



การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา  
เรื่อง ป่าชายเลน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1  
จังหวัดสมุทรสาคร

โดย  
นายนภดล ฤกษ์สิริศุภกร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา  
ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร  
ปีการศึกษา 2550  
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา  
เรื่อง ป่าชายเลน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1  
จังหวัดสมุทรสาคร

โดย  
นายนภดล ฤกษ์สิริศุภกร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา  
ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร  
ปีการศึกษา 2550  
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

THE DEVELOPMENTS OF COMPUTER MULTIMEDIA WITH PANORAMA VR 360  
DEGREE IN MANGROVE FOREST LESSON ON LEARNING ACHIEVEMENT FOR  
SAMUTSAKHON STUDENT MATHAYOMSUKSA ONE

By

Noppadol Rueksirisuphakorn

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree

MASTER OF EDUCATION

Department of Educational Technology

Graduate School

SILPAKORN UNIVERSITY

2007

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร อนุมัติให้วิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนา  
บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน ที่มีต่อ  
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดสมุทรสาคร” เสนอโดย  
นายณภดล ฤกษ์สิริศุภกร เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตร  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา

.....  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย ชินะตั้งกูร)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1. รองศาสตราจารย์สมหญิง เจริญจิตรกรรม
2. รองศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย ตันธนะสุษดี
3. อาจารย์ ดร.อนิรุทธ์ สติมัน

คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ศิริพงษ์ พยอมน้อย)

...../...../.....

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดิเรกฤทธิ์ บัวเวช)

...../...../.....

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์สมหญิง เจริญจิตรกรรม)

...../...../.....

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย ตันธนะสุษดี)

...../...../.....

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร.อนิรุทธ์ สติมัน)

...../...../.....

46257205 : สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา

คำสำคัญ : บทเรียนมัลติมีเดีย / ภาพพพานิรามาเสมือนจริง / ป่าชายเลน

ขนาด เอกสารวิทยุสาร : การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพพานิรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่องป่าชายเลน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดสมุทรสาคร. อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : รศ.สมหญิง เจริญจิตธรรม, รศ. ดร.สิทธิชัย ตันธนะสกุล และ อ. ดร.อนิรุทธ์ สติมัน. 159 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพพานิรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่องป่าชายเลน ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียน ก่อนและหลังเรียน ของผู้เรียน ที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพพานิรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่องป่าชายเลน 3) เพื่อศึกษาระดับความพึงพอใจของนักเรียน ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ซึ่งกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสมุทรสาครบูรณะ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 46 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพ พานิรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่องป่าชายเลน 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในการหาค่าระดับความ พึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย และ t-test เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังจากการศึกษากับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่า 80.62 / 86.54 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นอยู่ในระดับมากที่สุด (4.62)

---

ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา      บัณฑิตวิทยาลัย      มหาวิทยาลัยศิลปากร      ปีการศึกษา 2550  
ลายมือชื่อนักศึกษา.....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ 1.....2.....3.....

46257205 : MAJOR : EDUCATIONAL TECHNOLOGY

KEY WORDS : DEVELOPMENT OF COMPUTER-ASSISTED INSTRUCTION/COMPUTER-ASSISTED INSTRUCTION

NOPPADOL RUEKSIRISUPHAKORN : THE DEVELOPMENTS OF COMPUTER MULTIMEDIA WITH PANORAMA VR 360 DEGREE IN MANGROVE FOREST LESSON ON LEARNING ACHIEVEMENT FOR SAMUTSAKHON STUDENT MATHAYOMSUKSA ONE. THESIS ADVISORS : ASSOC. PROF. SOMYING JAROENJITTAKAM, ASSOC. PROF. SITTICHAJ TONTANASALID, Ph.D., AND ANIRUT SATIMAN Ed,D. 159 pp.

The Purposes of study were to 1) Develop the Computer multimedia - Assisted Instruction with Panorama VR 360 degree in lesson upon of Mangrove forest in the efficiency in accordance with the criteria (80/80) 2) Compare the student learning achievement before and after using the computer multimedia – assisted instruction. 3) Survey the students' attitude toward the Computer multimedia – Assisted Instruction. Forty-five Matthayomsuksa One student who ware studying on the second semester academic year 2007, Samutsakornburana School.

The research instruments ware : 1) Computer multimedia – assisted Instructions with Panorama VR 360 degree in lesson of Mangrove forest 2) Learning Achievement test. 3) Student Attitude test on Computer multimedia – Assisted Instruction.

The descriptive statistics ware arithmetic Mean ( $\bar{X}$ ) and Standard deviation (S.D.) for the thesis' satisfactions toward Computer multimedia – Assisted Instruction. In addition, the t-test used to analyze the data of testes' learning achievement before and after using Computer multimedia – Assisted Instruction.

Form the study, the results ware found the efficiency of the Computer multimedia – Assisted Instruction was 80.62 / 86.54 . The learning achievement series of the testes' after studying the Computer multimedia – Assisted Instruction was different between pretest and posttest at the .05 level. And the testes' satisfaction toward learning the Computer multimedia – Assisted Instruction was Very good (4.62).

---

Department of Educational Technology Graduate School, Silpakorn University Academic Year 2007

Student 's signature.....

Thesis Advisors' signature 1.....2.....3.....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีจากความวิริยะอุตสาหะและความตั้งใจจริงของผู้วิจัยและกำลังใจจากคณาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษาทุกท่าน ตลอดจนการทำวิจัยเล่มนี้

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์สมหญิง เจริญจิตกรรม ที่ให้คำปรึกษาและติดตามการวิจัยอย่างต่อเนื่องด้วยความห่วงใย ในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ศิริพงษ์ พยอมแย้ม ที่คำแนะนำให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ด้วยดีเสมอมา และเป็นแบบอย่างที่ดีของผู้วิจัย กราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย ตันธนะสถิตย์ ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่า ที่มอบความรู้และให้คำปรึกษาเพื่อพัฒนางานวิจัยครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี กราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดิเรกฤทธิ์ บัวเวช ที่กรุณาสละเวลาและให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อผู้วิจัย กราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร.อนิรุทธิ์ สติมัน ที่สละเวลาในการให้คำปรึกษาปัญหาและให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย และดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างดี กราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่กรุณาสละเวลาในการเข้าร่วมกลุ่มสนทนา และตรวจเครื่องมือวิจัย ให้ข้อเสนอแนะที่ดีและเป็นประโยชน์ต่อผู้วิจัย และกราบขอบพระคุณอาจารย์มหาวิทยาลัยศิลปากรทุกท่านที่ให้ความรู้และการอบรมสั่งสอนผู้วิจัย

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ประสาน เอี่ยมวิจารย์ ครูโรงเรียนพันท้ายนรสิงห์วิทยา จังหวัดสมุทรสาคร ที่อำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลงานวิจัยครั้งนี้ กราบขอบพระคุณอาจารย์สมพร ไตรีน และคณะครูโรงเรียนสมุทรสาครบูรณะ ที่อำนวยความสะดวกในการหาประสิทธิภาพเครื่องมือวิจัย และทดลองเครื่องมือวิจัยในครั้งนี้

ขอบพระคุณ พี่ๆ และเพื่อน ๆ นักศึกษาภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษาทุกคน

ท้ายสุดนี้ ที่ขาดมิได้กราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ของผู้วิจัย ที่ให้โอกาสทางการศึกษากับผู้วิจัยด้วยดีเสมอมา ขอขอบคุณอาจารย์วาสนา ฤกษ์สิริศุภกร ที่มอบความปรารถนาดีแก่ผู้วิจัยเสมอมา และเด็กชายณภัทร ฤกษ์สิริศุภกร กำลังใจสำคัญที่สุดในชีวิตของผู้วิจัย...

