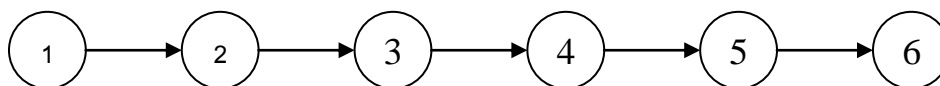
9. บทเรียนแบบการสนทนา (Dialogue) เป็นวิธีการที่จะให้เป็นการพูดคุยระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน โดยเลียนแบบการสอนในห้องเรียน เพียงแต่เป็นตัวอักษรบนจอภาพมีการสอนด้วยการตั้งปัญหา ลักษณะในการใช้คำถามก็เป็นการแก้ปัญหาอย่างหนึ่ง

10. บทเรียนแบบเกม (Instructional Games) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมนี้เป็นการสอนเนื้อหาวิชาในรูปของเกม โดยทั่วไปลักษณะของเกมจะมีกฎเกณฑ์ที่ตายตัว เป็นการแข่งขันเพื่อทำคะแนนให้ได้สูงสุด มักจะออกแบบเพื่อให้ได้ทั้งความรู้และความบันเทิงแก่ผู้เรียนเนื่องจากคอมพิวเตอร์สามารถเสนอภาพกราฟิกที่สวยงาม และมีเสียงประกอบได้ จึงทำให้ดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

### ลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

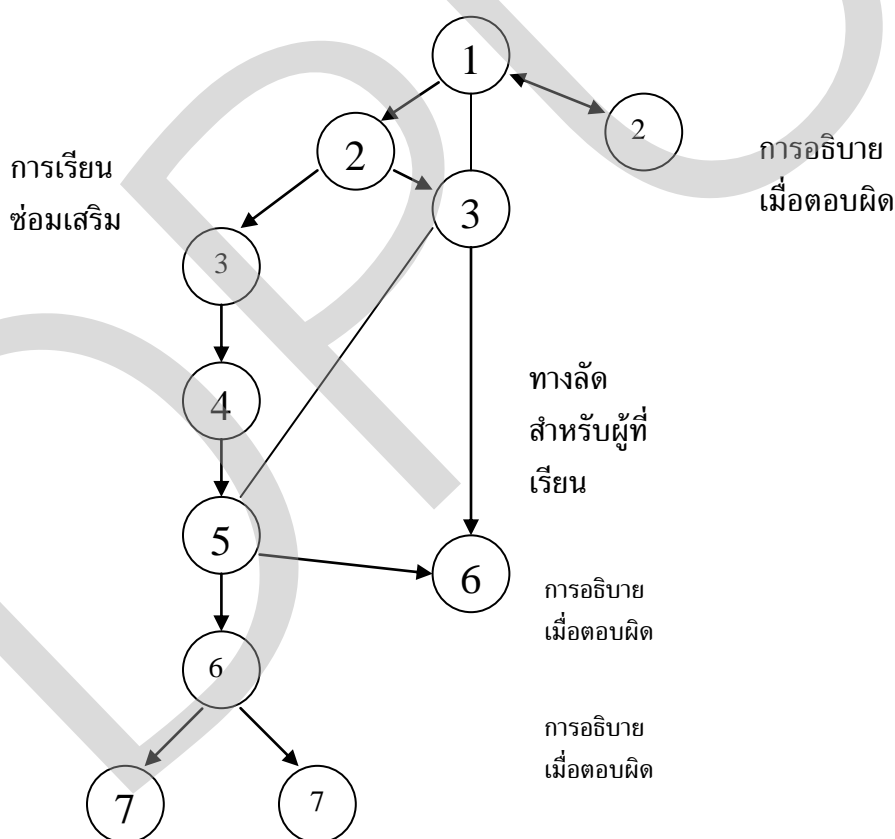
การนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น เป็นการทำให้การเรียนการสอนมีความหมายมากขึ้น สามารถทำการสอนที่มีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างผู้เรียนกับบทเรียนในเครื่องคอมพิวเตอร์ เหมือนกับว่าผู้เรียนกับผู้สอนในห้องเรียนปกติ เนื่องจากคอมพิวเตอร์มีความสามารถเก็บข้อมูล ชุดคำสั่งในลักษณะตัวอักษร ในเชิงกราฟิก ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว รวมทั้งสีและเสียงประกอบ ผู้สอนจึงสามารถนำข้อมูลหรือชุดคำสั่ง มาจัดการในระบบการเรียนการสอนเป็นชุดสำเร็จ (Package) หรือชุดคำสั่ง (Program) ผู้สอนจะสร้างบทเรียนลงในคอมพิวเตอร์โดยอาศัยแนวคิดจากทฤษฎีการเรียนรู้ โดยระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ลักษณะของการสร้างนั้นมักจะนิยมสร้างอยู่ 2 ลักษณะใหญ่ ๆ ดังนี้ (สุภนิต อารีหทัยรัตน์, 2545 : 90 - 100)

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนลักษณะเส้นตรง (Linear program) การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบนี้จะตั้งอยู่บนรากฐานของทฤษฎีการเรียนรู้และการเสริมแรง (Based on a Theory of Learning and Reinforcement) ลักษณะการสร้างจะเป็นแบบที่มีลำดับการตอบสนองอย่างต่อเนื่อง ซึ่งผู้เรียนจะต้องติดตามทุกขั้นตอน หรือทุกเฟรม (Frames)



ภาพที่ 6 แสดงผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนลักษณะเส้นตรง  
ที่มา : ศุภานิต, 2545 : 94

2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนลักษณะสาขา (Branching program) การสร้างบทเรียนแบบนี้เป็นการนำเสนอต่อผู้เรียนที่มีความสัมพันธ์ของขั้นตอนกว้าง ๆ มักนิยมให้การตอบเป็นแบบเลือกตอบ (Multiple - choice Responds) หรือจะมีแบบของการตอบสนองตอบอื่นๆ ปรนอยู่บ้าง



ภาพที่ 7 แสดงผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนลักษณะสาขา  
ที่มา : ศุภานิต, 2545 : 94

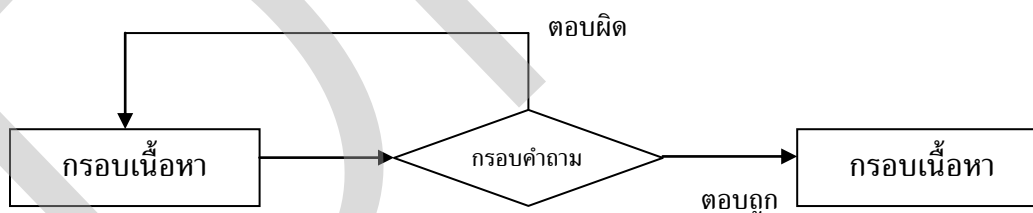
บุปผชาติ ทัพพิกรณ์ (2540 : 9 - 14) ได้กล่าวถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอนลักษณะสาขาหรือแบบแตกกิ่งว่าเป็นแบบที่ได้รับความนิยมจากผู้เรียนมากกว่าแบบเส้นตรงเนื่องจากแบบสาขาให้ทางเลือกตามระดับความรู้ความเข้าใจและความสามารถของผู้เรียน

เหมาะต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนมากกว่า และยังได้เสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ลักษณะสาขาออกเป็น 9 รูปแบบ ดังนี้

1. แบบย้อนกรอบ (Linear format with reparation)
2. แบบสอบก่อนข้ามกรอบ (Pretest and skip format)
3. แบบข้ามและย้อนกรอบ (Gate frames)
4. แบบทางเดินหลายเส้น (Secondary tracks)
5. แบบซ่อมเสริมเดี่ยว (Single remedial branch)
6. แบบมีห่วงกรอบซ่อมเสริม (Remedial loops)
7. แบบกรอบซ่อมเสริมหลายกิ่ง (Multiple remedial branches)
8. แบบแตกกิ่งคู่ (Branching frame sequence)
9. แบบกิ่งประกอบ (Compound branches)

#### ผังโครงสร้างแฟ้มแบบย้อนกรอบ

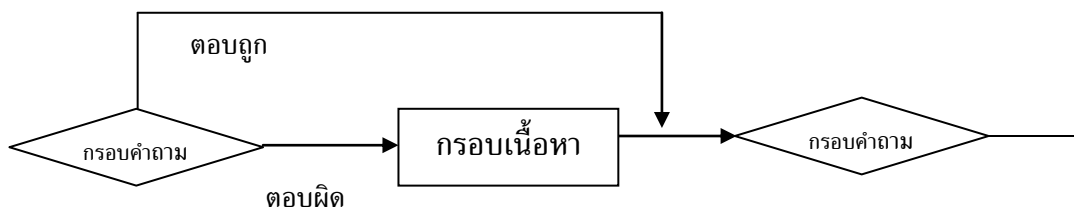
กลวิธีการถ่ายทอดตามผังโครงสร้างแฟ้มลักษณะนี้คล้ายคลึงกับการถ่ายทอดเนื้อหาแบบเส้นทางเดียวกันตรงที่มีคำถามแทรกระหว่างกรอบเนื้อหา ถ้าผู้เรียนตอบคำถามถูกต้องผู้เรียนก็จะได้ผ่านไปยังกรอบเนื้อหาที่อยู่ถัดไป ถ้าตอบยังไม่ถูกต้อง โปรแกรมก็จะให้ผู้เรียนย้อนกลับมายังกรอบเนื้อหาเดิมอีกครั้งและคำถามเดิมซ้ำอีก



ภาพที่ 8 แสดงผังโครงสร้างแฟ้มแบบย้อนกรอบ  
ที่มา : บุญชาติ, 2540:10

#### ผังโครงสร้างแฟ้มแบบทดสอบก่อนข้ามกรอบ

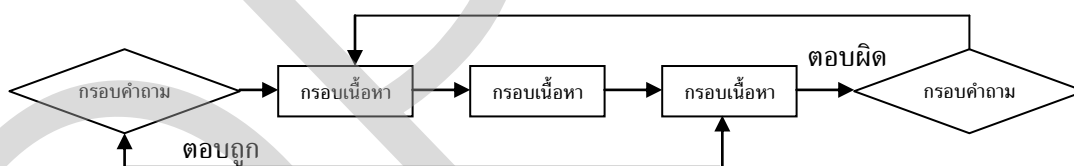
กลยุทธ์การถ่ายทอดตามผังโครงสร้างแฟ้มลักษณะนี้ บทเรียนจะทดสอบความรู้ของผู้เรียนก่อนเรียนเนื้อหา ถ้าทดสอบผ่านก็จะข้ามกรอบผู้เรียนรู้เนื้อหานั้นยังไปยังกรอบเนื้อหาจุดประสงค์อื่น กลยุทธ์การถ่ายทอดลักษณะนี้จึงมีประสิทธิภาพในการตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล



ภาพที่ 9 แสดงผังโครงสร้างแฟ้มแบบทดสอบก่อนข้ามกรอบ  
ที่มา : บุปผชาติ , 2540 : 10

### ผังโครงสร้างแฟ้มแบบข้ามและย้อนกรอบ

การนำเสนอบทเรียนลักษณะนี้กำหนดให้ผู้เรียนไปยังกรอบบทเรียนต่าง ๆ ตามระดับความสามารถและความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เหมาะสมแก่ผู้เรียน การนำเสนอมีลักษณะแบบเดียวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว ผู้เรียนอาจข้ามกรอบไปได้หลายกรอบบทเรียน ถ้าผู้เรียนยังมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน บทเรียนอาจส่งผู้เรียนกลับมายังกรอบที่ผ่านมาแล้วเพื่อทบทวนเนื้อหาบางส่วนใหม่

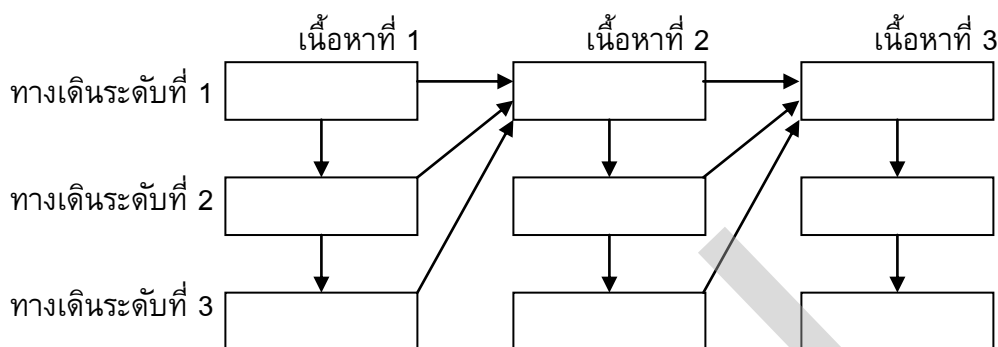


ภาพที่ 10 ภาพแสดงผังโครงสร้างแฟ้มแบบข้ามกรอบและย้อนกรอบ  
ที่มา : บุปผชาติ, 2540 : 11

### ผังโครงสร้างแฟ้มแบบหลายเส้นทาง

การนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนลักษณะนี้ ประกอบด้วยกรอบบทเรียนในเส้นทางเดินเป็นระดับหลายระดับ

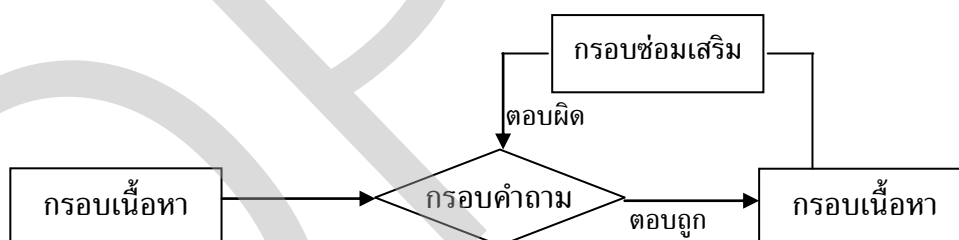
ทางเดินระดับ 1 เป็นเส้นทางเดินของกรอบบทเรียนเนื้อหาหลักที่ไม่มีคำอธิบายละเอียดมากนัก ส่วนทางเดินระดับที่ 2 และที่ 3 เป็นกรอบเนื้อหาที่เพิ่มเติมรายละเอียดมากกว่ากรอบที่อยู่ในทางเดินระดับที่ 1 นอกจากนี้ทางเดินระดับที่ 2 และที่ 3 ยังมีเส้นทางเดินมากกว่า 1 เส้นทาง ขึ้นอยู่กับว่าผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาในกรอบทางเดินระดับที่ 1 มากน้อยเพียงใดหรือไม่ กรอบในทางเดินระดับที่ 2 และที่ 3 จะให้เนื้อหาจากละเอียดน้อยไปสู่มากตามลำดับ โดยเนื้อหาในกรอบส่วนนี้จะเป็นเนื้อหาเรื่องเดียวกัน เพียงขยายความหมายของคำบางคำให้ชัดเจนขึ้น



ภาพที่ 11 แสดงผังโครงสร้างแฟ้มแบบหลายเส้นทางเดิน  
ที่มา : บุปผชาติ, 2540 : 11

### ผังโครงสร้างแฟ้มแบบมีกรอบซ่อมเสริมเดียว

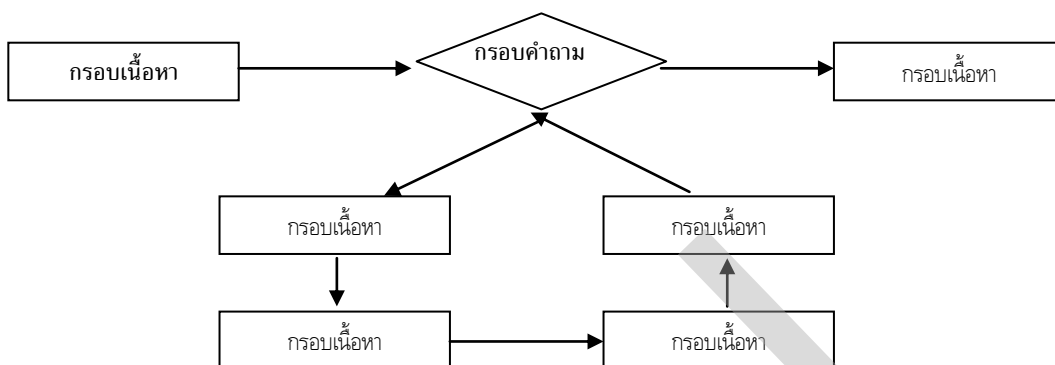
การนำเสนอบทเรียนลักษณะนี้เริ่มด้วยการให้กรอบเนื้อหา ตามด้วยกรอบคำถาม ถ้าผู้เรียนตอบถูกจะได้รับข้อมูลย้อนกลับในทางบวก และเรียนเนื้อหาในกรอบต่อไป หากผู้เรียนตอบผิดก็จะได้รับการสอนซ่อมเสริมก่อนไปเนื้อหากรอบต่อไป



ภาพที่ 12 แสดงผังโครงสร้างแฟ้มแบบมีกรอบซ่อมเสริมเดียว  
ที่มา : บุปผชาติ, 2540 : 12

### ผังโครงสร้างแฟ้มแบบมีห่วงกรอบซ่อมเสริม

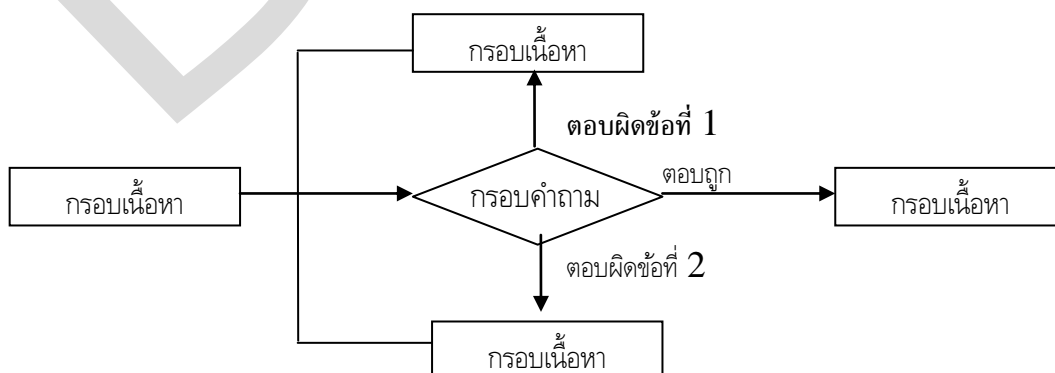
ลักษณะของการนำเสนอเนื้อหาแบบมีห่วงกรอบซ่อมเสริม มีลักษณะคล้ายคลึงกับการนำเสนอแบบมีกรอบซ่อมเสริมเดียว ความแตกต่างอยู่ตรงที่จะมีกรอบซ่อมเสริมหลายกรอบแทนมีกรอบเดียว กรอบซ่อมเสริมหลายกรอบนี้จะประกอบกันเป็นชุดบทเรียนย่อย 5 - 6 กรอบ เพื่อให้ความรู้และข้อมูลที่ผู้เรียนยังมีไม่เพียงพอก่อนที่จะส่งผู้เรียนกลับกรอบเนื้อหาหลัก



ภาพที่ 13 แสดงผังโครงสร้างแฟ้มแบบมีห่วงกรอบซ่อมเสริม  
ที่มา : บุปผชาติ, 2540 : 12

### ผังโครงสร้างแฟ้มแบบมีกรอบซ่อมเสริมหลายกึ่ง

การนำเสนอบทเรียนลักษณะนี้ประกอบด้วยกรอบเนื้อหาหลักที่ให้ข้อมูล แล้วตามด้วยกรอบคำถามที่แตกเป็นกรอบซ่อมเสริมตั้งแต่ 2 กรอบขึ้นไป กรอบคำถามแต่ละกรอบจะมีกึ่งแยกออกมาตามจำนวนข้อของตัวเลือกในคำถามแบบเลือกตอบนั้นโดยแยกออกมาอย่างน้อย 2 กึ่งเพื่อไปยังกรอบซ่อมเสริมที่มีข้อมูลซ่อมเสริมแตกต่างกันไปเพื่อตอบสนองต่อข้อมูลที่ยังมีไม่เพียงพอในโมดิตของการเลือกคำตอบข้อนั้น ๆ ต่อจากนั้นจึงจะส่งผู้เรียนกลับมายังกรอบคำถามเดิมเพื่อให้ผู้เรียนตอบคำถามในกรอบนั้นใหม่ และเลือกคำตอบอื่น ทั้งนี้จะมีคำตอบที่ถูกต้องอยู่เพียง 1 คำตอบ คำตอบที่ผู้เรียนเลือกจะเป็นสิ่งที่กำหนดให้ว่าจะให้ผู้เรียนไปยังกรอบใดต่อไป นั่นคือ ถ้าผู้เรียนเลือกตอบได้ถูกต้อง บทเรียนก็จะส่งผู้เรียนไปยังกรอบเนื้อหาใหม่ต่อไป แต่ถ้าผู้เรียนตอบผิด บทเรียนก็จะส่งผู้เรียนไปยังกรอบซ่อมเสริมก่อนจะกลับมายังคำถามเดิมใหม่



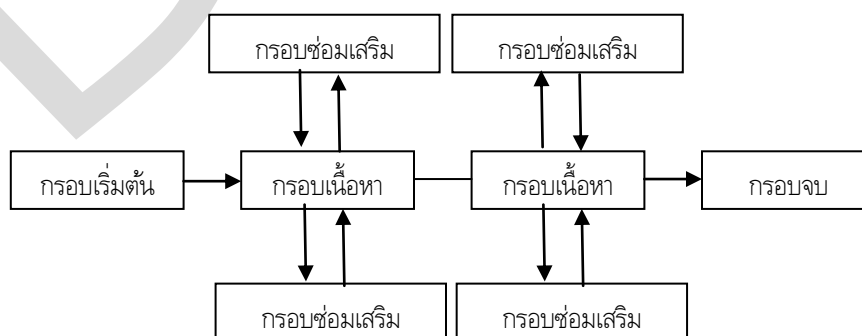
ภาพที่ 14 แสดงผังโครงสร้างแฟ้มแบบกรอบซ่อมเสริมหลายกึ่ง  
ที่มา : บุปผชาติ, 2540 : 13



## ผังโครงสร้างแฟ้มแบบแตกกิ่งคู่

การนำเสนอบทเรียนลักษณะนี้ประกอบด้วยกรอบเนื้อหาที่แตกเป็นกรอบซ่อมเสริม 2 กรอบจากคำถามแต่ละคำถาม ถ้าผู้เรียนตอบคำถามของกรอบเนื้อหาได้ถูกต้องจะทำให้ผู้เรียนผ่านจากกรอบเนื้อหาหนึ่งไปยังกรอบเนื้อหาหนึ่ง กรอบเนื้อหาแต่ละกรอบจะแสดงความข้อความ 1 - 2 ย่อหน้า ซึ่งจะเป็นข้อมูล que ผู้เรียนนำมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์การแก้ปัญหาแล้วเลือกคำตอบที่มีอยู่ 3 คำตอบ โดยจะมีคำตอบที่ถูกต้องเพียง 1 คำตอบ คำตอบที่ผู้เรียนเลือกจะเป็นตัวกำหนดเส้นทางว่าจะให้ผู้เรียนไปยังกรอบใดต่อไป ถ้าผู้เรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้อง บทเรียนก็จะส่งผู้เรียนไปยังเนื้อหากรอบต่อไป แต่ถ้าผู้เรียนเลือกคำตอบผิด บทเรียนก็จะส่งผู้เรียนไปยังกรอบซ่อมเสริมก่อน แล้วจึงกลับมายังกรอบเนื้อหาเดิมเพื่อศึกษาและตอบคำถามใหม่อีกครั้ง เส้นทางเดินของผังโครงสร้างแฟ้มลักษณะนี้อาจทำให้ผู้เรียนบางคนต้องผ่านทั้งกรอบเนื้อหาและกรอบซ่อมเสริมทุกกรอบ บางคนก็ผ่านกรอบเนื้อหาและกรอบซ่อมเสริมเพียงบางกรอบ

กรอบเนื้อหาของผังโครงสร้างแฟ้มแบบแตกกิ่งคู่ ควรมีข้อความที่แสดงให้ผู้เรียนทราบว่าผู้เรียนตอบคำถามได้ถูกต้องโดยให้คำชมเชยเช่น ดีมาก ดีเยี่ยม ก่อนที่จะเริ่มเข้าสู่กรอบเนื้อหาต่อไปซึ่งจะมีคำถามจากสถานการณ์ที่เป็นปัญหาประกอบอยู่ด้วยพร้อมให้เลือกตอบสนองจากตัวเลือก 3 ตัว ในส่วนของกรอบซ่อมเสริมควรมีข้อความเริ่มต้นที่แสดงให้ผู้เรียนทราบว่าผู้เรียนตอบผิดในลักษณะที่ไม่ทำให้ผู้เรียนเสียกำลังใจ เช่น นำเสียดายที่ตอบผิดไปนิดหนึ่ง เกือบถูกเป็นต้น แล้วตามด้วยคำอธิบายว่าเหตุใดข้อนี้จึงไม่ใช่คำตอบที่ถูกและให้ข้อความเชิงชี้แนะว่าคำตอบที่ถูกต้องควรเป็นอย่างไร แต่ถ้าไม่บอกให้ทราบคำตอบที่ถูกโดยตรง ประโยคสุดท้ายในกรอบซ่อมเสริมควรเป็นข้อความที่ให้ผู้เรียนได้ทราบว่ากลับไปยังกรอบเนื้อหากรอบเดิมให้อ่านเนื้อหาใหม่อีกครั้ง

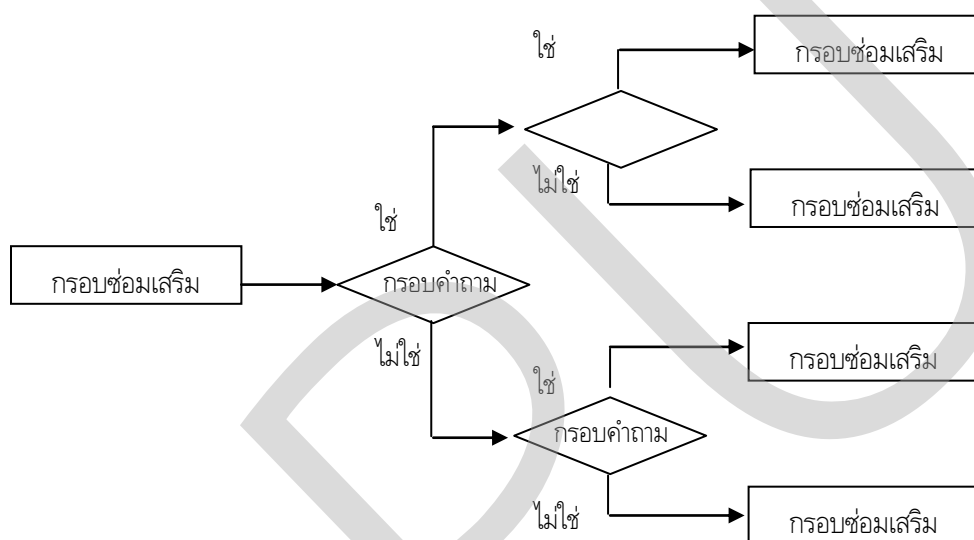


ภาพที่ 15 แสดงผังโครงสร้างแฟ้มแบบแตกกิ่งคู่

ที่มา : บุปผชาติ, 2540 : 14

## ผังโครงสร้างแฟ้มแบบกิ่งประกอบ

การนำเสนอบทเรียนรูปแบบนี้ใช้กันมากในการเรียนเพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องของผู้เรียนหรือในสถานการณ์การแก้ปัญหา คำถามจะมีรูปแบบที่มีคำตอบให้เลือกกว่าใช่หรือไม่ใช่ กิ่งที่แยกจากแต่ละกรอบคำถามจะแยกไปสู่กรอบเนื้อหาใหม่ตามพื้นฐานความรู้ความเข้าใจและความสามารถที่แตกต่างกันระหว่างบุคคล



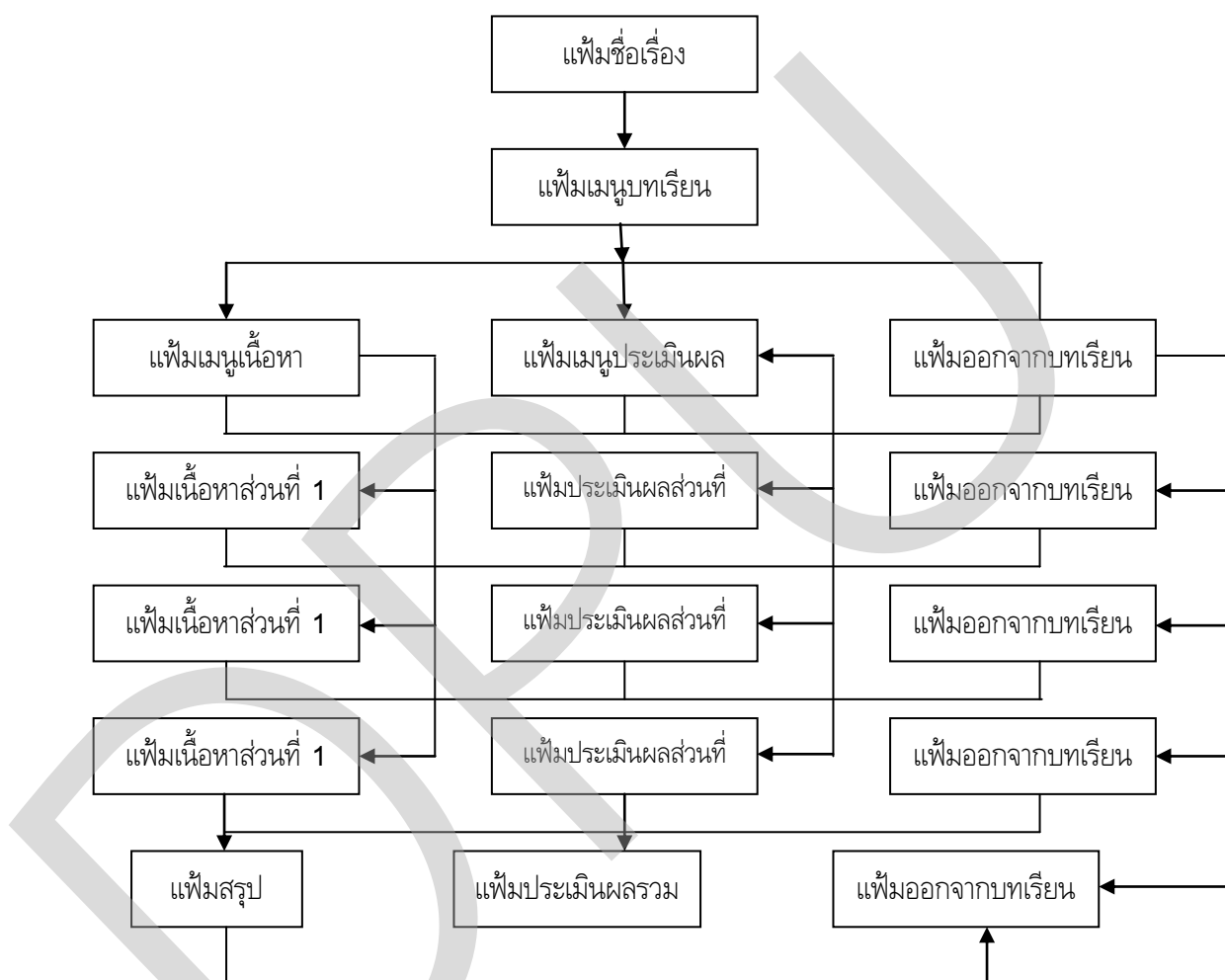
ภาพที่ 16 แสดงผังโครงสร้างแฟ้มแบบกิ่งประกอบ

ที่มา : บุปผชาติ, 2540 : 14

นอกจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนลักษณะสาขาทั้ง 9 รูปแบบแล้ว บุปผชาติ ทัพพิกรณ์ (2540,15) ยังได้ให้ข้อคิดเห็นว่า ผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเป็นเสมือนแบบแปลนการก่อสร้างที่เป็นโครงสร้างหลักของตัวอาคาร การวางผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งของการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำให้ทราบถึงความสัมพันธ์ของส่วนต่างๆ ที่จะประกอบกันเป็นโครงสร้างหลักของบทเรียน และการดำเนินการที่จะเชื่อมโยงส่วนต่าง ๆ เหล่านี้ให้ทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ

การออกแบบโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรใช้ข้อมูลจากการวางแผนการเรียนการสอน โดยนำแผนการเรียนการสอนมาวิเคราะห์ถึงส่วนประกอบหลักและส่วนประกอบย่อยเมื่อได้ส่วนประกอบต่างๆ แล้วนำส่วนต่าง ๆ เหล่านี้มาวิเคราะห์ว่ามีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันในทิศทางใดในรูปของผังแสดงทิศทางการเชื่อมโยงส่วนประกอบเหล่านั้น ต่อจากนั้นจึงกำหนดชื่อแฟ้มบทเรียนให้กับแต่ละส่วนประกอบที่เชื่อมโยงอยู่ในผัง

โครงสร้างบทเรียน การกำหนดชื่อแฟ้มที่เชื่อมโยงกันนี้ควรกำหนดชื่อแฟ้มอย่างเป็นระบบ เพื่อความสะดวกในการอ้างอิงและติดตามตรวจสอบ ตัวอย่างของผังโครงสร้างบทเรียน แสดงดังภาพที่ 16