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญภาพ.....	ฐ
สารบัญภาพประกอบ.....	ฒ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	9
สมมติฐานการวิจัย.....	9
ขอบเขตของการวิจัย.....	9
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	10
2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	12
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	12
ความรู้เกี่ยวกับ"ป่าชายเลน" .....	15
ความหมายของป่าชายเลน.....	15
ถิ่นกำเนิดของป่าชายเลน.....	15
ป่าชายเลนในจังหวัดสมุทรสาคร.....	18
ความสำคัญและประโยชน์ของป่าชายเลน.....	19
บทบาทของป่าชายเลนในการรักษาความสมดุลของระบบนิเวศน์.....	22
ลักษณะโครงสร้างของระบบนิเวศ (ecosystem structure).....	22
หน้าที่และกิจกรรมของระบบนิเวศ (Ecosystem functions).....	24
พืชพรรณไม้บริเวณป่าชายเลนที่สำคัญ.....	27
สัตว์เศรษฐกิจที่พบในบริเวณป่าชายเลน.....	31
สาเหตุของการทำลายป่าชายเลน.....	34
ผลกระทบจากการทำลายป่าชายเลน.....	34

บทที่	หน้า
การรู้เรื่องภาพกับการเรียนการสอน.....	36
การรับรู้.....	36
องค์ประกอบสำคัญของการเรียนรู้.....	39
กฎการเรียนรู้.....	40
ภาพนิ่ง.....	41
ภาพพานอรามา(Panorama).....	44
ทฤษฎีความเสมือนจริง (Virtual reality).....	44
ความหมายของความเป็นจริงเสมือน(Virtual reality).....	43
ความเป็นมาของความจริงเสมือน.....	45
ระดับของความเสมือนจริง.....	46
ความเสมือนจริงเพื่อการศึกษา.....	49
ข้อดีของความเสมือนจริง.....	50
ความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา.....	51
โครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์.....	52
คอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน.....	52
สื่อมัลติมีเดียหรือสื่อประสม (Multimedia).....	54
ความหมายของสื่อมัลติมีเดียหรือสื่อประสม(Multimedia).....	54
มัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ (Interactive Multimedia).....	55
ไฮเปอร์เท็กซ์ (hypertext).....	55
ไฮเปอร์มีเดีย (hypermedia).....	56
การใช้สื่อมัลติมีเดียในสถานศึกษา.....	57
การใช้เทคนิคกลุ่มสนทนา (Focus group Discussion).....	58
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	60
งานวิจัยในประเทศไทย.....	60
งานวิจัยต่างประเทศ.....	62
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	64
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	64
แบบแผนการวิจัย.....	64

บทที่	หน้า
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	65
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	65
ขั้นตอนการดำเนินการกลุ่มสนทนา .....	65
ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย.....	71
ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์.....	72
การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	77
การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ.....	79
การดำเนินการทดลอง.....	81
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	82
สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	82
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	86
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	86
ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่าง ก่อนและหลัง การเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามา เสมือนจริง เรื่อง ป่าชายเลน.....	86
ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อบทเรียน คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน.....	87
5 สรุปผล การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	90
สรุปผลการวิจัย.....	91
การอภิปรายผล.....	92
ข้อสังเกตจากการทดลอง.....	97
ข้อเสนอแนะทั่วไป.....	98
ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป.....	98
บรรณานุกรม.....	99
ภาคผนวก.....	106
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัย.....	107

บทที่	หน้า
ภาคผนวก ข รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการเข้าร่วมกลุ่มสนทนา(Focus Group)	109
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของ แบบทดสอบก่อนเรียน(Pretest) และหลังเรียน (Posttest).....	111
ภาคผนวก ง การวิเคราะห์ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบ วัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน(Pretest) และหลังเรียน (Posttest).....	115
ภาคผนวก จ การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน (Pretest) และหลังเรียน (Posttest).....	118
ภาคผนวก ฉ การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ของผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 2 ด้าน.....	121
ภาคผนวก ช ผลการดำเนินการในการหาประสิทธิภาพของบทเรียน คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน.....	124
ภาคผนวก ซ การทดสอบสมมติฐานค่า t-test ด้วยโปรแกรม SPSS .....	128
ภาคผนวก ฌ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน (Pretest) และหลังเรียน (Posttest) เรื่อง ป่าชายเลน จังหวัดสมุทรสาคร.....	130
ภาคผนวก ฎ การวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบ ประเมินความพึงพอใจ.....	137
ภาคผนวก ฏ แบบสอบถามความพึงพอใจ ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย เรื่อง ป่าชายเลน.....	139
ภาคผนวก ฐ แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 2 ด้าน	141
ภาคผนวก ส ตัวอย่างสตอรี่บอร์ด (Story Board) บทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย เรื่อง ป่าชายเลน.....	144
ภาคผนวก ศ ตัวอย่างบทภาพยนตร์ (Clip VDO) เรื่อง ป่าชายเลน	148
ภาคผนวก ฌ ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามา เสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน.....	154
ประวัติผู้วิจัย.....	159

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	มาตรฐานการเรียนรู้ สาระที่ 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในช่วงชั้นที่ 2.....	14
2	พื้นที่ป่าชายเลนของประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2539.....	16
3	พันธุ์ไม้สำคัญบางชนิดในป่าไม้ชายเลน.....	19
4	แสดงปริมาณการรับรู้จากประสาทสัมผัสทั้ง 5.....	37
5	แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของความเป็นจริงเสมือนในระดับต่าง ๆ	49
6	แบบแผนการทดลอง.....	65
7	สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการจัดกลุ่มสนทนาเกี่ยวกับรูปแบบของ บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ป่าชายเลน.....	71
8	แสดงผลการทดลองหาประสิทธิภาพ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่องป่าชายเลน ชั้นทดลองกับกลุ่มตัวอย่างแบบหนึ่งต่อหนึ่ง(One To One Tryout)....	73
9	แสดงผลการทดลองหาประสิทธิภาพ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่องป่าชายเลน ชั้นทดลองกับกลุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มเล็ก (Small Group Tryout).....	74
10	แสดงผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย แบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน ชั้นทดลองกับกลุ่มตัวอย่างแบบภาคสนาม (Field Tryout).....	75
11	แสดงการวิเคราะห์การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสมุทรสาครบูรณะ จังหวัดสมุทรสาคร ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบ ภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน.....	86
12	แสดงความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพ พาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน .....	87
13	แสดงค่า IOC ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน (Pretest) และหลังเรียน (Posttest).....	113