ภาพที่ 17 แสดงผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์

ที่มา : บุปผชาติ , 2540 : 15

### การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเน้นเรื่องการออกแบบวิธีการสอน (Instructional design) เป็นสำคัญ และจะต้องนำศักยภาพเอาเครื่องคอมพิวเตอร์มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดโดยจะนำมาใช้กับผู้เรียนเป็นรายบุคคล ศุภนิต อาริหัตย์รัตน์ (2545 : 90 - 100) ได้กล่าวถึงโครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าประกอบโครงสร้างที่สำคัญ 3 ส่วน ดังนี้

1. การนำเสนอเนื้อหา (Presentation) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเริ่มต้นด้วยการนำเสนอเนื้อหาหรือข้อมูลของบทเรียนที่ละส่วน ด้วยศักยภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์ เราสามารถนำเสนอในรูปแบบของสื่อหลายมิติได้ (Hypermedia) และจะทำให้บทเรียนมีความเหมือนจริงและเข้าใจง่ายยิ่งขึ้น

2. ปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน (Interactive) เป็นวิธีการที่ทำให้บทเรียนที่มีเนื้อหาในแต่ละช่วงหรือแต่ละตอน จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ โดยการออกแบบเรียนที่มีเนื้อหาแต่ละช่วงหรือแต่ละตอน จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้โต้ตอบกับบทเรียน ซึ่งจะมีลักษณะที่เหมือนกับที่ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนถามคำถามกับผู้สอนในห้องเรียน การปฏิสัมพันธ์จึงเป็นโครงสร้างหลักสำคัญของการเรียนการสอนที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วย

3. ประเมินผลการเรียน (Evaluation) คำตอบของผู้เรียนที่โต้ตอบกับบทเรียนจะเป็นข้อมูลที่เครื่องคอมพิวเตอร์นำมารวบรวมและนำไปคำนวณเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ของการเรียนรู้ของผู้เรียนหรือเพื่อหาเกณฑ์ตัดสินผลการเรียนว่าผ่านหรือไม่ สมควรที่จะเรียนเนื้อหาในระดับใดต่อไป

### ขั้นตอนการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์

การผลิตบทเรียนในคอมพิวเตอร์ต้องมีสิ่งที่ต้องคำนึงอยู่หลายอย่างด้วยกัน เนื่องจากเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือที่ไม่มีชีวิตแต่สามารถควบคุมได้ด้วยศักยภาพของเครื่องที่เอื้ออำนวยในการผลิตบทเรียนให้ดำเนินให้ใกล้เคียงกับการสอนโดยผู้สอนเอง ซึ่งผู้เรียนสามารถนำมาเรียนได้ด้วยตนเองได้ ดังนั้นในบทเรียนคอมพิวเตอร์ผู้ผลิตควรคำนึงในด้านต่าง ๆ ดังนี้ (ศุภานิต อาริหทัยรัตน์, 2545)

#### 1. กำหนดจุดหมาย

การผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์สิ่งแรกที่ผู้ผลิตจะต้องกำหนดหรือระบุก่อนเรียนว่าจะให้ผู้เรียนเรียนรู้ถึงเรื่องอะไร หรือผู้เรียนจะรู้อะไรในบทเรียนนี้ซึ่งข้อกำหนดที่ระบุนั้นจะต้องสอดคล้องกับเนื้อหาในบทเรียน และจะเชื่อมโยงไปถึงการสิ้นสุดของบทเรียน และจะเชื่อมโยงไปถึงการสิ้นสุดของบทเรียนที่ย้อนไปถึงผู้เรียนสามารถเรียนรู้ตรงตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้หรือไม่ นั่นคือการทดสอบว่าที่เรียนไปนั้นได้ผลตามที่คาดหวังเมื่อได้เรียนจบบทเรียนแล้วตรงตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้

#### 2. การเก็บข้อมูล

หมายถึงการนำข้อมูลทุกอย่างที่จะทำให้การผลิตบทเรียนบรรลุผลสำเร็จ ซึ่งจะประกอบด้วย 3 ส่วนด้วยกัน ดังนี้

- ข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อหา (Subject matter)
- ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาสื่อและ กระบวนการเรียนการสอน (Instructional Development & Teaching process)
- ข้อมูลเกี่ยวกับระบบคอมพิวเตอร์และชุดคำสั่งที่จะมาใช้ (Delivery system)

### 3. เรียนรู้เนื้อหา

บทเรียนในคอมพิวเตอร์ เป็นบทเรียนที่ผู้เรียนนำไปใช้เรียนด้วยตัวเอง ดังนั้นผู้ที่นำเนื้อหา มาสร้างบทเรียนที่ผู้เรียนนำไปเรียนด้วยตนเองนั้น จะต้องมีความรู้ในบทเรียนที่ถูกต้อง ชัดเจนอย่างถ่องแท้ ผู้ผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ควรจะนำผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาเฉพาะด้านนั้น ๆ มาเป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้อง ความชัดเจนหรือลำดับของการเรียนรู้ของผู้ผลิตจึงต้องออกแบบอย่างมีประสิทธิภาพซึ่งต้องสนใจเรื่องความยากง่ายของเนื้อหาแต่ละช่วงกระบวนการสอนที่จะนำมาเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ทุกส่วนได้อย่างชัดเจน

### 4. พัฒนาความคิด

เป็นการเตรียมความคิดของผู้ผลิตให้ค้นหาวิธีการที่ดี มีการสร้างสรรค์บทเรียนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ได้ดีที่สุด การพัฒนาความคิดต้องทำอย่างเป็นกระบวนการ โดยจะเริ่มด้วยการระดมความคิดในกลุ่มผู้ร่วมงาน (Brainstorming) ร่วมกันเสนอ เสนออภิปราย แนวทาง ปัญหาและอุปสรรคในแง่มุมต่าง ๆ จนได้เป็นข้อสรุปได้แล้ว ซึ่งส่งเสริมประสิทธิภาพในบทเรียนที่ส่งผลให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จ

### 5. การออกแบบ

เป็นการนำจุดมุ่งหมาย การเก็บข้อมูล เนื้อหาและการพัฒนาความคิด มาหล่อหลอมเข้าด้วยกันอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ โดยผู้ผลิตจะต้องคำนึงถึงผู้เรียนว่าอยู่ในระดับใด ใช้ระยะเวลาเรียนเท่าใด รูปแบบของบทเรียน การจัดลำดับเนื้อหา ก่อนหลัง การเสริมเนื้อหาเพิ่มเติมและมีคำถามให้ผู้เรียนตอบหรือมีปฏิสัมพันธ์เพื่อเป็นผลย้อนกลับว่าผู้เรียนได้ผลตามวัตถุประสงค์หรือไม่ ซึ่งจะเป็นสิ่งที่บ่งชี้ความคาดหวังจากบทเรียนทั้งระหว่างเรียนและหลังจากเรียน ได้แก่

- ต้องการให้ผู้เรียนอธิบายเรื่องราวหรือข้อมูลต่าง ๆ ที่เรียนมาได้ (Verbal learning)
- ผู้เรียนวิเคราะห์และแก้ปัญหาได้ (Problem solving)
- เกิดทักษะจากการเรียนรู้ (Skill learning)
- ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้กฎหรือหลักการต่าง ๆ ที่เรียนมาได้ (Rule learning)

- ต้องการให้ผู้เรียนมีความสามารถในการวิเคราะห์เปรียบเทียบและจำแนก แยกแยะเรื่องราว ต่าง ๆ ได้ (Concept learning)

หลังจากที่ผู้ผลิตได้นำข้อคำนึงต่าง ๆ ในการที่จะผลิตบทเรียนในคอมพิวเตอร์มา ศึกษาอย่างดีแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการผลิตที่ผู้ผลิตต้องนำหลักเกณฑ์ที่สำคัญมาบรรจุลงใน บทเรียน ซึ่งในบทเรียนต้องสร้างตามเกณฑ์ดังนี้

### 1. นำเข้าสู่บทเรียน (Introduction)

การนำเข้าสู่บทเรียนเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องทำให้บทเรียนมีความเข้าใจ วัตถุประสงค์และเป้าหมายของการเรียนการสอนให้ชัดเจน ชี้แจงการใช้บทเรียน อีกทั้งยัง กระตุ้นให้เกิดความสนใจที่จะเข้าไปในบทเรียนด้วย นอกจากนี้ยังต้องบอกวัตถุประสงค์ ของกิจกรรมที่จะให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติด้วย

### 2. การกระตุ้นความสนใจ (Motivation)

การกระตุ้นผู้เรียนในบทเรียนคอมพิวเตอร์เป็นสิ่งจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความ อยากเรียนรู้ บทเรียนในคอมพิวเตอร์จะใช้วิธีการกระตุ้นหรือจูงใจภายในตัวบทเรียน โดย ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกสนุกกับการเรียน ให้กำลังใจแม้ผู้เรียนตอบคำถามผิด การให้ การตัดสินใจควบคุมการเรียนด้วยตัวผู้เรียนเอง

### 3. การนำเสนอเนื้อหา (Presentation of information)

ด้วยศักยภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีชุดคำสั่งที่สามารถเก็บข้อมูลหรือสาร ที่เป็นเนื้อหาในลักษณะที่หลากหลาย เช่น ตัวอักษร ภาพกราฟิก ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว วิดิทัศน์ สี แสง เงา และเสียง มานำเสนอทำให้บทเรียนน่าสนใจ นอกจากนี้ความยาว ของเนื้อหาจะต้องไม่ยาวเกินไป อาจจะแบ่งเนื้อหาออกเป็นตอน ๆ ทั้งนี้เพื่อให้มีการ ได้ตอบกับผู้เรียนด้วย บทเรียนจะต้องเหมาะสมต่อผู้เรียน

### 4. คำถามและคำตอบ (Question & responses)

หลังจากได้เรียนบทเรียนแล้ว คำถามและคำตอบจะเป็นการวัดและประเมิน ตัวผู้เรียนเอง ทั้งนี้เป็นกิจกรรมเพื่อทดสอบผลการเรียนรู้จากบทเรียนที่ได้เรียนใน คอมพิวเตอร์ ผู้เรียนสามารถทราบถึงความก้าวหน้าของตนและตัดสินใจในการเรียนในขั้น ต่อ ๆ ไป

### ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

นักวิชาการและนักการศึกษาได้ทำการวิจัยศึกษาค้นคว้า เกี่ยวกับประโยชน์ของ บทเรียนเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เช่น

กิตตินันท์ หอมฟุ้ง (2543) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

### ประโยชน์ที่มีต่อผู้เรียน

1. ผู้เรียนสามารถเรียนได้ตามเอกัตภาพตามลำพังคนเดียว และเป็นอิสระจากผู้อื่น
2. ผู้เรียนจะเรียนรู้ไปตามลำดับจากง่ายไปหายาก และไม่สามารถแอบดูคำตอบก่อนได้
3. มีการให้ผลย้อนกลับทันที ซึ่งถือเป็นรางวัลของผู้เรียน ยังมีภาพสี หรือเสียง ยิ่งทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ สนุกสนาน ตื่นเต้น ไม่เบื่อหน่าย
4. ผู้เรียนสามารถทบทวน หรือฝึกปฏิบัติบทเรียนที่เรียนมาแล้วได้บ่อยครั้ง ตามต้องการจนเกิดความแม่นยำ
5. ช่วยให้ผู้เรียนเรียนได้ดีและเร็วกว่าการเรียนการสอนตามปกติ
6. สามารถประเมินผลความก้าวหน้าของผู้เรียนได้ทันทีโดยอัตโนมัติ
7. ช่วยให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผล เพราะต้องคิดหาทางแก้ปัญหาอยู่บ่อย ๆ โดยเฉพาะการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน
8. สามารถเลือกเรียนได้ตามความสะดวกของผู้เรียน ทั้งเวลาและสถานที่ ไม่ว่าจะเป็นที่โรงเรียนที่ทำงาน หรือที่บ้าน
9. ปลุกฝังนิสัยความรับผิดชอบให้กับผู้เรียน โดยอาศัยการเสริมแรงที่เหมาะสม กระตุ้นอยากให้เรียน เนื่องจากเป็นการศึกษารายบุคคล ไม่ใช้การบังคับให้เรียน หรือมีการกำหนดเวลาเรียน
10. ทำให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาเรียน เพราะสามารถประสบความสำเร็จในการเรียนได้ด้วยตนเอง และเมื่อตอบผิดก็ไม่รู้สึกอาย เพราะไม่มีผู้อื่นรู้เห็น
11. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างเต็มที่

### ประโยชน์ที่มีต่อครูผู้สอน

1. ช่วยให้ครูทำงานน้อยลงในด้านการสอนข้อเท็จจริงต่าง ๆ จึงมีโอกาที่จะให้เวลาเหล่านั้นในการเตรียมบทเรียนอื่นๆ ทำให้เกิดผลดีต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนได้มากที่สุด
2. ครูมีเวลาที่จะศึกษาความรู้เพิ่มเติม เพื่อพัฒนาความสามารถและประสิทธิภาพในการสอนของตนให้สูงขึ้น
3. ครูมีเวลาในการดูแลเอาใจใส่เล่าเรียนของผู้เรียนแต่ละคนได้มากขึ้น
4. ครูมีเวลาในการคิดสร้างสรรค์และพัฒนานวัตกรรมการศึกษาสื่อการสอนหรือหลักสูตรให้มีประสิทธิภาพและก้าวหน้ายิ่ง ๆ ขึ้น
5. ช่วยลดเวลาในการนำเสนอในบทเรียนหนึ่ง ๆ เพราะผลการวิจัยส่วนมากพบว่าบทเรียนที่มีลักษณะเป็นแบบโปรแกรม สามารถสอนเนื้อหาได้มากกว่าการสอนแบบอื่นๆ โดยใช้เวลาน้อยกว่า จึงสามารถเพิ่มเติมเนื้อหาหรือแบบฝึกหัดได้เต็มที่ตามความเหมาะสมและความต้องการของผู้เรียน หรือตามที่คุณสอนเห็นสมควร

### ประโยชน์ที่มีต่อการเรียนการสอน

1. ทำให้การเรียนการสอนเป็นมาตรฐานมากขึ้นเพราะผู้เรียนได้เรียนเหมือนกันหรือเท่ากัน โดยไม่ต้องกังวลถึงความหงุดหงิด หรือความเบื่อหน่ายของผู้สอนที่ตัวเองสอนวิชาเดียวซ้ำ ๆ กันหลายหน ซึ่งอาจทำให้คุณภาพการสอนลดลง
2. สามารถนำข้อมูลจากผลการเรียนของผู้เรียนมาใช้ประกอบการสอน หรือหลักสูตรเพื่อให้มีความก้าวหน้าและเกิดผลดีต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน
3. การแก้ไข หรือปรับปรุงบทเรียนทำได้ง่าย โดยแก้ไขเฉพาะส่วนที่ต้องการ ไม่ต้องการแก้ไขใหม่หมด
4. สามารถสอน หรือฝึกอบรมในลักษณะที่สมจริงให้กับผู้เรียนได้ เนื่องจากเนื้อหาบางอย่างไม่สามารถเรียนรู้จากสถานการณ์จริงได้ เช่น การฝึกนักบิน การฝึกแก้ไขสถานการณ์เร่งด่วน เป็นต้น
5. ช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนครูผู้สอนได้ จึงเปิดสอนได้หลายวิชาตามที่คุณเรียนต้องการโดยไม่ต้องคำนึงถึงจำนวนผู้สอนหรือผู้เรียนว่ามีเพียงพอที่จะเปิดสอนหรือไม่



6. ช่วยให้การเรียนการสอนมีทั้งประสิทธิภาพ ในแง่ที่ลดเวลาและลดค่าใช้จ่ายลง และประสิทธิผลในแง่ที่ทำให้ผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมาย

กนก จันทร์ทอง (2544 : 73) ได้กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประโยชน์หลายประการ ดังนี้

1. ส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-Pacing)
2. เป็นสื่อการสอนที่มีการสื่อสารแบบสองทาง (Two-way Communication)
3. ส่งเสริมการร่วมกิจกรรมทุกรูปแบบ (Active Learning) ที่มีทั้งการฟังบรรยาย การอ่านหนังสือกิจกรรมต่าง ๆ การฝึกหัดและการเรียนซ้ำ ทำแบบทดสอบตามที่กำหนดไว้ในบทเรียนแต่ละขั้นตอน
4. เป็นการนำเสนอประสม (Multimedia) ที่มีตัวอักษร ภาพและเสียงมาใช้อย่างกลมกลืน ส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual - difference) มีความยืดหยุ่น (Flexibility) ซึ่งสามารถสนองความต้องการในการเรียนของผู้เรียนได้ตลอดเวลา
5. ส่งเสริมการเรียนรู้เสริมของผู้เรียน (Tutorial)
6. ส่งเสริมการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการเรียนการสอน (Information Technology)
7. แก้ปัญหาการสอนแบบตัวต่อตัว
8. แก้ปัญหาเนื้อหาที่มีความยาก หรือซับซ้อนมาก
9. แก้ปัญหาการขาดแคลนครูและการบริหารเวลาการเรียนการสอนของโรงเรียน

นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษา และนักวิชาการได้กล่าวถึงข้อดี หรือประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังเช่น (อรพรรณ พรสีมา, 2530 ; สุโขทัย ธรรมาธิราช, 2530 ; ชาลิยา ลิมปิยากร, 2536 ; บุปผชาติ, 2540, ศุภนิต อารีหทัยรัตน์, 2545 ; Kathleen Cotton, 1991 พบว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประโยชน์หลายประการ กล่าวโดยสรุปได้ดังนี้

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Student Centered) คำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียน เป็นการช่วยให้ผู้เรียนที่เรียนได้ช้าหรือเรียนไม่ทันเพื่อนสามารถเรียนได้ตามความสามารถของตนเอง ไม่ต้องรีบเร่ง และไม่ต้องอายคนอื่นเมื่อตอบผิด

2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะช่วยให้ผู้เรียนได้รับคำตอบทันที แต่ถ้าเป็นครูจะมีโอกาสให้คำตอบหรือรายงานผลผิดหากให้คำตอบทันทีทันใด เพราะว่าการที่จะให้คำตอบหรือรายงานผลให้ผู้เรียนได้อย่างถูกต้องนั้นจะต้องใช้เวลา

3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีการป้อนกลับ (Feedback) ทันที มีสีสัน ภาพลายเส้น ภาพถ่าย ภาพเคลื่อนไหว ภาพที่ดูคล้าย 3 มิติ ตลอดจนเสียง เป็นการเพิ่มความเหมือนจริง และสร้างความสนใจ ผู้เรียนให้เกิดความอยากเรียนรู้ ทำแบบฝึกหัด หรือทำกิจกรรมต่าง ๆ

4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถจัดการสอนได้ดี เนื่องจากผู้สอนสร้างโปรแกรมที่มีขั้นตอน และระบบที่ดี ตัวอย่างเช่น ตั้งวัตถุประสงค์ สอนเนื้อหา ทำการทดสอบและมีผลย้อนกลับ นอกจากนั้นคอมพิวเตอร์ยังสามารถเก็บข้อมูลเกี่ยวกับผลการเรียนของผู้เรียน เพื่อนำมาวิเคราะห์และเสนอผลการวิเคราะห์นั้นได้อีกด้วย

5. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ใช้เสริมการเรียนปกติเพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ในด้านเนื้อหาดียิ่งขึ้น ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และควบคุมวิธีการเรียนของตนเองได้

6. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถสอนสั่งกับและทักษะชั้นสูงซึ่งยากแก่การสอนโดยครู หรือตำรา การจำลองสถานการณ์ โดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะช่วยให้ผู้เรียน เรียนได้ง่ายและเข้าใจมากยิ่งขึ้นกว่าการเรียนจากครู

7. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะปลูกฝังนิสัยความรับผิดชอบให้กับผู้เรียน เพราะที่ไม่เป็นการบังคับผู้เรียนให้เรียน แต่ครูใช้คอมพิวเตอร์เป็นการสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนเกิดความอยากเรียน เนื่องจากคอมพิวเตอร์เป็นสิ่งแปลกใหม่

8. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะช่วยขยายขีดความสามารถของผู้สอนในการควบคุม ผู้เรียนได้อย่างใกล้ชิด เนื่องจากเครื่องคอมพิวเตอร์สามารถบรรจุข้อมูลได้ง่าย และสะดวกในการนำออกมาใช้

9. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความสามารถในการคิดคำนวณได้รวดเร็วและแม่นยำ ผู้เรียนได้รับคำตอบทันที จึงช่วยให้ผู้เรียนเรียนได้รวดเร็ว และถูกต้องยิ่งขึ้น

10. ในปัจจุบันมีชุดคำสั่งสำเร็จรูปให้ผู้สร้างบทเรียนเลือกใช้ได้อย่างหลากหลาย และเลือกใช้ตามความเหมาะสม

Kathleen Cotton (1991) ได้รวบรวมคำตอบของผู้เรียนถึงเหตุผลของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ช่วยส่งเสริมให้มีผลสัมฤทธิ์ทางเรียนสูงขึ้น โดยรวบรวมจากงานวิจัยของ Bailo and Sivin 1990; Braun 1990; Lawon and Gerschner 1982; Mokros and Tinker 1987; Robertson, et al. 1987; Rupe 1986; Schmidt,etal. 1985 - 86; Wepner 1990. พอสรุปได้เป็นข้อ ๆ ดังนี้

1. ทำให้ผู้เรียนมีความอดทน (Are infinitely patient)
2. ไม่ทำให้รู้สึกเหนื่อย (Never get tired)
3. ไม่ทำให้รู้สึกอึดอัดหรือโกรธ (Never get frustrated or angry)
4. ปล่อยให้ผู้เรียนมีความเป็นส่วนตัว (Allow students to work privately)
5. ไม่เคยลืมหักที่จะแก้ไขหรือชมเชย (Correct or praise)
6. ทำให้สนุกและเพลิดเพลิน (Are fun and entertaining)
7. สามารถเรียนเป็นรายบุคคลได้ (Individualize learning)
8. เมื่อผู้เรียนทำผิดก็ไม่ต้องอายใคร (Do not embarrass students who make mistakes)
9. สามารถใช้หลายวิธีกับการทดลองหนึ่งอย่าง (Make it possible to Experiment with different options)
10. ให้ผลสะท้อนกลับทันทีทันใด (Give immediate feedback)
11. ทำให้เป็นรูปธรรมมากกว่าครู (Are more objective than teachers)
12. เป็นการติดต่อที่มีความหมายอย่างมากระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ โดยไม่ต้องมีครู (Free teacher for more meaningful contact with students)
13. มีความยุติธรรมไม่เอนเอียง (Are impartial to race or ethnicity)
14. เป็นตัวสร้างแรงจูงใจที่ยิ่งใหญ่ (Are great motivators)
15. เป็นแบบฝึกปฏิบัติที่ยอดเยี่ยม (Are excellent for drill and practice)

16. ช่วยให้ผู้เรียนได้ปรับปรุงแก้ไขเรื่องของภาษา (Help students improve Their spelling)

17. ไม่มีความน่าเบื่อเหมือนกับการเรียนด้วยการจดบันทึกอย่างเดียว  
(Eliminate the drudgery of doing certain learning activities by hand)

### ข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

แม้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีประโยชน์มากมายต่อการเรียนการสอน อย่างไรก็ตามย่อมที่จะมีข้อจำกัดเช่นเดียวกัน

กนก จันทรทอง (2544 : 73) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังนี้

1. ขาดบุคลากร ที่มีความรู้ความสามารถในการออกแบบและสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในสาขาวิชาต่าง ๆ
2. สิ่งที่แสดงบนจอภาพ เช่น ตัวหนังสือ ภาพ เสียง หรือวีดิทัศน์ที่ปรากฏเป็นการแสดงผลเพียงชั่วคราวเท่านั้น
3. ต้นทุนของฮาร์ดแวร์ คือ เครื่องคอมพิวเตอร์และระบบคอมพิวเตอร์ และซอฟต์แวร์บทเรียนที่นำมาใช้สูงกว่าสื่อประเภทอื่น ๆ
4. การพัฒนาซอฟต์แวร์มีต้นทุนสูงและพัฒนาได้ยาก เมื่อพัฒนาขึ้นมาแล้วยังประสบปัญหาความไม่แน่นอนของตลาดอีก
5. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์กับหลักสูตรน้อยมาก ส่วนใหญ่นำมาใช้ประกอบการเรียนการสอนบางส่วนเท่านั้น
6. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีจำหน่ายส่วนใหญ่มีคุณภาพต่ำ และมีจำนวนน้อย

ศุภนิต อารีหทัยรัตน์ (2545:90-100) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า

1. เครื่องมือใช้สร้างบทเรียน แม้ปัจจุบันจะมีเครื่องมือสร้างเพิ่มมากขึ้นและมีคุณภาพสูง แต่ยังใช้หรือนำมาสร้างค่อนข้างยาก มีความซับซ้อนสูง อีกทั้งยังมีราคาสูงอยู่

2. ผู้ใช้จะเป็นผู้ที่ออกแบบโปรแกรมบทเรียนขึ้นเอง นับได้ว่าเป็นงานค่อนข้างหนักที่จะต้องอาศัยทั้งความสามารถ เวลา สติปัญญาเป็นอย่างมาก จึงเป็นการเพิ่มภาระของผู้สอนมากขึ้น

3. บทเรียนคอมพิวเตอร์เป็นชุดคำสั่งที่ถูกออกแบบมาไว้ล่วงหน้า และเป็นลำดับขั้นตอนในการสอนตามที่จัดวางเอาไว้ ผู้ใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือช่วยสอน จึงไม่สามารถช่วยในการพัฒนาตามความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้

4. ผู้เรียนบางคนอาจจะไม่ชอบเรียนในบทเรียนที่เรียนตามขั้นตอน เป็นผลให้เป็นอุปสรรคในการรับรู้และเรียนรู้

5. การสร้างบทเรียนในเครื่องคอมพิวเตอร์ยังขาดผู้ออกแบบบทเรียนที่มีคุณภาพ

#### **การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน**

กฤษมันต์ วัฒนานรงค์ (2538) กล่าวว่า “....ในการสร้างสื่อการเรียนการสอน จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนก่อนที่จะนำไปใช้ และในฐานะที่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เป็นสื่อการเรียนการสอนอย่างอย่างหนึ่ง จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเป็นสื่อที่ผ่านการทดสอบ (Tested Media) เพื่อหาประสิทธิภาพให้ถึงระดับที่ยอมรับได้ จึงจะนำออกไปใช้ได้ ทั้งนี้สื่อที่ไม่ผ่านการทดสอบหาประสิทธิภาพ นอกจากไม่มีความมั่นใจในประสิทธิภาพและประสิทธิผลของบทเรียนที่ยืนยันได้ในเชิงปริมาณหรือตัวเลขแล้ว ยังอาจก่อให้เกิดผลข้างเคียงอันเกิดแก่ผู้เรียนในเชิงคุณธรรม จริยธรรมที่ไม่พึงประสงค์ของสังคมอีกด้วย....” และนักการศึกษาได้ให้ความหมายของประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ต่างๆ ดังนี้

กฤษมันต์ วัฒนานรงค์ (2538 : 11 - 14) ได้ให้ความหมายของประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง ความสามารถของบทเรียนในการสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ถึงระดับเกณฑ์ที่คาดหวังไว้

วุฒิชัย ประสานสอย (2543 : 39) ได้ให้ความหมายของประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง ความสามารถของบทเรียนในการสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน บรรลุวัตถุประสงค์ถึงระดับที่คาดหวังไว้ และครอบคลุมความเชื่อถือได้ (Reliability) ความพร้อม

ที่จะใช้งาน (Availability) ความมั่นคงปลอดภัย (Security) และความถูกต้องสมบูรณ์ (Integrity) อีกด้วย

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ (2520 : 149) ได้ให้เหตุผลถึงความจำเป็นต้องมีการหาประสิทธิภาพ ดังนี้

1. เพื่อเป็นการประกันคุณภาพของบทเรียน หรือชุดการสอนให้อยู่ชั้นสูงเหมาะสมที่จะลงทุนผลิตเป็นจำนวนมาก
2. ช่วยให้ผู้ที่น่าบทเรียนหรือชุดการสอนไปใช้ เกิดความมั่นใจว่าบทเรียนหรือชุดการสอนนั้นมีประสิทธิภาพ ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้
3. ช่วยให้ผู้ผลิตเกิดความมั่นใจว่า เนื้อหาสาระที่บรรจุลงในบทเรียนหรือชุดการสอนเหมาะสม ง่ายต่อการเข้าใจ อันจะช่วยให้ผู้ผลิตมีความชำนาญสูงขึ้น หรือประหยัดแรงงาน เวลา และงบประมาณในการเตรียม

นอกจากนี้ ฉลองชัย สุรวัฒนบูรณ์ (2528 : 213) ยังได้กล่าวถึงการหาประสิทธิภาพของสื่อการสอนที่ผลิตได้ ดังนี้

"...สื่อการสอนที่ผลิตได้ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องนำไปทดสอบหาประสิทธิภาพของสื่อ เพื่อเป็นหลักประกันว่า สื่อการสอนนั้นมีประสิทธิผลในการเรียนการสอน โดยต้องมีเกณฑ์ประสิทธิภาพของสื่อจากการประเมินผลพฤติกรรมต่อเนื่อง ซึ่งเป็นกระบวนการกับพฤติกรรมขั้นสุดท้าย ซึ่งเป็นผลลัพธ์..."

ในการทดลองหาประสิทธิภาพของสื่อ จะต้องนำไปทดลองใช้ (Try out) เพื่อปรับปรุงแก้ไขแล้วจึงนำไปทดลองใช้จริง (trial - run) เพื่อนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข หลังจากนั้นจึงดำเนินการผลิตเป็นจำนวนมากหรือใช้สอนในชั้นเรียนตามปกติได้ให้ระเบียบวิจัยการทดสอบ / ประเมินเพื่อพัฒนารูปแบบการวิจัยประเมินในลักษณะการวิจัยทดลองแก้ไขปรับปรุงใหม่จนได้สื่อที่มีประสิทธิภาพถึงเกณฑ์ที่กำหนด มีกระบวนการ 3 ระดับ คือ (ฉลองชัย , 2540:251)

1. ขั้นทดสอบ/ประเมินแบบหนึ่งต่อหนึ่งหรือแบบคลินิก (One to one or clinical testing) ซึ่งเป็นระยะแรกที่ผู้ออกแบบหรือผู้สอนทำการทดลองกับผู้เรียนเป็นรายบุคคลจำนวนไม่ต่ำกว่า 2 คน เพื่อให้ได้ข้อมูลมาแก้ไขปรับปรุง
2. ขั้นที่ 2 ทดสอบ/ประเมินกลุ่มเล็กหรือแบบหนึ่งต่อสิบ (Small group or one to ten testing) เป็นการทดสอบ/ประเมินกับผู้เรียนที่เป็นตัวแทนประชากรกลุ่มเป้าหมาย

จำนวน 6 - 10 คน โดยให้ศึกษาสื่อหรือชุดการเรียนการสอนในสภาพแวดล้อมที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง รวบรวมข้อมูล คำนวณหาประสิทธิภาพ แล้วแก้ไขปรับปรุงส่วนที่บกพร่อง

3. ขั้นที่ 3 ทดสอบ/ประเมินภาคสนามหรือแบบหนึ่งต่อร้อย (Field test or one to one hundred testing) เป็นการทดสอบ/ประเมินกับผู้เรียนทั้งชั้นประมาณ 30-100 คน โดยให้ผู้เรียนศึกษาสื่อหรือชุดการเรียนการสอนที่ปรับปรุงจากขั้นที่ 2 แล้ว ในสภาพแวดล้อมที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง คำนวณหาประสิทธิภาพ ถ้าปรากฏว่ายังไม่ถึงเกณฑ์ จะต้องปรับปรุงแก้ไขระบบสื่อ นั้น แล้วทำการทดลองซ้ำใหม่อีก จนกระทั่งสื่อมีประสิทธิภาพถึงเกณฑ์ที่กำหนด

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้สูตรการหาประสิทธิภาพ KW-CAI ซึ่งได้ทำการสังเคราะห์สูตรขึ้นโดย รองศาสตราจารย์ ดร. กฤษมันต์ วัฒนานรงค์ ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ การหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีหน่วยเป็นร้อยละ (Percentage) โดยใช้สูตรการหาประสิทธิภาพ KW-CAI จะเป็นดังนี้ (กฤษมันต์ 2538 : 11 - 14)

#### สูตร KW - CAI

$$E - CAI = \frac{\bar{E}_a + E_b}{2} \times 100$$

หรือ  $E - CAI = 50(\bar{E}_a + \bar{E}_b)$

โดยที่  $E - CAI$  = ประสิทธิภาพของบทเรียน CAI

$\bar{E}_a$  = ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของคะแนนแบบฝึกหัด (จากสูตร KW-A)

$\bar{E}_b$  = ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของคะแนนแบบทดสอบ (จากสูตร KW-B)

### การหา A ในสูตร KW-A

จากสูตร KW-A หาค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของคะแนนแบบฝึกหัด

$$\bar{E}_a = \frac{\sum_{i=1}^n \left( \frac{X}{A} \right)_i}{N}$$

เมื่อ	$\bar{E}_a$	=	ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของคะแนนแบบฝึกหัด
	X	=	คะแนนแบบฝึกหัด
	A	=	คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด
	N	=	จำนวนผู้เรียน

### ความหมายของคะแนนการทำแบบฝึกหัดสำหรับสูตร KW-A

X คือ คะแนนที่ผู้เรียนแต่ละคนทำได้ หมายถึง คะแนนจากข้อคำถามที่ผู้เรียนตอบถูกขณะศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือคะแนนจากการทำแบบฝึกหัดหรือกิจกรรมผ่านในแต่ละวัตถุประสงค์ของบทเรียน