ตารางที่		หน้า
14	ค่าความยาก (P) ง่าย (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของแบบวัดผล สัมฤทธิ์ก่อนเรียน (Pretest) และหลังเรียน (Posttest) จำนวน 30 ข้อ	116
15	การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ ก่อนเรียน (Pretest) และหลังเรียน (Posttest).....	119
16	แสดงการประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์จาก ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา.....	122
17	แสดงการประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์จาก ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อ.....	123
18	แสดงคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน จากการทดลองครั้งที่ 1 แบบหนึ่งต่อหนึ่ง.....	125
19	แสดงคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน จากการทดลองครั้งที่ 2 แบบกลุ่มย่อย.....	125
20	แสดงคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน จากการทดลองครั้งที่ 3 แบบภาคสนาม.....	126
21	แสดงการทดสอบค่า t-test ของการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน.....	129
22	แสดงค่าการหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความ พึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย แบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน.....	138
23	บทโทรทัศน์ เรื่อง องค์ความรู้เรื่องป่าชายเลน.....	149

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	พื้นที่บริเวณปากอ่าวมหาชัย จังหวัดสมุทรสาคร.....	18
2	โกก่างใบใหญ่ โกก่างใบเล็ก.....	27
3	โพทะเล(Mallow Tree).....	28
4	จาก(A tap palm).....	28
5	แสมขาว (White Mangrove).....	29
6	ตะบูน (Xylocarpus granatum koen).....	29
7	เหงือกปลาหมอ (Sea Holly).....	30
8	ลำพูทะเล (Sonneratia alba).....	30
9	ชะคราม (Suaeda Maritima).....	31
10	กุ่มขี้บัว และกุ่มกลาดำ.....	31
11	ปลากะพงขาว.....	32
12	ปูทะเล และปูแสม.....	32
13	หอยแครง.....	33
14	หอยนางรม (oyster Ostreidae).....	33
15	อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบรับสัมผัสเต็มรูปแบบ (Fully-Immersive VR).....	46
16	จอภาพสวมศีรษะ (Head-Mounted Display : HMD).....	47
17	ถุงมือรับรู้ (Sensor- glove).....	47
18	แสดงจอภาพขนาดใหญ่.....	48
19	แสดงภาพสตอริบอร์ดหน้าแรกของบทเรียนคอมพิวเตอร์	145
20	แสดงภาพสตอริบอร์ดหน้าก่อนเข้าสู่บทเรียนคอมพิวเตอร์	145
21	แสดงภาพสตอริบอร์ดหน้าวิธีการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์	146
22	แสดงภาพสตอริบอร์ดหน้าเมนูหลักของบทเรียนคอมพิวเตอร์	146
23	แสดงภาพสตอริบอร์ดหน้าที่แสดงการเรียนด้วยภาพพาโนรามา360 องศา	147
24	แสดงภาพสตอริบอร์ดหน้าแบบทดสอบระหว่างเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์	147
25	แสดงหน้าจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียนคอมพิวเตอร์	155
26	แสดงหน้าภาพเคลื่อนไหวองค์ความรู้รวมเกี่ยวกับป่าชายเลน	155

ภาพที่		หน้า
27	แสดงหน้าเมนูหลักของบทเรียนคอมพิวเตอร์	155
28	แสดงหน้าวิธีการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์	156
29	แสดงหน้าจุดการเรียนรู้ที่เป็นภาพพาโนรามา 360 องศา	156
30	แสดงหน้าบทเรียนเรื่องพันธุ์ไม้ในป่าชายเลน	156
31	แสดงหน้าบทเรียนเรื่องการแบ่งเขตพันธุ์ไม้ในป่าชายเลน	157
32	แสดงหน้าบทเรียนเรื่องระบบนิเวศในป่าชายเลน	157
33	แสดงหน้าบทเรียน เรื่องสัตว์ที่อาศัยบริเวณป่าชายเลน	157
34	แสดงหน้าแบบทดสอบหลังเรียน	158
35	แสดงหน้าผลคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน	158
36	แสดงหน้าผู้จัดทำบทเรียนและอาจารย์ที่ปรึกษา	158

## สารบัญภาพประกอบ

แผนภาพที่		หน้า
1	กรอบแนวคิดของการวิจัย.....	8
2	วงจรห่วงโซ่อาหาร (Food Chain) ในป่าชายเลน.....	21
3	โครงสร้างระบบนิเวศป่าชายเลน.....	24
4	รูปแบบสายใยอาหาร(food web) และการถ่ายทอดพลังงานที่เกิดขึ้นใน ระบบนิเวศป่าชายเลนในเมืองโอกินาวา ประเทศญี่ปุ่น.....	25
5	การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศป่าชายเลนทั่วๆ ไป.....	26
6	แสดงขั้นตอนกระบวนการรับรู้.....	37
7	กรวยประสบการณ์ของเอ็ดการ์ เดล (Edgar dele) .....	38
8	แสดงการรับรู้ที่มีต่อสิ่งเร้าว่าด้วยกฎแห่งความต่อเนื่อง (Principle of Immunity).....	40
9	ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหว เสมือนจริง 360 องศา.....	76
10	ขั้นตอนการพัฒนาหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบภาพ พาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา.....	77
11	แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	79
12	การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียน คอมพิวเตอร์แบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน.....	80
13	ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง.....	81

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษา มีบทบาทและความสำคัญยิ่งต่อวิถีชีวิตของคนและสังคม ปัจจุบัน การศึกษาในประเทศไทยได้เข้าสู่ยุคปฏิรูปการศึกษา รูปแบบของการจัดการศึกษามีการพัฒนา ให้มีความสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของวิถีชีวิตของคนในสังคมที่ตอบสนองต่อความต้องการ ของแต่ละบุคคล ซึ่งรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช 2540 กำหนดไว้ใน พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 เกี่ยวกับระบบการศึกษา มาตรา 15 วรรค 3 รูปแบบ คือ การศึกษาในระบบ การศึกษานอกระบบ และการศึกษาตามอัธยาศัย (พิธีชัย นิลทองคำ 2542 :10) ทั้ง 3 รูปแบบนี้สามารถจัดการเรียนการสอนได้หลายวิธีตามความเหมาะสม และเป็นไป เพื่อพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ทั้งร่างกายและจิตใจ มีคุณธรรม จริยธรรม และ เพื่อให้ผู้ได้รับการศึกษาสามารถใช้ชีวิตร่วมกับบุคคลอื่น ๆ ในสังคมได้อย่างมีความสุข ปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยี และนวัตกรรมใหม่ ๆ มาใช้กับการศึกษามากขึ้น นอกจากนี้ภูมิ ปัญญาไทยที่มีอยู่ในท้องถิ่นต่าง ๆ ซึ่งเป็นสิ่งที่ใกล้ตัวผู้เรียนถูกนำมาใช้เป็นแหล่งการเรียนรู้ อย่าง กว้างขวางโดยเฉพาะสาขาการจัดการทรัพยากรทางธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เป็นสาขาหนึ่งของ ภูมิปัญญาไทยที่สถาบันต่าง ๆ ทางวิชาการของรัฐและเอกชนได้ทำการแยกประเภทไว้ (รุ่ง แก้ว แดง 2542: 206 –207) ซึ่งนำมาสู่การเรียนรู้เชิงอนุรักษ์ เกิดแนวทางในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ สำหรับการพัฒนาให้กับท้องถิ่นจนถึงระดับชาติ ทั้งเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เห็นคุณค่า ความสำคัญของแหล่งการเรียนรู้ในท้องถิ่น และเป็นการปลูกฝังจิตสำนึกให้รักทรัพยากรในท้องถิ่น ของตนเอง ตลอดจนการใช้ประโยชน์อย่างสมดุล ยั่งยืน