A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด เป็นคะแนนเต็มของข้อคำถามในบทเรียนหรือคะแนนที่เป็นค่าของจำนวนกลุ่มของแบบฝึกหัดที่อาจจะมีหลายข้อ แต่ละจุดประสงค์ของบทเรียน เช่น วัตถุประสงค์หนึ่งอาจจะมีแบบฝึกหัดที่เป็นข้อคำถามหรือกิจกรรมต่างๆ หลายข้อ ถ้าผู้เรียนทำแบบฝึกหัดได้ผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เช่น ร้อยละ 80 หรือ ร้อยละ 90 ให้ถือว่าผ่านวัตถุประสงค์โดยได้ค่า A เป็น 1 ไม่ใช่ตามจำนวนข้อคำถามในแต่ละจุดประสงค์

### การหา B ในสูตร KW-B

$$\text{สูตร KW-B } E_b = \frac{\sum_{i=1}^n \left( \frac{X}{B} \right)_i}{N}$$

$\bar{E}_b$	=	ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของคะแนนแบบทดสอบ
X	=	คะแนนแบบทดสอบ
B	=	คะแนนเต็มของแบบทดสอบ
N	=	จำนวนผู้เรียน



### ความหมายของคะแนนการทำแบบฝึกหัดสำหรับสูตร KW-B

X คือ คะแนนที่ผู้เรียนแต่ละคนทำได้

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังการเรียนบทเรียน CAI โดยให้ค่าคำตอบ 1 คะแนนต่อข้อ หรืออาจใช้คะแนนจากค่าจำนวนวัตถุประสงค์ที่ผู้เรียนสอบผ่านได้อีกด้วย เช่น ข้อสอบหลังการเรียนมีจำนวนทั้งหมด 100 ข้อ แต่แยกเป็นวัตถุประสงค์ได้ 20 วัตถุประสงค์ ใน 1 วัตถุประสงค์อาจมีข้อสอบ 3 ข้อ 4 ข้อ หรือ 5 ข้อ ถ้าผู้สอบสามารถตอบในแต่ละวัตถุประสงค์ได้ผ่านตามเกณฑ์ ก็ให้นับเป็น 1 วัตถุประสงค์ได้ ฉะนั้นผู้ที่ทำข้อสอบได้เต็มหรือผ่าน 20 วัตถุประสงค์ไม่จำเป็นต้องทำข้อสอบทุกทั้งหมด 100 ข้อ

การประเมินค่า E-CAI ซึ่งมีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ มีเกณฑ์ดังนี้

95 - 100	มีประสิทธิภาพดีมาก
90 - 94	มีประสิทธิภาพดี
80 - 89	มีประสิทธิภาพพอใช้
ต่ำกว่า 80	ต้องปรับปรุงแก้ไข

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ดังที่ได้กล่าวไปแล้วว่าปัจจุบันบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้รับความนิยมจากนักการศึกษาเป็นอย่างมาก ตั้งแต่ระดับโรงเรียนจนถึงระดับมหาวิทยาลัย นอกจากนี้จะมีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว ยังมีผลงานวิจัยอีกจำนวนมากที่ได้ทำการศึกษาวิจัย ผลการวิจัยสรุปได้ตรงกันว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีส่วนช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ช่วยลดเวลาในการเรียน สำหรับการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ได้มีผู้ทำการศึกษาวิจัยดังนี้

### งานวิจัยในประเทศ

งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาวิทยาศาสตร์ มีนักศึกษาวิจัยไว้ ดังนี้

อมร สุขจรัส (2533) ศึกษาผลของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การย่อยอาหารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี เปรียบเทียบกับวิธีสอนแบบปกติ ผลการศึกษาพบว่า การสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการสอนปกติและนักเรียนที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความเห็นด้วยต่อการเรียนด้วยวิธีนี้

จิรภา อินถา (2535) ได้ผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด จำนวน 20 คน มีความรู้เพิ่มขึ้นจากเดิมก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และเมื่อพิจารณารายหน่วยพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความรู้เพิ่มขึ้น และใช้เวลาในการเรียนบทเรียนนี้ ประมาณ 2 - 3 ชั่วโมง

ประวิทย์ บึงสว่าง (2537) ศึกษาการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ ในการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง เรื่อง ปฏิกริยาไฟฟ้าเคมี กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนราชวินิตบางแก้ว แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ให้กลุ่มทดลองวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ ส่วนกลุ่มควบคุมให้วิเคราะห์และสรุปผลการทดลองแบบอภิปรายในชั้นเรียน ผลการศึกษาพบว่า ทั้ง 2 กลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนกลุ่มทดลองมีความคิดเห็นที่ดี และเห็นด้วยกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

วิลารรรถ ษาแท่น (2537) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทบทวนความรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง กลไกมนุษย์ หน่วยการย่อยอาหาร กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แตกต่างจากนักเรียนที่เรียนจากการสอนปกติ และนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีความเห็นด้วยต่อการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้

รุ่งโรจน์ พงศ์กิจจิตร (2544) ศึกษาการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ร่วมกับกระบวนการสร้างองค์ความรู้เรื่องการแจกแจงความน่าจะเป็นเชิงทฤษฎีความน่าจะเป็น ธุรกิจ หลักสูตรสถาบันราชภัฏ พ.ศ. 2543 กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 จำนวน 2 กลุ่ม กลุ่ม 1 เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างเดียว กลุ่ม 2 เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับกระบวนการสร้างองค์ความรู้ พบว่า ทั้ง 2 กลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

## งานวิจัยในต่างประเทศ

สำหรับงานวิจัยในต่างประเทศได้มีผู้ทำการวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

Barbacci (1992) วิเคราะห์การเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบสถานการณ์จำลอง (CSI) กับการเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับ 10 (เกรด 10) พบว่าการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ให้ค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับการตอบแบบบรรยายทั้ง CSI และ CAI ให้ผลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

Pasek (1994 : 43 อ้างใน ประเสริฐ,2540) ได้ศึกษาผลของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบวิดีโอปฏิสัมพันธ์ ( Interactive Videodisc) ในการสอนมโนทัศน์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แนวเส้นตรง ในสหรัฐอเมริกา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนวิชาฟิสิกส์ จำนวน 7 ห้องเรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบวิดีโอปฏิสัมพันธ์กับการสอนแบบปกติโดยครู ผลการวิจัยพบว่า 1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยลดเวลาในการเรียนได้ 2) ผู้เรียนมีความสนใจต่อการเรียนมากขึ้น 3) ผู้เรียนมีเจตคติต่อการเรียนในทางบวก 4) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบวิดีโอปฏิสัมพันธ์ มีประสิทธิภาพในการนำมาใช้ในการเรียนการสอน

### บทที่ 3

#### ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi experimental research) แบบวัดก่อนและหลังการทดลอง โดยมีกลุ่มควบคุม เป็นการวิจัยแบบ pretest - posttest control group design (Campbell and Standley, 1963) โดยมีรูปแบบการวิจัยดังนี้

	$O_1$	X	$O_2$
	$O_1$		$O_2$
เมื่อ	$O_1$	คือ การวัดก่อนการทดลอง	
	$O_2$	คือ การวัดหลังการทดลอง	
	X	คือ การเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	

#### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาการท่องเที่ยวและการโรงแรม คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 จำนวน 215 คน จาก 3 กลุ่มเรียน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 สาขาการท่องเที่ยวและการโรงแรม คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยวิธีการจับสลากกลุ่มเรียนมา 2 กลุ่มจากจำนวน 3 กลุ่ม แล้วนำกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มมาสุ่มอย่างง่ายด้วยการจับสลากอีกครั้ง เพื่อจัดให้กลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มทดลองและอีกกลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม โดยที่แต่ละกลุ่มจำนวนนักศึกษาไม่เท่ากัน

#### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต เรื่องระบบนิเวศ

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต เรื่อง ระบบนิเวศ

3. แบบประเมินความเหมาะสมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

### การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. ศึกษาเนื้อหาจากแบบเรียน แผนการสอน และเอกสาร เพื่อนำมาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2. กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็นหัวข้อย่อย 7 หัวข้อ คือ

- 1) ความหมายของนิเวศวิทยา
- 2) ความหมายของระบบนิเวศ
- 3) องค์ประกอบของระบบนิเวศ
- 4) การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ
- 5) พีระมิดนิเวศ
- 6) ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต
- 7) การหมุนเวียนของสารในระบบนิเวศ

3. เนื้อหาบทเรียนที่เขียน Storyboard เรียงลำดับเนื้อหาทั้งหมด พร้อมลงรายละเอียดของภาพและคำบรรยาย

4. นำบทเรียนที่เขียน Storyboard เสร็จเรียบร้อยแล้วเสนอให้ผู้ร่วมสอนในรายวิชาเดียวกันพิจารณาตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหาของบทเรียน และความเหมาะสมของการจัดทำโปรแกรมบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน และนำมาปรับปรุงแก้ไขได้แก่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปิยวรรณ แสงสว่าง อาจารย์สุนิตย์ จีรวงส์ อาจารย์ศึกษา อุ้นเจริญ

5. นำ Storyboard ที่ปรับปรุงแล้วมาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้โปรแกรม Authorware 6.0

6. กำหนดประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในที่นี้ผู้วิจัยเลือกแบบสอนเนื้อหา (Tutorial)

7. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทางด้านคอมพิวเตอร์ และด้านวิทยาศาสตร์พิจารณาความถูกต้อง และความเหมาะสมแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ ดร.พิมพ์ใจ ภีบาลสุข ผู้อำนวยการศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต นายธีรยุทธ นนทะศร หัวหน้าแผนกสื่อการสอน มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต อาจารย์วันเพ็ญ เขียนเอี่ยม อาจารย์หมวดวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนธัญญบุรี อาจารย์มณฑล อนันตรศิริชัย อาจารย์ 2 ระดับ 7 โรงเรียนหอวัง อาจารย์สมปัญญา ศรีภคานนท์ อาจารย์ 3 ระดับ 8 โรงเรียนเทพศิรินทร์ นนทบุรี

8. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้จากการปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ (Try out) (ฉลองชัย, 2540 : 251) โดยทดลองกับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่งจำนวน 2 คน แบบหนึ่งต่อสิบจำนวน 7 คน และแบบหนึ่งต่อร้อย จำนวน 45 คน โดยไม่ใช่นักศึกษาที่ถูกเลือกในการทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่งและหนึ่งต่อสิบ ทั้งนี้เพื่อดูภาพรวมของการใช้โปรแกรมและปัญหาที่ผู้เรียนพบเหมือน ๆ กัน เพื่อนำมาพิจารณาปรับปรุงแก้ไข เช่น ภาษาที่ใช้มีความเข้าใจหรือไม่ความชัดเจนของตัวอักษร ความเหมาะสมของภาพ และหาประสิทธิภาพของบทเรียนตามสูตร KW - CAI

9. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ปรับปรุงขั้นสุดท้ายแล้วไปทดลองใช้กับนักศึกษากลุ่มทดลองและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

### การสร้างแบบทดสอบ

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต เรื่อง ระบบนิเวศ มีลำดับขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร เนื้อหา และวัตถุประสงค์การเรียนรู้จากแผนการสอนและหนังสือ
2. ออกข้อสอบเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยให้ครอบคลุมผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและตรวจสอบความถูกต้องจากผู้เชี่ยวชาญ
3. นำแบบทดสอบให้อาจารย์ที่มีความชำนาญในการสอนเรื่อง ระบบนิเวศอย่างน้อย 5 ปี ขึ้นไปตรวจสอบความตรงของเนื้อหา ความถูกต้องเหมาะสมของภาษา ตัวเลือก และ ตัวลวงเพื่อนำมาปรับปรุง ได้แก่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปิยวรรณ แสงสว่าง อาจารย์สุนิตย์ จีรวงส์ และอาจารย์ศีกษา อุ่นเจริญ

4. นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขโดยสมบูรณ์แล้วไป ทดลองใช้ (Try out) กับ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน

5. นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาดัชนีความง่าย และดัชนี อำนาจจำแนก

6. คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความง่าย (p) ระหว่าง 0.2 – 0.8 และค่าดัชนี อำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป ได้ข้อคำถามที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์จำนวน 20 ข้อ (ภาคผนวก ง)

7. นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 44 คน เพื่อหาค่าดัชนีความเที่ยงของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร Kuder – Richardson # 20 (K.R. # 20) ซึ่งได้ค่าดัชนีความเที่ยงของแบบทดสอบเป็น 0.66 แล้วจึงนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

#### แบบประเมินความเหมาะสมการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้แบบประเมินความเหมาะสมการใช้บทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นข้อความเชิงนิมิตที่ถามนักศึกษาในกลุ่มทดลอง ถึงความคิดเห็นในการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นแบบมาตราส่วนประเมิน ค่า 5 ระดับ

การตรวจให้คะแนนแบบประเมินความเหมาะสมการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย สอน กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนระดับความคิดเห็นดังนี้

ระดับความเหมาะสม	คะแนน
มากที่สุด	5
มาก	4
ปานกลาง	3
น้อย	2
น้อยที่สุด	1

เมื่อตรวจให้คะแนนแล้ว นำมาแปลผลเป็นค่าเฉลี่ยของความเหมาะสม โดยมีเกณฑ์ในการตัดสินค่าเฉลี่ยดังนี้ (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2546 : 74-77)

ค่าเฉลี่ย	ระดับการประเมิน
4.51 - 5.00	มีความเหมาะสมมากที่สุด
3.51 - 4.50	มีความเหมาะสมมาก
2.51 - 3.50	มีความเหมาะสมปานกลาง
1.51 - 2.50	มีความเหมาะสมน้อย
1.00 - 1.50	มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัย ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ที่มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต กรุงเทพมหานคร ใน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ให้นักศึกษากลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมทำแบบทดสอบวิชา วิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต เรื่อง ระบบนิเวศ ก่อนเรียนเนื้อหาจริง (Pretest)
2. ให้นักศึกษากลุ่มทดลองเรียนเนื้อหาเรื่องระบบนิเวศ ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนตามปกติจากแผ่นใสโดยผู้วิจัยเป็นผู้สอน
3. หลังจากการเรียนสิ้นสุดลงแล้ว ให้นักศึกษาทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แบบทดสอบชุดเดิม (Posttest)
4. ให้นักศึกษากลุ่มทดลองทำแบบสอบถามความคิดเห็นหลังจากที่ได้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
5. นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อแปลผล และสรุปผลการทดลอง

### การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลจากคะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และแบบสอบถามความคิดเห็นของนักศึกษากลุ่มทดลอง ดังนี้

1. วิเคราะห์ดัชนีความง่าย ค่าดัชนีอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน (บุญเรียง, 2543 ก : 116)



$$\text{สูตร} \quad \text{ดัชนีความง่าย} = \frac{R_U + R_L}{N_U + N_L}$$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ} \quad R_U &= \text{จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง} \\ R_L &= \text{จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ} \\ N_U &= \text{จำนวนคนที่ตอบข้อสอบในกลุ่มสูง} \\ N_L &= \text{จำนวนคนที่ตอบข้อสอบในกลุ่มต่ำ} \end{aligned}$$

$$\text{สูตร} \quad \text{ดัชนีอำนาจจำแนก} = \frac{R_U - R_L}{n}$$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ} \quad R_U &= \text{จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง} \\ R_L &= \text{จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ} \\ n &= \text{จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ} \end{aligned}$$

2. วิเคราะห์ค่าดัชนีความเที่ยงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สูตร K.R. # 20 ของ Kuder – Richardson # 20 (บุญเรียง, 2543 ก : 165)

$$\text{สูตร} \quad r = \frac{k}{K-1} \left[ 1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right]$$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ} \quad r &= \text{ดัชนีความเที่ยงของแบบทดสอบ} \\ K &= \text{จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ} \\ p &= \text{สัดส่วนของคนที่ตอบถูก} \\ q &= 1 - p \\ S^2 &= \text{ความแปรปรวนของคะแนนที่ได้จาก} \\ &\quad \text{แบบทดสอบของ กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด} \end{aligned}$$

$$\text{สูตร } S^2 = \frac{n \sum fx^2 - (\sum fx)^2}{n(n-1)}$$

เมื่อ  $S^2$  = ความแปรปรวนของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบ  
ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

$x$  = คะแนนของนักศึกษาแต่ละคน

$f$  = ความถี่ของข้อมูลแต่ละตัว

$n$  = จำนวนนักศึกษาทั้งหมดที่เข้าสอบ

3. วิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต เรื่อง ระบบนิเวศ ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ค่าสถิติพื้นฐาน คือ ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยใช้ SPSS for WINDOWS version 11.0

4. วิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมภายหลังการเรียนโดยใช้ t-test ทดสอบโดยใช้โปรแกรม SPSS for WINDOWS version 11.0

5. วิเคราะห์แบบประเมินติดตามผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบนิเวศ ของกลุ่มทดลองโดยใช้ค่าสถิติพื้นฐาน คือ ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยใช้ SPSS for WINDOWS version 11.0