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 ได้ให้ความสำคัญของการศึกษาในส่วนที่ส่งเสริมแหล่งการเรียนรู้รูปแบบต่าง ๆ โดยกำหนดสาระสำคัญไว้ในมาตรา 7 มาตรา 9 มาตรา 23 มาตรา 24 มาตรา 25 มาตรา 27 มาตรา 29 และมาตรา 57 ที่ระบุว่าให้ ผู้เรียนมีความภาคภูมิใจในความเป็นไทยรู้จักรักษาผลประโยชน์ส่วนรวมและของประเทศชาติ รวมทั้งส่งเสริมศาสนา ศิลปะ วัฒนธรรมของชาติ การกีฬา ภูมิปัญญาท้องถิ่น ภูมิปัญญา ไทย และความรู้อันเป็นสากล มีการระดมทรัพยากรจากแหล่งต่าง ๆ มาใช้จัดการศึกษา

ส่งเสริมและจัดตั้งแหล่งการเรียนรู้ตลอดชีวิตทุกรูปแบบ ได้แก่ ห้องสมุดประชาชน พิพิธภัณฑ์ สวนสาธารณะ สวนพฤกษศาสตร์ จนไปถึงแหล่งการเรียนรู้อื่น ๆ เน้นกระบวนการเรียนรู้ และบูรณาการตามความเหมาะสม ให้เรียนรู้จากประสบการณ์จริงจากสื่อการสอนและแหล่ง วิทยาการสาขาต่าง ๆ ตลอดจนให้สถานศึกษาจัดทำหลักสูตรในส่วนที่เกี่ยวกับสภาพปัญหาและ ความต้องการของชุมชนและสังคมโดยร่วมกับชุมชนในการจัดการศึกษาอบรม และรู้จัก เลือกระบบภูมิปัญญาเพื่อพัฒนาชุมชนให้สอดคล้องกับสภาพปัญหาและความต้องการ และให้ หน่วยงานทางการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในชุมชนให้มีส่วนร่วมในการจัดการศึกษา โดยนำ ประสบการณ์ ความรอบรู้ความชำนาญของบุคลากรในชุมชนมาใช้ประโยชน์ทางการศึกษา

จะเห็นได้ว่าแนวทางการจัดการศึกษามีการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมการเรียนการสอนจาก ห้องเรียน หรือในสถานศึกษา ออกมาสู่แหล่งการเรียนรู้ในชุมชนหรือท้องถิ่น ซึ่งเปิดกว้างให้กับ ผู้เรียนได้เรียนรู้จากสภาพจริง จากสภาพสังคม วัฒนธรรม ภูมิประเทศ ฯลฯ ได้รับประสบการณ์ ความรู้จากภูมิปัญญาในทรัพยากรบุคคลที่มีความรู้ ความชำนาญ และเห็นความสำคัญของ ท้องถิ่นและชุมชนที่ตนอาศัย

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 (กระทรวงศึกษาธิการ 2544 : 21) กำหนดหลักการที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนา และเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต โดยถือว่าผู้เรียนสำคัญที่สุด สามารถพัฒนาตามธรรมชาติ และเต็มตามศักยภาพ โดยกำหนด จุดหมายซึ่งถือเป็นมาตรฐานการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ตามจุดมุ่งหมาย ของหลักสูตรฯ ที่กล่าวถึงในข้อ 8 ว่า ให้มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์ภาษาไทย ศิลปะ วัฒนธรรม ประเพณี กีฬา ภูมิปัญญาไทย ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และใน ข้อ 9 รัก ประเทศชาติและท้องถิ่น มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามให้กับสังคม ทั้งนี้พระราชบัญญัติ การศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 กำหนดให้สถานศึกษาจะต้องจัดทำหลักสูตรของตนเองที่สนอง จุดมุ่งหมายของหลักสูตรแกนกลาง พร้อมทั้งเพิ่มเติมในส่วนที่เกี่ยวข้องกับสภาพปัญหาและความ ต้องการของสถานศึกษา ชุมชน และท้องถิ่น ให้ตอบสนองต่อความสนใจ และความสามารถ ของผู้เรียน (วัฒนาพร ระบุว่าทุกข์ 2544: 2) การเรียนรู้จากแหล่งการเรียนรู้ในท้องถิ่นจึงมี ความสำคัญต่อวิถีชีวิตของผู้เรียน และเป็นปัจจัยที่ตอบสนองต่อปัญหาที่เกิดขึ้นในท้องถิ่น ตลอดไปจนการพัฒนาสร้างสรรค์ภูมิปัญญาใหม่ ๆ เมื่อนำเข้าสู่กระบวนการเรียนการสอน จึงเป็นการทำให้ผู้เรียนได้เข้าใจในสภาพปัญหา ความต้องการ เห็นคุณค่า เกิดความรัก ห่วงเห นรวมถึงการอนุรักษ์ทรัพยากรในท้องถิ่นให้เป็นแหล่งการเรียนรู้สำหรับเยาวชนในท้องถิ่นให้คงอยู่ และยั่งยืนต่อไป

แหล่งทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่นของประเทศไทย มีความแตกต่างกันไปตามสภาพภูมิประเทศ ไม่ว่าจะเป็นทรัพยากรธรรมชาติ อาชีพ ประเพณี และวัฒนธรรม ทำให้การดำรงชีวิตของแต่ละชุมชนมีความแตกต่างกัน ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าภูมิประเทศจึงมีความสำคัญต่อการประกอบกิจกรรมของมนุษย์ (อภิรมย์ ณ นคร 2515 :12-13) และวิถีชีวิตอันเป็นเอกลักษณ์ในท้องถิ่นของแต่ละจังหวัด