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์ เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต เรื่อง ระบบนิเวศ ทำการหาคุณภาพเครื่องมือจนได้มาตรฐานตามเกณฑ์ร้อยละ 80 แล้วนำไปทดลองใช้กับนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาการท่องเที่ยวและการโรงแรม คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ เป็นกลุ่มทดลอง 61 คน กลุ่มควบคุมจำนวน 57 คน ผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for WINDOWS version 11.0 (Statistical Package for Social Science Version 11) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต เรื่อง ระบบนิเวศ โดยการใช้การหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ร้อยละ 80

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต เรื่อง ระบบนิเวศ ก่อนกับหลังการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ตอนที่ 3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต เรื่อง ระบบนิเวศ ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

ตอนที่ 4 ประเมินความเหมาะสมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต เรื่อง ระบบนิเวศ

## ตอนที่ 1 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

### ขั้นตอนทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง

ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต เรื่อง ระบบนิเวศ ทดลองใช้กับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 2 คน ปรากฏผล ดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชั้นหนึ่งต่อหนึ่ง

การทดลอง	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	N = 2
			ค่าเฉลี่ยของ อัตราส่วนของ คะแนน
แบบฝึกหัดระหว่างเรียน (25 ข้อ)	50	45	0.900
แบบทดสอบหลังเรียน (20 ข้อ)	40	33	0.825
ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (E-CAI) คิดเป็นร้อยละ 86.25			

จากตารางที่ 1 ผลการทดลองกับนักศึกษาชั้นหนึ่งต่อหนึ่งได้ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของคะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียน เท่ากับ 0.90 และค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 0.825 เมื่อนำไปคำนวณหาประสิทธิภาพโดยให้สูตร KW-CAI พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในเกณฑ์ร้อยละ 86.25 หมายถึง บทเรียนมีประสิทธิภาพพอใช้ ผู้วิจัยและศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษาจึงได้ร่วมมือแก้ไขปรับปรุงด้านต่าง ๆ เช่นการเพิ่มเสียงบรรยาย

## ขั้นตอนทดสอบแบบหนึ่งต่อสิบ

ผู้วิจัยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ปรับปรุงจากการทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่งไปทดลองใช้ในชั้นที่ 2 กับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและไม่ใช่นักศึกษาที่ทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง จำนวน 7 คน ผลการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 2

**ตารางที่ 2** ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชั้นหนึ่งต่อสิบ

			N = 7
การทดลอง	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	ค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนของคะแนน
แบบฝึกหัดระหว่างเรียน (25 ข้อ)	175	166	0.949
แบบทดสอบหลังเรียน (20 ข้อ)	140	120	0.857
ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (E-CAI) คิดเป็นร้อยละ 90.30			

จากตารางที่ 2 ผลการทดลองกับนักศึกษาชั้นกลุ่มเล็ก ได้ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของคะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียน เท่ากับ 0.949 และค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 0.857 เมื่อนำไปคำนวณหาประสิทธิภาพโดยใช้สูตร KW-CAI พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในเกณฑ์ร้อยละ 90.30 แสดงว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพดี ผู้วิจัยและศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษาปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติม เช่น เพิ่มตัวอย่างให้มากขึ้น เพิ่มรูปภาพเพื่อให้บทเรียนน่าสนใจยิ่งขึ้น

### ขั้นตอนทดสอบแบบหนึ่งต่อร้อย

ผู้วิจัยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้ทำการปรับปรุงจากขั้นตอนทดสอบแบบหนึ่งต่อสิบ ไปทดลองใช้ในชั้นที่ 3 กับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และไม่ใช่นักศึกษาที่ทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่งและแบบหนึ่งต่อสิบ จำนวน 45 คน ผลการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 3

**ตารางที่ 3** ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชั้นหนึ่งต่อร้อย

N = 45			
การทดลอง	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	ค่าเฉลี่ยของ อัตราส่วนของ คะแนน
แบบฝึกหัดระหว่างเรียน (25 ข้อ)	1125	1068	0.949
แบบทดสอบหลังเรียน (20 ข้อ)	900	792	0.857
ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (E-CAI) คิดเป็นร้อยละ 91.45			

จากตารางที่ 3 ผลการทดลองกับนักศึกษาชั้นหนึ่งต่อร้อย ได้ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของคะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียน เท่ากับ 0.949 และค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน เท่ากับ 0.880 เมื่อนำไปคำนวณหาประสิทธิภาพโดยใช้สูตร KW-CAI พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในเกณฑ์ร้อยละ 91.45 แสดงว่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพดี จึงสามารถนำไปใช้ทดลองได้

**ตอนที่ 2**      เปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลัง  
การทดลองของนักศึกษา ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

**ตารางที่ 4**      เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบก่อนและ  
หลังการทดลองของนักศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

	n	$\bar{X}$	S.D.	n	$\bar{X}$	S.D.	p - value
กลุ่มทดลอง	61	10.16	2.84	61	14.43	2.35	.000
กลุ่มควบคุม	57	9.96	2.18	57	13.91	2.43	.000

จากตารางที่ 4 จะเห็นว่ากลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมมีค่า p-value =  $0.000 < 0.05$  สรุปได้ว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต เรื่อง ระบบนิเวศ ก่อนและหลังการทดลอง ของนักศึกษา กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าเมื่อนักศึกษาได้เรียนเรื่อง ระบบนิเวศ แล้วทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

**ตารางที่ 5** เปรียบเทียบความแตกต่าง ค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองและควบคุม

นักศึกษา	n	$\bar{X}$	S.D.	p-value
กลุ่มทดลอง	61	10.16	2.84	0.672
กลุ่มควบคุม	57	9.96	2.19	

จากตารางที่ 5 จะเห็นว่า ค่า  $p\text{-value} = 0.672 > 0.05$  สรุปได้ว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต เรื่องระบบนิเวศ ก่อนการทดลอง ของนักศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05 แสดงว่าก่อนการทดลองนักศึกษาทั้ง 2 กลุ่ม มีความสามารถไม่แตกต่างกัน เมื่อดำเนินการทดลองจะทำให้เชื่อมั่นว่าผลการทดลองเกิดจากประสิทธิภาพของเครื่องมือจริง

**ตารางที่ 6** เปรียบเทียบความแตกต่าง ค่าเฉลี่ยของคะแนน แบบทดสอบหลังการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

นักศึกษา	n	$\bar{X}$	S.D.	p-value
กลุ่มทดลอง	61	14.43	2.35	0.245
กลุ่มควบคุม	57	13.91	2.43	

จากตารางที่ 6 จะเห็นว่าค่า  $p\text{-value} = 0.245 > 0.05$  สรุปได้ว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต เรื่องระบบนิเวศหลังการทดลอง ของนักศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่ต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05



### ตอนที่ 3 ความคิดเห็นของนักศึกษาหลังการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผู้วิจัยได้ใช้ผลการประเมินความเหมาะสมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต เรื่อง ระบบนิเวศ โดยใช้เกณฑ์ในการตัดสินค่าเฉลี่ย ตามแบบของ ชูศรี วงศ์รัตน์ (2546 : 74-77) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	ระดับการประเมิน
4.51 - 5.00	มีความเหมาะสมมากที่สุด
3.51 - 4.50	มีความเหมาะสมมาก
2.51 - 3.50	มีความเหมาะสมปานกลาง
1.51 - 2.50	มีความเหมาะสมน้อย
1.00 - 1.50	มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ผลการประเมินความเหมาะสมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แสดงดังตารางที่ 7

**ตารางที่ 7** ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนความเหมาะสมของบทเรียน  
คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.
1. บทเรียนออกแบบได้สวยงามและน่าสนใจ	4.50	0.60
2. คำสั่งและคำชี้แจงชัดเจน เข้าใจง่าย	4.26	1.72
3. เนื้อหาบทเรียนมีระดับความยากง่ายเหมาะสมกับผู้เรียน	4.32	0.78
4. เนื้อหาตรงตามหลักสูตรและวัตถุประสงค์ของการเรียน	4.34	0.71
5. วิธีการใช้งานโปรแกรมสะดวก ไม่ซับซ้อนจนเกินไป	4.34	0.82
6. ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนรู้ด้วยตนเอง	4.45	0.72
7. การอธิบายเนื้อหาของบทเรียนมีความเหมาะสม	4.37	0.68
8. การตอบสนองของโปรแกรมเหมาะสมและเข้าใจง่าย	4.24	0.71
9. เสียงบรรยายชัดเจนเหมาะสมกับเนื้อหา	4.00	0.77
10. เทคนิคการนำเสนอภาพเหมาะสมกับเนื้อหา	4.13	0.84
11. รูปแบบและขนาดตัวอักษรชัดเจน	4.32	0.70
12. สีภาพ ตัวอักษร และพื้นจอ ไม่รบกวนการเรียนรู้	4.29	0.77
13. แบบฝึกหัดช่วยเพิ่มความเข้าใจเนื้อหา	4.34	0.75
14. บทเรียนทำให้นักศึกษาสามารถเข้าใจเนื้อหาได้ดี	4.34	0.67
15. รู้สึกอิสระในการควบคุมบทเรียนด้วยตนเอง	4.32	0.74
16. ชอบที่จะศึกษาผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์	4.29	0.77
17. รู้สึกสนุกกับการเรียนจากคอมพิวเตอร์	4.34	0.91
18. มีความตั้งใจเรียนเพิ่มขึ้น เมื่อเรียนจากเครื่องคอมพิวเตอร์	4.34	0.82
19. ชอบความแปลกใหม่และทันสมัยในการเรียน	4.32	0.70
20. มั่นใจว่าสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง โดยไม่ต้องมีผู้สอนอยู่	3.87	0.84
21. รู้สึกไม่เครียด เมื่อเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์	4.34	0.78
ค่าเฉลี่ยรวม	4.288	0.80

จากตารางที่ 7 แสดงให้เห็นว่าโดยภาพรวม นักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีความคิดเห็นว่าบทเรียนมีความเหมาะสมในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.288$ ) ซึ่งถ้าพิจารณาข้อคำถามแต่ละรายการพบว่ามีค่าเฉลี่ยเรียงลำดับจากมากไปน้อย ดังนี้ บทเรียนออกแบบได้สวยงามและน่าสนใจ ( $\bar{X} = 4.50$ ) ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ( $\bar{X} = 4.45$ ) การอธิบายเนื้อหาของบทเรียนมีความเหมาะสม ( $\bar{X} = 4.37$ ) และ นักศึกษาเห็นว่าเนื้อหาตรงตามหลักสูตรและวัตถุประสงค์ของการเรียน วิธีการใช้งานของ โปรแกรมมีความสะดวกไม่ซับซ้อนเกินไป แบบฝึกหัดช่วยเพิ่มความเข้าใจในเนื้อหา บทเรียนทำให้นักศึกษาสามารถเข้าใจเนื้อหาได้ดี รู้สึกสนุกกับการเรียนจากคอมพิวเตอร์ มีความตั้งใจเรียนเพิ่มขึ้นเมื่อเรียนจากเครื่องคอมพิวเตอร์ รู้สึกไม่เครียดเมื่อเรียนจาก บทเรียนคอมพิวเตอร์ ( $\bar{X} = 4.34$ )

นอกจากนี้นักศึกษายังได้ให้ข้อเสนอแนะไว้ดังนี้

1. ควรจัดทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในรายวิชาอื่นๆ เช่น วิชาภาษาอังกฤษ วิชามนุษยกับการใช้เหตุผล วิชาธุรกิจโรงแรม วิชาภาษาฝรั่งเศส วิชาคณิตศาสตร์ วิชาภาษาไทย วิชาภาษาจีน
2. ควรมีการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ให้มากขึ้น เพราะจะทำให้นักศึกษาสนใจอยากเรียนมากขึ้น
3. ควรมีการสอนวิธีการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เบื้องต้น สำหรับนักศึกษาที่ยังใช้คอมพิวเตอร์ไม่คล่อง

### ข้อวิจารณ์

ผลการวิจัยเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต เรื่อง ระบบนิเวศ จากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ของ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาการท่องเที่ยวและการโรงแรม คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยมีความคิดเห็นดังนี้

1. จากการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยร่วมกับศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์สร้างขึ้นไปทดลองหาประสิทธิภาพ โดยทำการทดลองขั้นหนึ่งต่อหนึ่งได้ประสิทธิภาพของบทเรียน (E-CAI) เท่ากับร้อยละ 86.25 ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์พอใช้ จึงได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาปรับปรุงแก้ไข แล้วนำกลับไปทดลองขั้นหนึ่งต่อสิบ ผลการทดลองได้บทเรียนที่มีประสิทธิภาพ เท่ากับร้อยละ 90.3 คืออยู่ในเกณฑ์ดี จึงปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งหนึ่งแล้วนำไปทดลองขั้นหนึ่งต่อร้อย ผลการทดลอง

พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพเท่ากับร้อยละ 91.45 หมายความว่า มีประสิทธิภาพดี ถึงแม้ว่าจะไม่ใช่ขั้นที่มากแต่ก็สามารถนำไปใช้กับกลุ่มทดลองได้

การที่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต เรื่อง ระบบนิเวศ มีประสิทธิภาพของบทเรียน (E-CAI) ร้อยละ 91.45 อาจมีสาเหตุมาจาก บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยและศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษาร่วมกันสร้างขึ้น เป็นบทเรียนที่ประกอบด้วยเนื้อหาพร้อมทั้งมีเสียงบรรยาย และมีการแทรกคำถามในระหว่างที่เรียนมีการเฉลยคำตอบไว้ให้ทราบด้วย เป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับซึ่งเป็นการเสริมแรง เมื่อนักศึกษาเรียนจบเนื้อหาแล้ว ยังมีแบบฝึกหัดท้ายเรื่องอีกเพื่อเป็นการ ทบทวนความรู้ของนักศึกษา ซึ่งลักษณะของแบบฝึกหัดจะเสริมแรงโดยการให้นักศึกษา ตอบได้ถึง 3 ครั้งจากตัวเลือก 4 ตัวเลือก ถ้าตอบครั้งที่ 1 ถูก จะได้ 3 คะแนนถ้าตอบครั้งที่ 1 ผิด แล้วเลือกตอบครั้งที่ 2 ถูกจะได้ 2 คะแนน แต่ถ้าตอบครั้งที่ 1 ผิด และครั้งที่ 2 ผิด แล้วเลือกตอบครั้งที่ 3 ถูก จะได้เพียง 1 คะแนน ถ้าตอบครั้งที่ 1, 2 และ 3 ผิด จะได้ศูนย์ คะแนน และไม่มีสิทธิ์ตอบครั้งที่ 4 จะต้องคลิกเมาส์ทำข้อใหม่ต่อไป เมื่อเริ่มเรียน ระยะแรกนักศึกษบางคนยังคงใช้เมาส์ไม่คล่อง แต่เมื่อเรียนในหัวข้อต่อไป ก็สามารถใช้ได้คล่องขึ้นและเรียนได้เร็วขึ้น เนื้อหาในบทเรียนมีภาพประกอบทำให้นักศึกษาเข้าใจมากขึ้น และมีเสียงบรรยายเพิ่มเติมจึงสามารถสร้างความสนใจในการเรียนของนักศึกษา เป็นการสร้างบรรยากาศในการเรียน ทำให้นักศึกษารู้สึกสนุก ไม่เบื่อหน่าย ไม่รู้สึกกลัว หรืออายเมื่อตอบคำถามผิด ผู้สอนจะมีบทบาทน้อยลงไป จะเป็นเพียงคอยให้คำแนะนำ และตอบข้อซักถามเมื่อนักศึกษาไม่เข้าใจ จะเห็นว่า การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบนิเวศ ใช้ได้ผลดี นักศึกษามีความกระตือรือร้นที่จะเรียน ดังนั้น เมื่อนักศึกษา ทำแบบฝึกหัดขณะเรียนจึงสามารถทำได้ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต เรื่องระบบนิเวศระหว่างนักศึกษากลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับ นักศึกษากลุ่มที่เรียนแบบปกติโดยครู ผลการวิจัยมีดังนี้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต เรื่อง ระบบนิเวศ หลังการทดลองของนักศึกษาสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการ ทดลองระหว่างนักศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมพบว่าไม่แตกต่างกัน ที่ระดับ นัยสำคัญ .05 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงว่า ไม่ว่านักศึกษาจะเรียนด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือเรียนด้วยการสอนปกติโดยครู ก็จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนสูงขึ้นทั้ง 2 กลุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของประวิทย์ บึงสว่าง (2537) และรุ่งโรจน์ พงศ์กิจวิฑูร (2544)

3. จากการสอบถามความคิดเห็นของนักศึกษากลุ่มทดลองพบว่า นักศึกษาเห็นด้วยในการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต เรื่อง ระบบนิเวศ นอกจากนี้ให้นักศึกษายังให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เช่น บทเรียนนี้มีรูปภาพสวยงามน่าสนใจ ใช้เวลาเรียนไม่มากนัก นักศึกษาพอใจที่ได้เรียนบทเรียนนี้ และต้องการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเนื้อหาอื่น และวิชาอื่นๆ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อมร สุขจำรัส (2533) มณฑล อนันตรศิริชัย (2534) ประวิทย์ บึงสว่าง (2537) วิลารรณ์ ชาแท่น(2537)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จัดเป็นสื่อการเรียนการสอนที่มีบทบาทต่อการเรียนของนักศึกษา ในด้านการกระตุ้นความสนใจต่อสิ่งที่เรียน เป็นเครื่องมือที่ทำให้นักศึกษาได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ ลดความซับซ้อนของเนื้อหา ให้ประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม เช่น การเคลื่อนไหวภาพ เสียง สี สัน สร้างบรรยากาศที่เป็นอิสระและไม่เครียด การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างคอมพิวเตอร์กับนักศึกษา ซึ่งเป็นการให้สิ่งเร้า การตอบสนองการป้อนกลับ และมีการเพิ่มแรงตามทฤษฎีการเรียนการสอน นอกจากนี้นักศึกษายังสามารถศึกษาบทเรียนด้วยตนเองได้หลายครั้งตามต้องการ หรือเรียนตามความสามารถของแต่ละบุคคล

แม้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 แต่งานวิจัยครั้งนี้ก็ชี้ให้เห็นว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต เรื่อง ระบบนิเวศก็ยังมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการเรียนการสอน เพราะว่าบางครั้งนักศึกษาอาจจะไม่ได้เข้าชั้นเรียน อาจจะด้วยสาเหตุใด ๆ ก็ตาม ก็จะนำบทเรียน CAI คอมพิวเตอร์ช่วยสอน นี้ไปศึกษาด้วยตนเอง หรือใช้ในการเรียนซ่อมเสริมในช่วงเวลาว่าง เพราะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้นักศึกษาสนใจบทเรียนมากขึ้น มีความสนุกสนานและมีอิสระในการเรียน ทำให้นักศึกษามีเจตคติที่ดีต่อการเรียน สามารถเรียนได้ตามความสามารถของตนเอง นอกจากนี้ยังช่วยให้ผลสัมฤทธิ์หลังการเรียนสูงขึ้นอีกด้วย ผู้วิจัยจึงเห็นว่าผู้สอนที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนควรให้ความสนใจและสนับสนุนให้มีการพัฒนาและสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนขึ้นหลาย ๆ เนื้อหาและหลาย ๆ รูปแบบให้เป็นบทเรียนที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพมากขึ้นและสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่ผู้เรียน ตามนโยบายที่จะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

## บทที่ 5

### สรุป ผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยเรื่องการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต เรื่อง ระบบนิเวศ จากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สรุปผลการวิจัย ดังนี้

#### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักศึกษาที่เรียนแบบปกติโดยครู
2. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษาหลังจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

#### สมมติฐานของการวิจัย

1. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักศึกษาที่กลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแตกต่างจากนักศึกษาที่เรียนแบบปกติโดยครู
2. นักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบนิเวศ มีความคิดเห็นว่าการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความเหมาะสมในระดับมาก

#### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 118 คน เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาการท่องเที่ยวและการโรงแรม คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต ได้มาด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม โดยการจับสลากกลุ่มเรียนมา 2 กลุ่ม จากจำนวน 3 กลุ่ม แล้วนำ 2 กลุ่มที่ได้มาสุ่มอย่างง่ายด้วยการจับสลาก เพื่อจัดให้กลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มทดลอง มีจำนวน 61 คน และอีกกลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม มีจำนวน 57 คน

## เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต เรื่อง ระบบนิเวศ โดยผู้วิจัยและศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต ร่วมมือกันสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพร้อยละ 91.45
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต เรื่อง ระบบนิเวศ จำนวน 20 ข้อ (ภาคผนวก ง) โดยผู้วิจัยสร้างขึ้น มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.66 (ภาคผนวก ก)
3. แบบประเมินติดตามผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สร้างขึ้นโดย ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

## วิธีดำเนินการวิจัย

1. นำแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต เรื่อง ระบบนิเวศ ไปทดสอบกับนักศึกษาทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
2. ให้นักศึกษากลุ่มทดลองเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ส่วนกลุ่มควบคุมให้เรียนแบบปกติซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้สอนเอง ทั้ง 2 กลุ่ม ใช้เวลาเท่ากันคือ 180 นาที (3 ชั่วโมง)
3. ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต เรื่อง ระบบนิเวศ ชุดเดิมทดสอบหลังการทดลองกับนักศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และให้นักกลุ่มทดลองแสดงความคิดเห็นในแบบประเมินติดตามผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
4. นำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบก่อนและหลังการทดลองไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test วิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS for windows version 11.0
5. วิเคราะห์ความคิดเห็นของนักศึกษาจากแบบประเมินติดตามผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ของกลุ่มทดลองโดยใช้ค่าสถิติพื้นฐาน คือ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

## ผลการวิจัย

1. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักศึกษาในกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (กลุ่มทดลอง) และกลุ่มที่เรียนแบบปกติโดยครู (กลุ่มควบคุม) หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต เรื่อง ระบบนิเวศ หลังการทดลองของนักศึกษาในกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (กลุ่มทดลอง) กับกลุ่มที่เรียนแบบปกติโดยครู (กลุ่มควบคุม) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05

3. นักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความคิดเห็นว่าบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความเหมาะสมในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.288$ ) และเห็นด้วยกับการนำ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต เรื่อง ระบบนิเวศมาใช้ในการ เรียน เพราะเป็นบทเรียนที่มีเนื้อหาที่น่าสนใจ นักศึกษาสามารถเรียนเข้าใจได้ด้วยตนเอง สามารถเรียนซ้ำได้หลายครั้งตามความต้องการ และยังมีความต้องการที่จะเรียนบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเนื้อหาอื่น และวิชาอื่น ๆ อีก

## ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบนิเวศ สำหรับนักศึกษาระดับ ปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา

2. ได้แนวทางในการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนนิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพ ชีวิต

## ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ควรนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองสอนกับนักศึกษาในกลุ่มอื่น ๆ ที่ไม่ใช่สาขาการท่องเที่ยวและการโรงแรม

2. การจัดทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรเลือกเนื้อหาวิชาที่ทำความเข้าใจ ได้ยากจะดีกว่าเนื้อหาวิชาที่ง่าย เพราะสื่อจะสามารถทำสิ่งที่ยากให้เป็นสิ่งที่ย่อย นอกจากนั้น



ยังสามารถกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการพัฒนาแนวคิดในทางสร้างสรรค์และเกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น

3. ก่อนให้นักศึกษาเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้สอนควรแนะนำวิธีการเรียนก่อน เพื่อให้นักศึกษาค้นเคยกับการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

4. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรให้นักศึกษาได้เลือกเรียนแต่ละหัวข้ออย่างอิสระ สามารถย้อนกลับไป – มาได้โดยไม่จำกัด

5. ควรให้นักศึกษา ศึกษาคำแนะนำการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยละเอียดเพื่อเป็นการฝึกให้นักศึกษามีวินัยในตนเองว่าจะต้องศึกษาบทเรียนอย่างไรจึงจะทำให้เกิดการเรียนรู้มากที่สุด

6. เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต การเรียนการสอนในชั้นเรียน บางครั้งการยกตัวอย่าง อาจจะไกลตัวเกินไปหรืออาจจะเป็นนามธรรมสำหรับนักศึกษา ถ้า นำมาจัดทำเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะทำให้นักศึกษาเข้าใจและเห็นภาพได้มากขึ้น

### บรรณานุกรม

- กนก จันทร์ทอง. (มกราคม - เมษายน 2544). "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน",  
วารสารวิทยบริการ. 12(1) : 66 - 75
- กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์. (มิถุนายน 2538). "แนวคิดการหาประสิทธิภาพบทเรียน CAI",  
วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 5(3) : 11-14
- กิตตินันท์ หอมฟุ้ง. 2543. ผลของการเรียนร่วมมือที่มีการจัดกลุ่มต่างกันตามระดับความสามารถทางการเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (กุมภาพันธ์ - มีนาคม 2537) "แนวทางการพัฒนาการศึกษาในอนาคต". วารสารการศึกษาแห่งชาติ. (3) : 74-89
- จิรภา อินถา. (2535). การผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบนิเวศสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยมหิดล
- ฉลองชัย สุวัฒนบุรณ. (2538). การเลือกและการใช้สื่อการสอน. กรุงเทพมหานคร : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- \_\_\_\_\_. (2540). การออกแบบ/พัฒนา ระบบสื่อการสอนกับการเลือกใช้สื่อ. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ชลียา ลิ้มปิยากร. (2536). เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร:ฝ่ายเอกสารตำรา,สถาบันราชภัฏธนบุรี.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์และคณะ. (2520) . นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: คณะ ครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชูศรี วงศ์รัตน์. (2546). เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 9 กรุงเทพฯ : เทพเนรมิตการพิมพ์

- บุปผชาติ ทัพพิกรณ์. (2540). เอกสารคำสอนวิชา 159333 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน  
วิทยาศาสตร์. ภาควิชาการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.  
กรุงเทพฯ
- บุญเรียง ขจรศิลป์. (2543 ก). วิธีการวิจัยทางการศึกษา. (พิมพ์ครั้งที่ 5)  
กรุงเทพมหานคร : หจก. พี.เอ็น. การพิมพ์.
- บุญเรียง ขจรศิลป์. (2543 ข). สถิติวิจัย 1. (พิมพ์ครั้งที่ 8) กรุงเทพมหานคร : หจก.  
พี.เอ็น. การพิมพ์.
- ประวิทย์ บึงสว่าง. (2537). การใช้คอมพิวเตอร์แบบจำลองสถานการณ์ในการวิเคราะห์  
และสรุปผลการทดลองเรื่องปฏิกิริยาเคมี. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การสอน  
วิทยาศาสตร์). กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ประเสริฐ เลศขยันดี. (2540). คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการสอนวิทยาศาสตร์ช่วง  
อุตสาหกรรม เรื่อง การแยกรงและการหาแรงลัพธ์. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การสอน  
วิทยาศาสตร์). กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ไพศาล หุ่นแก้ว. (ตุลาคม - ธันวาคม 2544). "หัวใจของบทเรียนช่วยสอนด้วย  
คอมพิวเตอร์", วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษา. 14(40) : 37 - 43.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. (2530). เอกสารประกอบคำสอนรายวิชาคอมพิวเตอร์  
สำหรับประชาชนทั่วไป หน่วยที่ 4 - 8. กรุงเทพมหานคร:สำนักพิมพ์  
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- ยีน ภูสุวรรณ. (กุมภาพันธ์ 2531). "การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน",  
วารสารไมโครคอมพิวเตอร์. อ.36 : 120 - 129.
- รุ่งโรจน์ พงศ์กิจวิฑูร.(2544). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ร่วมกับ  
กระบวนการสร้างองค์ความรู้เรื่อง การแจกแจงความน่าจะเป็นเชิงทฤษฎี วิชาสถิติ  
ธุรกิจ หลักสูตรสภาสถาบันราชภัฏ พ.ศ. 2543. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (เทคโนโลยี  
การสื่อสารการศึกษา). นครราชสีมา:สถาบันราชภัฏนครราชสีมา.
- วสันต์ อติศัพท์. (มกราคม - เมษายน 2538). "คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการศึกษาใน  
ระดับอุดมศึกษา", วารสารวิทยบริการ. 6(1) : 49 - 58.

- วิลาวรรณ ชาแท่น. (2537). ผลของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทบทวน เรื่อง กลไกมนุษย์ : หน่วยการย่อยอาหาร ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 . วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การสอน วิทยาศาสตร์).กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- วุฒิชัย ประสานสอย. (2543). บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน : นวัตกรรมเพื่อการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : ห้างหุ้นส่วนจำกัด วี เจ พรินติ้ง.
- ศุภนิต อารีหทัยรัตน์. (2545). "การสอนใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน", วารสารรามคำแหง. 19(3) : 90-100.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2542). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ 2542. บริษัท พรักหวานกราฟฟิค จำกัด.
- อมร สุขจำรัส. (2533). ผลของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชีววิทยา เรื่อง การย่อยอาหาร. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์). กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อรพรรณ พรสีมา. (2530). เทคโนโลยีทางการสอน. กรุงเทพมหานคร : โอ.เอส. พรินติ้ง เฮาส์.
- อำนวย เดชชัยศรี. (สิงหาคม 2542). "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน", นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา. (112 - 117).
- Barbacci, R.T. (December 1992). "Analysis of Learning by High school Biology Students Using Computer Simulated and Computer - Assisted Instruction", Dissertation Abstract International. 53 : 1857 - 1858 A.
- Campbell, D.T. and Standley, J.C. (1963). Experimental and Quasi - experimental designs for research. Boston : Hought Mifflin Company. [Online], Available from : <http://www.fmarion.edu/nredes/design/basicdes.htm> (17 April 2004).
- Houghton. Educational Software : Computer Assisted Instruction. [Online], Available from : <http://www.ceap.wcv.edu/Houghton/Learner/Look/CAI.html>. (23 February 2004).
- Kathleen Cotton. (1991). Computer - Assisted Instruction. [ Online], Available from : <http://www.nwrel.org/scpd/sirs/5/cv10.html> (23 February 2004).



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก  
ข้อมูลการทดลอง

**ตารางผนวกที่ 1** ผลการวิเคราะห์ค่าความง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของ  
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพ  
ชีวิต เรื่อง ระบบนิเวศ

ข้อที่	$R_u$	$R_L$	P	r	$q = 1-p$	pq
1	33	4	0.84	0.88	0.16	0.13
2	32	6	0.86	0.79	0.14	0.12
3	21	3	0.55	0.55	0.45	0.25
4	33	7	0.91	0.79	0.09	0.08
5	29	7	0.82	0.67	0.18	0.15
6	33	7	0.91	0.79	0.09	0.08
7	31	4	0.79	0.82	0.21	0.17
8	24	1	0.57	0.69	0.43	0.25
9	28	2	0.68	0.79	0.32	0.22
10	24	2	0.59	0.67	0.41	0.24
11	26	4	0.68	0.67	0.32	0.22
12	23	3	0.59	0.61	0.41	0.24
13	28	4	0.73	0.73	0.27	0.20
14	14	3	0.39	0.34	0.61	0.24
15	15	2	0.39	0.39	0.61	0.24
16	23	2	0.57	0.64	0.43	0.25
17	16	1	0.39	0.45	0.61	0.24
18	10	1	0.25	0.27	0.75	0.19
19	29	5	0.77	0.73	0.23	0.18
20	20	2	0.50	0.55	0.50	0.25

$\Sigma pq = 3.94$

จากตารางค่าอำนาจจำแนก (r) ควรอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80 ถือว่าเป็นข้อสอบที่ยอมรับได้

ตารางผนวกที่ 2 แสดงการหาค่าความแปรปรวน ของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต เรื่อง ระบบนิเวศ

ระดับคะแนน	ความถี่	fx	Fx <sup>2</sup>
(X)	(f)		
6	2	12	72
7	1	7	49
8	2	16	128
9	1	9	81
10	2	20	200
11	3	33	363
12	4	48	576
13	6	78	1014
14	5	70	980
15	5	75	1125
16	6	96	1536
17	3	51	867
18	4	72	1296
Σf=44		Σfx=587	Σfx <sup>2</sup> =8287

การหาค่าดัชนีของความเที่ยงโดยวิธีของ Kuder - Richardson (บุญเรียง, 2543 ก : 165)

จากสูตร

$$\begin{aligned} S^2 &= \frac{n \sum fx^2 - (\sum fx)^2}{n(n - 1)} \\ &= \frac{(44 \times 8287) - (587)^2}{44(44 - 1)} \\ &= \frac{364628 - 344569}{1892} \\ &= \frac{20059}{1892} \\ &= 10.60 \end{aligned}$$