จังหวัดสมุทรสาครเป็นอีกจังหวัดหนึ่งที่มีทำเลที่ตั้งอยู่ในภาคกลางมีอาณาเขตติดทะเลอ่าวไทย จึงมีการประกอบอาชีพการทำประมงซึ่งเป็นอาชีพหลักและเป็นรายได้หลักของคนในชุมชน อีกทั้งยังเป็นแหล่งที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ จำนวนมากเนื่องจากมีปัจจัยหลาย ๆ ด้านที่เหมาะสมและการคมนาคมที่สะดวกมีทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญอันได้แก่ พื้นที่ป่าชายเลน (Mangrove swamp forest) ที่จัดอยู่ในประเภทป่าไม้ไม่ผลัดใบอยู่ตามแนวชายฝั่งทะเลและปากแม่น้ำเป็นแหล่งอาหาร เป็นที่อยู่อาศัยในช่วงหนึ่งของสัตว์ที่สำคัญทางเศรษฐกิจ เช่น กุ้ง ปลา ปู ฯลฯ (มุกดา สุขสมาน 2536 : 206) และเป็นแหล่งอนุบาลของสัตว์น้ำหลายชนิดที่มีความสำคัญต่อการทำประมงขนาดเล็กในชุมชน เป็นสถานที่พักผ่อนและเป็นแหล่งการเรียนรู้ทางธรรมชาติที่สำคัญของคนในจังหวัดสมุทรสาคร ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาป่าชายเลนประสบปัญหาสภาพเสื่อมโทรม และมีพื้นที่ลดลงทั้งนี้เนื่องมาจากการเพิ่มของประชากรทำให้ต้องใช้ประโยชน์จากที่ดินในปริมาณที่มากขึ้น เพื่อเป็นที่อยู่อาศัย ทำนาเกลือ นากุ้ง และเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำต่างๆ บริเวณชายฝั่ง นอกจากนี้การบุกรุกป่าเพื่อใช้พื้นที่สร้างโรงงานอุตสาหกรรมส่งผลให้น้ำเสียจากโรงงานทำลายระบบนิเวศของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในบริเวณชายฝั่ง ประกอบกับปัจจัยอื่นอีกหลายประการ รวมไปถึงการใช้ทรัพยากรโดยไม่มีการดูแลรักษาอย่างถูกวิธี ซึ่งจะทำให้ทรัพยากรที่มีอยู่หมดสิ้นไปโดยส่งผลกระทบต่อกระบวนการประกอบอาชีพทำประมงในรูปแบบต่างๆ ของคนในชุมชนและคนรุ่นหลังที่กำลังจะสูญเสียแหล่งการเรียนรู้ทางธรรมชาติที่สมบูรณ์ ซึ่งจะกระทบต่อกระบวนการวิจัย และพัฒนาในด้านต่าง ๆ ซึ่งเป็นที่มาของค้นพบสิ่งใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์ของท้องถิ่นดังนั้นการศึกษา คือ กลไกสำคัญในการดำเนินการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ คือการให้ความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้อง สร้างจิตสำนึกที่ดีกับเยาวชนต่อการอนุรักษ์ป่าชายเลน โดยจัดให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ด้วยความสำคัญของทรัพยากรป่าชายเลน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสมุทรสาคร (2547) จึงได้จัดทำหลักสูตรระดับท้องถิ่น โดยบูรณาการเชื่อมโยงเนื้อหาเรื่องป่าชายเลนไว้ในส่วนของกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ ในส่วนที่เกี่ยวกับชุมชนและท้องถิ่น ทั้ง 4 ช่วงชั้น และมุ่งให้ผู้เรียนมีผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จากสาระการเรียนรู้ในความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต ระบบนิเวศ

ตลอดจนห่วงโซ่อาหารของสิ่งมีชีวิตในป่าชายเลน

ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องป่าชายเลน สามารถเลือกรูปแบบการจัดกิจกรรมจากสื่อที่หลากหลายได้แก่ ศึกษาจากรูปภาพ ภาพถ่ายจากสถานที่จริง ตลอดจนไปจนการจัดประสบการณ์นอกสถานที่ (Field Trip) เป็นอีกรูปแบบหนึ่งที่ได้รับการนิยมนำมาเป็นกิจกรรมการเรียนการสอน เนื่องจากผู้เรียนจะได้รับประสบการณ์ตรงในชีวิตจริง โดยใช้สังคมเป็นเสมือนห้องปฏิบัติการของผู้เรียน (กระทรวงศึกษาธิการ 2544 : 42) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าในสิ่งที่ตนสนใจและกำลังเป็นที่นิยมในทางการศึกษา ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้ให้คำจำกัดความของการศึกษานอกสถานที่ไว้ ดังนี้

ลัดดา สุขปรีดี (2522 : 81) ได้ให้ความหมายของการศึกษานอกสถานที่ หมายถึง การพานักเรียนออกไปนอกสถานที่เรียนเพื่อศึกษาและหาคำตอบเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นในห้องเรียน เป็นการนำแหล่งชุมชนมาใช้ในการเรียนการสอน

ทิตนา แชมมณี (2545 : 341) ให้ความหมายของการไปทัศนศึกษา (Field Trip) ว่ากระบวนการสอนที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันวางแผนและเดินทางไปศึกษาเรียนรู้ ณ สถานที่อันเป็นแหล่งความรู้ในเรื่องนั้น โดยมีการศึกษาสิ่งต่างๆ ในสถานที่ตามกระบวนการที่ได้วางแผนไว้ และมีการอภิปรายสรุปการเรียนรู้จากข้อมูลที่ได้ศึกษามา วิธีการสอนโดยการศึกษานอกสถานที่เป็นวิธีการที่ช่วยให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงในเรื่องที่เรียน ได้เห็นได้เรียนรู้ตามสภาพจริง ได้ใช้แหล่งชุมชนให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนรู้ทำให้นักเรียนได้รู้จักสภาพชุมชนของตนเองดีขึ้น และเกิดเจตคติที่ดีต่อสถานที่และการเรียนรู้ เป็นการสร้างความพร้อมในอนาคตให้กับผู้เรียนในการปรับตัวเข้าสู่สังคมในอนาคต และเป็นการสอนที่เอื้อให้ผู้เรียนฝึกทักษะต่างๆ จำนวนมาก (กาญจนา คุณารักษ์ 2545 : 458) เป็นวิธีสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เปลี่ยนบรรยากาศการเรียนรู้และมีความกระตือรือร้นเพิ่มขึ้น

ถึงแม้ว่าการเรียนการสอนด้วยวิธีการศึกษานอกสถานที่จะมีข้อดีมากมาย แต่เมื่อนำมาใช้จัดกิจกรรมจริงแล้วจะเห็นได้ว่าข้อจำกัดที่พบหลายประการ เช่น การเตรียมการวางแผนในระยะยาว เนื่องจากการขออนุญาตพานักเรียนออกไปนอกสถานศึกษาจะมีขั้นตอนยุ่งยากและมีหลายขั้นตอน ใช้บุคลากรจำนวนมากในการควบคุมดูแลผู้เรียนในระหว่างการเดินทาง ซึ่งการปฏิบัติกิจกรรมต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเดินทางมากในการจ้างเหมาพาหนะ เพื่อพาผู้เรียนไปยังแหล่งการเรียนรู้ ถ้ามีการเรียนหลายครั้งก็จะมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น ในบางครั้งยังเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุที่คาดไม่ถึงระหว่างการเดินทาง (ทิตนา แชมมณี 2547 : 346) ในบางรายวิชาที่มี

เนื้อหาเพียงเล็กน้อย อาจไม่คุ้มค่างับเวลาและงบประมาณที่ใช้

ในการจัดกิจกรรมการศึกษาออกสถานที่บริเวณป่าชายเลนจะพบปัญหาที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือ เป็นการเปลี่ยนแปลงทางธรรมชาติเรื่องน้ำขึ้นน้ำลง และสภาพภูมิอากาศที่ครูผู้สอนไม่สามารถควบคุมได้ บางครั้งต้องแก้ปัญหาด้วยการเปลี่ยนแปลงตารางการเรียนการสอนก็ทำได้ค่อนข้างยุ่งยากและมีปัญหาเรื่องเวลาระหว่างผู้เรียนและครูผู้สอนที่ไม่ลงตัว จึงอาจทำให้การเรียนรู้ไม่บรรลุวัตถุประสงค์เท่าที่ควร บทบาทของสื่อการเรียนการสอนจึงมีความสำคัญต่อกระบวนการเรียนการสอนที่จะช่วยแก้ปัญหาในข้อจำกัดเหล่านี้เพื่อให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์จริงที่ใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีกรวยประสบการณ์ (Cone of Experience) ของ เดดการ์ด เดล (1969:107) โดยให้ความสำคัญของสื่อที่เป็นประสบการณ์จริงว่าเป็นการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนเรียนจากสิ่งที่ใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด ซึ่งอาจเป็นของจำลองหรือการจำลองก็ได้ สำหรับการศึกษาเรื่องป่าชายเลนนั้น ข้อมูลต่าง ๆ ทั้งภาพและเสียงที่จะต้องนำเสนอสภาพแวดล้อมให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด การเลือกรูปแบบการนำเสนอเป็นสิ่งสำคัญที่สื่อจะตอบสนองต่อการเรียนรู้รายบุคคล ได้ดีและเหมาะสมกับเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน

ในปัจจุบันสื่อการเรียนรู้อะไรก็ตาม คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศมีบทบาทต่อระบบการศึกษาเป็นอย่างมากและเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ทุกวิชา เมื่อนำมาใช้กับการเรียนการสอนในรูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ จะช่วยให้เรียนได้สนุก เรียนเรื่องยากๆ ได้เร็วขึ้น (ประเวศ วะสี, อ้างถึงใน พรพิไล เลิศวิชา 2544 : 128) เป็นสื่อที่สามารถแสดงผลทั้งเสียงและภาพเคลื่อนไหว ผู้เรียนมองเห็นได้ทั้งภาพ 2 มิติ และ 3 มิติ ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงสามารถลดข้อจำกัดของสื่อการเรียนอื่น ๆ ได้เป็นอย่างดี นักวิจัยได้ทำการศึกษาลักษณะสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเรื่องเกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเล พบว่ากลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ จะเห็นว่าสื่อจากบทเรียนคอมพิวเตอร์สามารถช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น (จิตติยา ศรียา 2545 : บทคัดย่อ)

นวัตกรรมของการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐาน (Computer based Instruction) สามารถนำเสนอสื่อในรูปแบบต่างๆ โดยเฉพาะรูปแบบ "ความเป็นจริงเสมือน" (Virtual Reality) หรือที่เรียกกันย่อๆ ว่า VR ที่มีรูปแบบเชิงโต้ตอบที่ผลักดันให้ผู้ใช้เกิดความรู้สึกของการเข้าร่วมอยู่ภายใต้สิ่งแวดล้อมที่สร้างขึ้นโดยคอมพิวเตอร์ มาช่วยในการแสดงผลในรูปแบบของภาพและเสียงเสมือนว่าอยู่ในโลกอีกโลกหนึ่งที่เสมือนจริงของโลกที่อยู่ที่นี่ สามารถเลียนแบบการรับรู้ทางกายภาพ

ได้ด้วยการสร้างการรับรู้หลายทางในสิ่งแวดล้อมสามมิติที่สร้างขึ้นมา โดยมีอุปกรณ์ในการติดต่อ เช่น ถุงมือ หมวกที่มีจอภาพ แว่นตา เมมส์ จอยสติค เป็นต้น (กิดานันท์ มลิทอง 2543 : 303) ซึ่งวิทยาการทางด้านระบบความจริงเสมือน ได้มีการพัฒนา และประยุกต์ใช้งานในหลายสาขา โดยเฉพาะทางด้านการศึกษา สามารถใช้ข้อมูลสารสนเทศที่มีอยู่มากมายนำมาเสนอในรูปแบบของความเสมือนจริงเพื่อเพิ่มพูนประสบการณ์ให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงในโลกสามมิติ เพื่อจัดการกับสิ่งที่ตนเองค้นพบ และสำรวจสถานที่ สิ่งของที่มีอยู่โดยที่ผู้เรียนยังอาจเข้าไปไม่ถึง ซึ่งมีการชี้แนะวิธีการต่าง ๆ ที่สามารถนำเสนอได้อย่างค่อนข้างชัดเจน ภายใต้การนำเสนอที่เป็น Virtual environment เป็นสิ่งที่ช่วยให้ผู้ใช้ได้รับรู้ถึงสภาพแวดล้อมและบรรยากาศในบริเวณนั้น ๆ ให้มีความใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด โดยผ่านประสาทสัมผัสส่วนต่าง ๆ ของมนุษย์ ขณะเดียวกันการเชื่อมต่อข้อมูลสารสนเทศจะช่วยขยายภาพในสภาพแวดล้อมนั้นให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น การศึกษานอกสถานที่นั้นปัจจุบันสามารถทำได้โดยใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ร่วมกับประสาทสัมผัสต่าง ๆ ของมนุษย์ อยู่ในรูปแบบความเสมือนจริง ที่เรียกกว่าการศึกษานอกสถานที่เสมือนจริง ที่พัฒนาขึ้นจากนักการศึกษาหลาย ๆ ท่านที่ให้ความสำคัญ

เนลสัน (Nelson 2000 : 128) ได้กล่าวถึงการศึกษานอกสถานที่เสมือนจริงว่าสามารถเปิดโลกการเรียนรู้ที่มีหัตถ์จรรยและมีน่าตื่นเต้น ครูสามารถที่จะเลือกเรื่องหรือเนื้อหาสำหรับผู้เรียน เพื่อเพิ่มพูนประสบการณ์นอกเหนือจากการเรียนปกติโดยทั่วไป ซึ่งความเสมือนจริงนั้นสามารถเรียนรู้ในส่วนที่ลึกลงไปในบทเรียนนั้น ๆ โดยที่การเรียนจากรูปแบบปกติไม่สามารถนำเสนอได้ ครูจะต้องใช้รูปแบบความเสมือนจริงเพื่อขยาย และเจาะลึกลงไปในประสบการณ์การเรียนรู้ที่ไม่ใช่การสอนจากครูโดยตรง