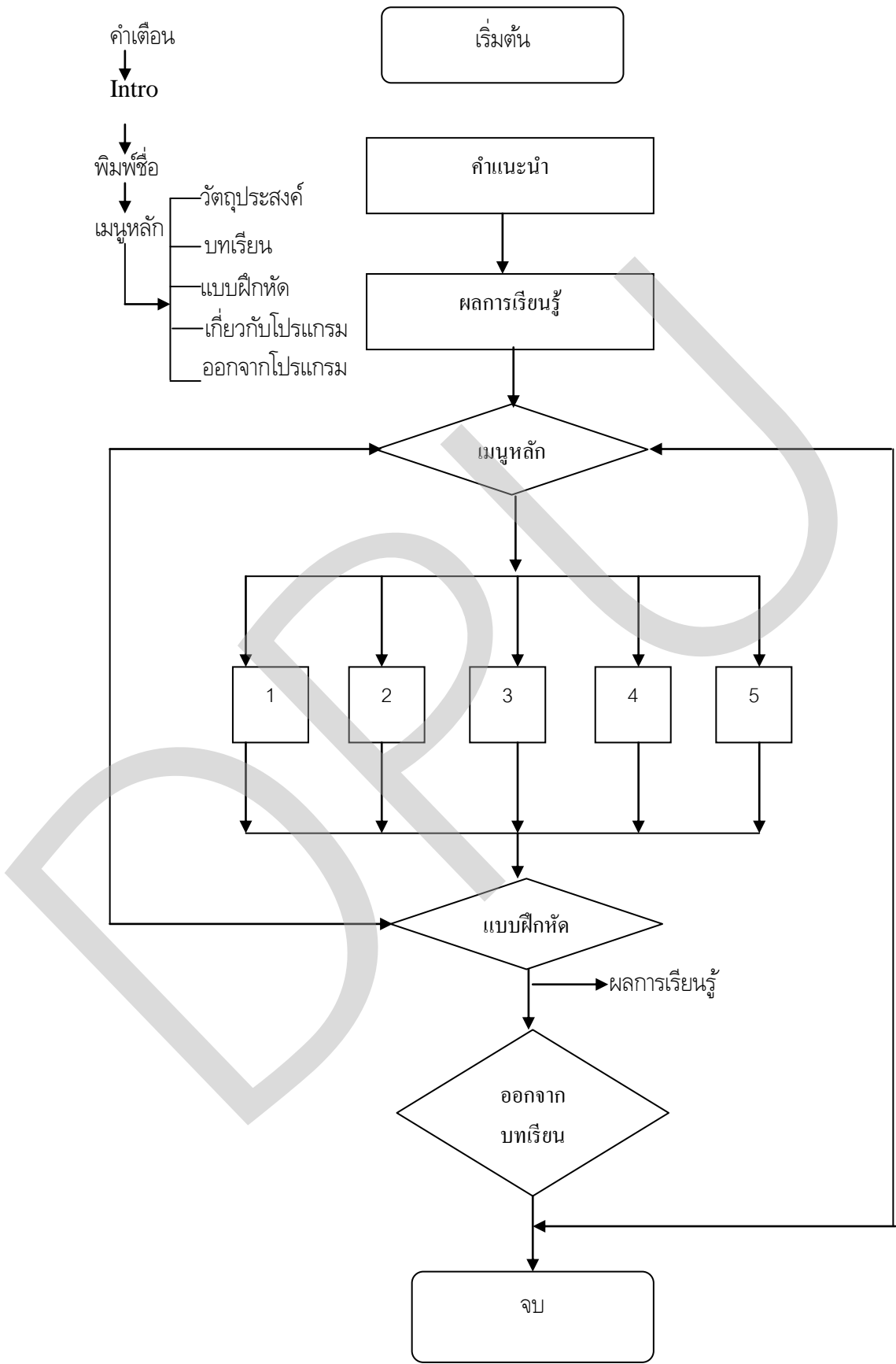
ค่าดัชนีความเที่ยงของแบบทดสอบโดยใช้สูตร K.R. # 20 ดังนี้

$$\begin{aligned}
 r &= \frac{K}{K-1} \left(1 - \frac{\sum pq}{S^2}\right) \\
 &= \frac{20}{20-1} \left(1 - \frac{3 \cdot 94}{10.60}\right) \\
 &= \frac{20}{19} (1 - 0.37) \\
 &= (1.05)(0.63)
 \end{aligned}$$

ค่าดัชนีความเที่ยงของแบบทดสอบทั้งฉบับ = 0.66

ภาคผนวก ข  
โครงสร้างของบทเรียน

โครงสร้างของบทเรียน



### ภาคผนวก ค

- ข้อเสนอแนะการใช้โปรแกรม
- การเรียกใช้งาน
- การใช้โปรแกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- คุณสมบัติของเครื่องและอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการใช้โปรแกรม

## ข้อแนะนำการใช้โปรแกรม

สามารถเล่นจากแผ่น CD ได้โดยตรง โดยไม่ต้องทำการติดตั้ง ( Setup) โปรแกรมลงในเครื่องคอมพิวเตอร์

### การเรียกใช้งาน

เมื่อนำแผ่น CD ใส่เข้าไปในเครื่องแล้ว เครื่องจะทำการเปิดโปรแกรมให้โดยอัตโนมัติ (AutoOpen) แต่ถ้าใส่แผ่น CD เข้าไปในเครื่องแล้วไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง ให้ปฏิบัติดังต่อไปนี้

1. ดับเบิลคลิกไอคอน My Computer ที่หน้าจอ Windows
2. ดับเบิลคลิกไอคอน Drive ที่ถูกกำหนดเป็น CD-ROM จากนั้นไอคอนต่างๆ จะปรากฏขึ้นให้ดับเบิลคลิกไอคอน เพื่อเข้าสู่โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบนิเวศ

### การใช้โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เมื่อเข้าสู่โปรแกรมแล้ว จะพบหน้าจอหลัก ซึ่งประกอบด้วย 5 เมนู คือ

1. วัตถุประสงค์
2. เข้าสู่บทเรียน
3. แบบฝึกหัด
4. เกี่ยวกับโปรแกรม
5. ออกจากโปรแกรม

แต่ละเมนูภายในเมนูหลักประกอบด้วยรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. วัตถุประสงค์ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ที่อาศัยอยู่ร่วมกันในระบบนิเวศ
2. เข้าสู่บทเรียน ประกอบด้วยเนื้อหาทั้งหมด จำนวน 7 เรื่อง ดังนี้
  - 1) ความหมายของนิเวศวิทยา
  - 2) ความหมายของระบบนิเวศ
  - 3) องค์ประกอบของระบบนิเวศ
  - 4) การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ
  - 5) พีรามิดนิเวศ
  - 6) ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต
  - 7) การหมุนเวียนของสารในระบบนิเวศ

เนื้อหาทั้งหมดมี 45 หน้า ในระหว่างที่เรียนจากบทเรียนนี้ ตอนท้ายของเนื้อหาแต่ละเรื่องจะมีแบบฝึกหัดให้ผู้เรียนตอบคำถามจำนวน 25 ข้อ

**3. แบบฝึกหัด** หลังจากเรียนครบ 7 เรื่องแล้วจะมีแบบฝึกหัดเพื่อทบทวนอีกจำนวน 30 ข้อ เป็นแบบเลือกตอบมี 4 ตัวเลือก ผู้เรียนสามารถเลือกตอบได้ 3 ครั้ง ถ้าตอบถูกครั้งที่ 1 จะได้คะแนน 3 คะแนน ตอบถูกครั้งที่ 2 ได้ 2 คะแนน ตอบถูกครั้งที่ 3 ได้ 1 คะแนน

**4. เกี่ยวกับโปรแกรม** จะระบุเกี่ยวกับผู้พัฒนาโปรแกรมและผู้ออกแบบเนื้อหาบทเรียน

**5. ออกจากโปรแกรม** เมื่อต้องการออกจากโปรแกรม จะมีการถามเพื่อให้ยืนยันก่อนออกจากโปรแกรมบทเรียน

**คุณลักษณะของเครื่องและอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการใช้โปรแกรม**  
ก่อนติดตั้งโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบนิเวศ โปรดตรวจสอบว่ามีอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับการใช้โปรแกรม ดังต่อไปนี้

- เครื่องคอมพิวเตอร์มี CPU 500 MHz หรือสูงกว่า พร้อมทั้งเมาส์
- หน่วยความจำหลัก (RAM) 64 MB ขึ้นไป
- จอมอนิเตอร์ VGR ความละเอียด 800 x 600 16 bit Color
- ซีดีรอมไดรฟ์ ( CD-ROM Drive)
- เนื้อที่ว่างบนฮาร์ดดิสก์ 100 MB
- การ์ดเสียงพร้อมทั้งลำโพง หรือหูฟัง

### ภาคผนวก ง

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต เรื่อง ระบบนิเวศ

**คำสั่ง** ให้นักศึกษาเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว และทำเครื่องหมาย X ลงใน กระดาษคำตอบ

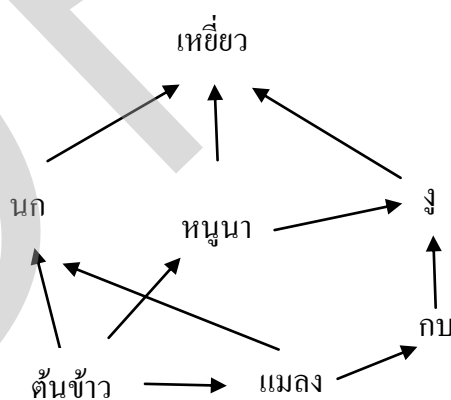
1. ข้อใดหมายถึงนิเวศวิทยาที่ถูกต้องที่สุด
  - ก. การศึกษาเกี่ยวกับความสำคัญของสสาร
  - ข. การศึกษาความสัมพันธ์ของโลกและดวงดาว
  - ค. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
  - ง. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต
2. ข้อใดต่อไปนี้เป็น ไม่จัด เป็นระบบนิเวศ
  - ก. บ่อน้ำพุหน้าอาคาร 5
  - ข. บ่อน้ำข้างศูนย์วัฒนธรรม
  - ค. สนามฟุตบอลข้างอาคารจอดรถ
  - ง. บริเวณชั้น 2 อาคารจอดรถ
3. ข้อใดต่อไปนี้เป็นระบบนิเวศกึ่งบก
  - ก. ป่าชายเลน
  - ข. ป่าพรุ
  - ค. ทุ่งหญ้า
  - ง. นิคมอุตสาหกรรม
4. ระบบนิเวศแหล่งน้ำตามธรรมชาติ อาศัยพลังงานจากแหล่งใด
  - ก. ดวงอาทิตย์
  - ข. ปฏิกริยาเคมี
  - ค. เชื้อแบคทีเรีย
  - ง. เชื้อเฟือง
5. ระบบนิเวศที่เปลี่ยนแปลงมาจากธรรมชาติ คือข้อใด
  - ก. ระบบนิเวศเกษตร
  - ข. ระบบนิเวศทางทะเล
  - ค. ระบบนิเวศป่าพรุ
  - ง. ระบบนิเวศป่าชายเลน



6. พลังงานจากเชื้อเพลิง จะถูกนำไปใช้ในระบบนิเวศใดมากที่สุด
- ก. ระบบนิเวศการเกษตร
  - ข. ระบบนิเวศทางทะเล
  - ค. ระบบนิเวศป่าชายเลน
  - ง. ระบบนิเวศเมือง - อุตสาหกรรม
7. องค์ประกอบของระบบนิเวศที่จัดเป็นพวกอินทรีย์สาร คือข้อใด
- ก. ไนโตรเจน
  - ข. น้ำ
  - ค. ฮิวมัส
  - ง. คาร์บอนไดออกไซด์
8. องค์ประกอบของระบบนิเวศที่จัดเป็นพวกอนินทรีย์สาร คือข้อใด
- ก. คาร์โบไฮเดรต
  - ข. ไนโตรเจน
  - ค. โปรตีน
  - ง. ฮิวมัส
9. ในระบบนิเวศ ผู้ผลิตหมายถึงอะไร
- ก. ร้านขายของชำ
  - ข. โรงงานผลิตอาหาร
  - ค. ต้นมะม่วงในสวน
  - ง. ปลาในท้องทะเล
10. สารอาหารที่ผู้ผลิตสังเคราะห์ขึ้นเป็นอันดับแรกในระบบนิเวศคือข้อใด
- ก. โปรตีน
  - ข. คาร์โบไฮเดรต
  - ค. ไขมัน
  - ง. วิตามิน
11. สิ่งมีชีวิตที่จัดเป็นผู้บริโภคอันดับแรกในระบบนิเวศ คือข้อใด
- ก. สุนัขจิ้งจอก
  - ข. เสือ
  - ค. มนุษย์
  - ง. กวาง

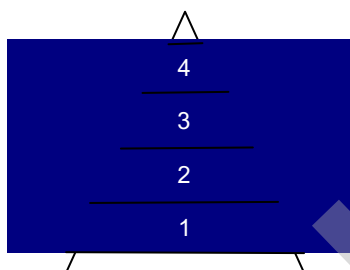
12. สารที่ผู้ผลิตใช้ในการสังเคราะห์อาหาร คือข้อใด
- น้ำ และแร่ธาตุ
  - น้ำ และวิตามิน
  - น้ำ และคาร์บอนไดออกไซด์
  - น้ำ และไนโตรเจน
13. ห่วงโซ่อาหารที่มีลำดับขั้น ไม่ครบ ตามขั้นตอนการกิน คือข้อใด
- ผักกาด → กระต่าย → งู
  - ต้นข้าว → ตั๊กแตน → นก
  - หญ้า → แมลง → กิ้งก่า
  - หนอน → ชู → เหยี่ยว
14. การถ่ายทอดของสารอาหารจากสิ่งมีชีวิตหนึ่งไปสู่สิ่งมีชีวิตอื่นเรื่อย ๆ ในกลุ่มของสิ่งมีชีวิต เรียกว่าอะไร
- ปิรามิดมวลชีวภาพ
  - สายโซ่อาหาร
  - สายใยอาหาร
  - วัฏจักรของสารอาหาร

จากแผนภาพข้างล่างให้ตอบคำถาม



15. กบ หนูนา และนก อยู่ร่วมกันอย่างไรในระบบนิเวศ
- ภาวะการพึ่งพา
  - ภาวะการเกื้อกูล
  - ภาวะการแก่งแย่ง
  - ภาวะการต่อต้าน

16. จากแผนภาพปิรามิดนิเวศ หมายเลข 1,2,3, และ 4 ควรเป็นสิ่งมีชีวิต ชนิดใดตามลำดับ



- ก. ต้นข้าว, ตั๊กแตน, กระจ่าย, เสือ  
 ข. ต้นข้าว, กบ, กระจ่าย, แมลง  
 ค. ต้นข้าว, นก, กบ, งู  
 ง. ต้นข้าว, ตั๊กแตน, นก, งู
17. เหาดลามาเกาะอยู่บนปลาฉลาม เป็นลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตเช่นเดียวกับข้อใด  
 ก. ต้นไทรกับไทร  
 ข. ต้นกาฝากและต้นมะม่วง  
 ค. ต้นกล้วยไม้และต้นมะม่วง  
 ง. ฝั่เสื้กับดอกไม้
18. ความสัมพันธ์ระหว่างต้นชมพู และต้นฝอยทอง เป็นลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตเช่นเดียวกับข้อใด  
 ก. รากับสาหร่าย  
 ข. เห็บกับสุนัข  
 ค. ปลาการ์ตูนกับดอกไม้ทะเล  
 ง. กระจ่ายกับแมงมุม
19. แหล่งสะสมของฟอสฟอรัสใหญ่ที่สุด บนพื้นโลกอยู่ที่ใด  
 ก. บรรยากาศ  
 ข. มหาสมุทร  
 ค. สิ่งมีชีวิต  
 ง. หิน



### ภาคผนวก จ

คะแนนผลสัมฤทธิ์ผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต เรื่อง ระบบนิเวศ  
กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

ตารางภาคผนวกที่

แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์วิชาการวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต  
เรื่อง ระบบนิเวศกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

คนที่	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง	
	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง
1	6	16	11	14
2	7	12	5	11
3	8	13	10	17
4	10	15	12	16
5	6	10	11	16
6	11	14	14	15
7	11	17	8	14
8	8	11	5	12
9	6	9	11	13
10	6	6	9	17
11	8	13	7	11
12	9	11	13	18
13	11	15	6	16
14	12	16	8	10
15	13	16	12	13
16	10	14	8	11
17	10	16	5	12
18	10	12	13	16
19	12	14	11	14
20	7	15	7	12
21	9	12	15	18
22	13	14	15	18
23	9	12	10	16
24	12	14	9	17
25	10	17	8	16
26	14	16	11	14
27	11	18	14	16
28	11	14	10	12
29	10	13	9	13
30	12	18	11	14
31	9	15	13	18

ตารางภาคผนวกที่ (ต่อ) แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต  
เรื่อง ระบบนิเวศกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

คนที่	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง	
	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง
32	13	15	15	17
33	6	12	6	13
34	9	12	13	17
35	10	13	13	16
36	11	14	9	14
37	13	14	7	11
38	11	16	11	15
39	11	15	15	18
40	6	14	10	17
41	9	13	10	13
42	9	13	13	13
43	8	12	10	15
44	12	14	11	14
45	11	12	10	17
46	7	8	9	15
47	9	17	7	12
48	12	15	8	12
49	12	18	10	14
50	11	13	14	18
51	10	16	5	11
52	8	18	11	13
53	12	16	10	14
54	12	13	6	11
55	13	14	15	18
56	9	13	7	10
57	13	15	9	13
58			12	12
59			9	16
60			14	16
61			10	15
$\bar{X}$	9.96	13.91	10.16	14.43
S.D	2.189	2.43	2.84	2.35