จากการศึกษาของ โมเฮอร์ และคณะ (Moher and Orther 2001) พบว่าผลการคิดที่มีต่อระดับชั้นของผู้เรียนต่อบทเรียนเสมือนจริง โดยการจำลองสภาพแวดล้อมของพีซีที่ขึ้นตามระดับความสูงของพื้นที่ ที่มีการเรียนด้วยระดับความเป็นจริงเสมือนผ่านหน้าจอ ของนักเรียนเกรด 2 เกรด 4 และเกรด 6 พบว่า นักเรียนเกรด 2 สามารถบอกความแตกต่างได้ เกรด 4 สามารถแยกถูก-ผิดได้ และเกรด 6 มีการคิดวิเคราะห์ และการประมาณค่าได้

จะเห็นได้ว่าเทคโนโลยีความเสมือนจริง สามารถนำมาใช้ร่วมกับการศึกษานอกสถานที่สร้างเป็นรูปแบบใหม่ขึ้นมาเพื่อเทียบเท่ากับสถานที่จริงและตอบสนองต่อข้อจำกัดทางกายภาพ โดย วินซ์ (Vince 1995 : 21-22) ได้กล่าวถึงประโยชน์ทางกายภาพที่มองเห็นได้ชัดเจนเกินกว่าสภาพแวดล้อมปกติจะทำได้ ดังนี้ 1) ไม่ต้องการพื้นที่ว่าง 2) สามารถมีถูกต้องมากและเป็นของจริง 3) สามารถทำให้เคลื่อนไหวได้ 4) สามารถสร้างแสงสว่างได้ 5) ทำซ้ำได้

หลายครั้ง 6) แบ่งแยกได้ 7) ปฏิบัติในทางตรงข้ามและโต้ตอบได้ จากศักยภาพที่มากมายของเทคโนโลยีความเสมือนจริง ทำให้การศึกษานอกสถานที่เป็นไปได้มากกว่าความเป็นจริงที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน โดยเราสามารถนำรูปแบบความเสมือนจริงมาใช้เป็นสื่อสำหรับเรียนรู้เพื่อค้นคว้า เพิ่มพูนประสบการณ์ได้ด้วยตัวของผู้เรียนเองจากสิ่งที่ใกล้ตัวและสิ่งที่ไกลตัวออกไปในชีวิตจริงผู้เรียนไม่สามารถเข้าถึงได้ ทั้งสามารถใช้เป็นแหล่งการเรียนรู้เพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรในท้องถิ่นได้อย่างแพร่หลาย โดยไม่ต้องคำนึงถึงในเรื่องเวลา และสถานที่ในการเรียนรู้ ในการนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์เสมือนจริงครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกรูปแบบ Non-immersive เป็นระดับความเป็นจริงเสมือนผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ (Desktop VR) นำเสนอด้วยภาพพาโนรามา (Panorama) 360 องศาที่สามารถหมุนเพื่อเลือกชมสิ่งแวดล้อมได้โดยรอบ ควบคุมอย่างอิสระด้วยตัวผู้เรียนเอง โดยการบังคับเมาส์ สามารถเลือกรับข้อมูลตามความสนใจของผู้เรียนที่มีการเน้นส่วนสำคัญของเนื้อหาด้วย Mouse Over ที่สามารถเชื่อมโยงไปยังเรื่องราวอื่น ๆ

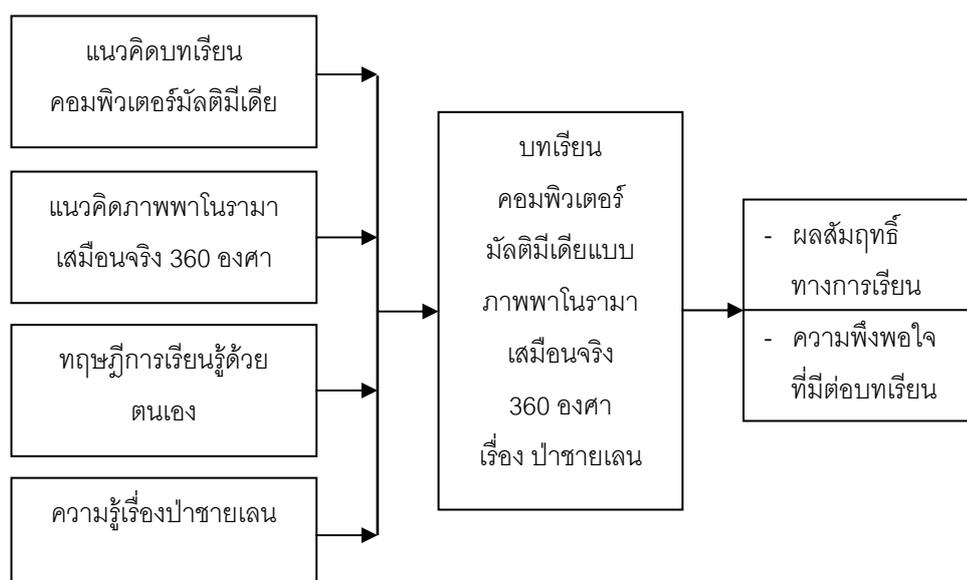
เจียง - หลิน และคณะ (Jeng - Lin and Other 2002 : 164-170) ได้ทำการศึกษาผลการวิจัยเกี่ยวกับการรับรู้ด้วยภาพเสมือนจริง โดยใช้ภาพจากสถานที่จริงพบว่าการมองภาพตั้งแต่ 100 องศาขึ้นไปจนถึง 180 องศา ส่งผลให้ผู้เรียนมีความรู้สึกร่วมมีส่วนร่วมในเหตุการณ์ มีความสามารถในการจดจำเพิ่มขึ้น และมีความเพลิดเพลินในการเรียนเพิ่มขึ้นเช่นกัน

สำหรับในประเทศไทยได้มีการศึกษาเกี่ยวกับเทคโนโลยีเสมือนจริงโดยการประยุกต์ใช้ในด้านการออกแบบอาคารสถานที่ ในการเพิ่มความสามารถในการสื่อสารระหว่างการกลุ่มของผู้ออกแบบ โดยงานวิจัยนี้ได้นำเสนอรูปแบบการใช้เครื่องมือแบบผสมผสานซึ่งประกอบด้วยแบบจำลองเสมือนจริง แบบ 2 มิติและภาพถ่ายแบบดิจิทัล ผลจากการประยุกต์ใช้พบว่าสามารถแก้ไขข้อจำกัดของแบบจำลองเสมือนจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากผลงานวิจัยแสดงให้เห็นว่าการนำแบบจำลองเสมือนจริงมาประยุกต์ใช้ในช่วงการออกแบบสามารถช่วยให้ผู้ร่วมงานมองเห็นปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างก่อสร้างได้อย่างชัดเจน และช่วยในการสื่อสารระหว่างฝ่ายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น เนื่องจากช่วยให้ผู้ร่วมงานเข้าใจผลการออกแบบได้อย่างรวดเร็ว และสามารถนำข้อมูลแบบ 3 มิติไปเชื่อมโยงกับการพิจารณาในประเด็นอื่น ๆ ได้

จะเห็นได้ว่าในการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์สำหรับการเรียนรู้ส่วนใหญ่ นิยมใช้ภาพถ่ายหรือภาพกราฟิก ที่เป็นภาพนิ่งมีเพียงมุมมองเพียงด้านใดด้านหนึ่ง ที่ผู้เรียนไม่สามารถควบคุมการเคลื่อนไหวของภาพ ไปในมุมมองไปในทิศทางต่าง ๆ ได้ ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถเลือกเรียนจากสิ่งที่ตนสนใจ และทำให้ความต่อเนื่องในการมองภาพขาดหายไป ผู้วิจัยมีความคิดว่าถ้านำภาพที่เป็นลักษณะของภาพพาโนรามาที่มีมุมกว้าง 360 องศา มาใช้ในการพัฒนาร่วมกับบทเรียน

คอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย สำหรับการเรียนรู้ เรื่อง ปาชายเลน ซึ่งผู้วิจัยคาดหวังว่าน่าจะกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนในส่วนของภาพในองศาต่างๆ อันจะทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ปาชายเลน มีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น และนำมาซึ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของนักเรียนที่สูงขึ้นตามมาด้วย ซึ่งในปัจจุบันรูปแบบภาพถ่ายดิจิทัลสามารถทำได้ง่าย และใช้เวลาในการบันทึกไม่นาน เมื่อนำภาพสถานที่เดียวกันในองศาที่ต่างกัน มาเรียงต่อกันเป็นภาพพาโนรามา 360 องศา ที่สามารถทำได้ง่ายและให้ความรู้สึกในการมองภาพต่อเนื่อง เสมือนอยู่ภายใต้สิ่งแวดล้อมจริงจะทำให้มีการรับรู้ที่เสมือนจริงมากที่สุด จากเหตุผลดังที่ได้กล่าวมา ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะนำภาพแหล่งการเรียนรู้จริงที่มีอยู่ในท้องถิ่นได้แก่ “ปาชายเลน” มาใช้ในการสร้างภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ที่มีการควบคุมบทเรียนด้วยตนเอง โดยที่ใช้ภาพถ่ายจากสถานที่จริงในการนำเสนอเนื้อหา เพื่อประกอบการสอนและเพิ่มเติมประสบการณ์การเรียนรู้ เพื่อให้เห็นสภาพแวดล้อมต่างๆ ของปาชายเลนในมุมมองที่ต่างไป ตลอดจนส่วนต่างๆ ที่ผู้เรียนไม่สามารถเข้าไปถึงได้ในสภาพจริง สำหรับนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งผู้เรียนสามารถที่จะศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ขณะเดียวกันผู้วิจัยมุ่งหวังให้งานวิจัยนี้ส่งผลต่อการศึกษาเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรในท้องถิ่นอีกส่วนหนึ่งด้วย

จากแนวความคิดต่าง ๆ ที่ได้กล่าวข้างต้น ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังแผนภาพที่ 1 ดังนี้



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

### วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียน ก่อนและหลังเรียน ของผู้เรียนที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย แบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน
3. เพื่อศึกษาระดับความพึงพอใจของนักเรียน ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา

### สมมติฐานการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้
2. นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. ผู้เรียนมีระดับความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน ในระดับมาก

### ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากร ที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชายและหญิง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนมัธยมสมุทรสาครบูรณะ อำเภอเมืองสมุทรสาคร สังกัดเขตพื้นที่การศึกษาสมุทรสาครที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 552 คน 12 ห้องเรียน
2. กลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสมุทรสาครบูรณะ ที่มีการเรียนการสอน เรื่อง ป่าชายเลน อำเภอเมืองสมุทรสาคร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสมุทรสาคร และกำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 ที่ยังไม่เคยเรียน เรื่อง ป่าชายเลน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบสุ่มอย่างง่าย (Sample Random sampling) นักเรียน 1 ห้องเรียน จำนวน 46 คน เพื่อเป็นกลุ่มตัวอย่างสำหรับการทดลองบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบ ภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน
3. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา
  - 3.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variable)

การเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน

### 3.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable)

3.2.1 ผลสัมฤทธิ์จากการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน

3.2.2 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน

### นิยามศัพท์เฉพาะ

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา หมายถึง สื่อการเรียนรู้ที่เรียนผ่านระบบคอมพิวเตอร์ด้วยการจำลองภาพเสมือนจริง ที่จำลองสภาพแวดล้อมและสถานการณ์ต่างๆ บนหน้าจอ (Desktop Virtual Reality) เพื่อศึกษาค้นคว้า โดยใช้ภาพที่ถ่ายจากสถานที่จริงแล้วนำภาพที่ได้มาเชื่อมต่อกันด้วยโปรแกรม ซึ่งจะได้ภาพเสมือนจริง 360 องศา ผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์ได้ทันทีกับภาพที่ปรากฏโดยการบังคับเมาส์ให้เคลื่อนที่เพื่อเคลื่อนที่เปลี่ยนมุมมองต่างๆ และสามารถเข้าถึงข้อมูลต่างๆ โดยการเชื่อมโยง

2. ป่าชายเลน หมายถึง เป็นป่าไม้ที่เกิดขึ้นตามชายฝั่งทะเลหรือปากแม่น้ำที่มีดินโคลน โดยมีน้ำทะเลท่วมถึง มีพันธุ์ไม้หลายชนิดส่วนใหญ่ได้แก่ โกงกาง แสม ฯลฯ และยังรวมไปถึงกลุ่มของสังคมพืชที่ขึ้นอยู่ ณ บริเวณนั้นด้วย

3. ระบบนิเวศป่าชายเลน หมายถึง ระบบที่มีลักษณะค่อนข้างซับซ้อนของสิ่งมีชีวิตที่อยู่รวมกันและมีการทำงานร่วมกัน ไม่ว่าจะระหว่างสิ่งมีชีวิตด้วยกัน หรือหรือกับสิ่งไม่มีชีวิตในอาณาเขตไม่แน่นอน ของพื้นที่ป่าชายเลน

4. ห่วงโซ่อาหาร (Food Chain) หมายถึง การกินต่อกันเป็นทอดๆ ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในรูปแบบดังกล่าวนี้ เป็นการถ่ายทอดพลังงานผ่านผู้ผลิตและผู้บริโภคในระดับต่าง ๆ โดยมีผู้ย่อยสลายทำหน้าที่ย่อยสลายในทุกๆระดับ เช่น ผักกาด กระต่าย สุนัขจิ้งจอก กระต่ายเป็นผู้บริโภคผักกาดในขณะที่เดียวกันกระต่ายก็ถูกบริโภคโดยสุนัขจิ้งจอก ผักกาด เป็นผู้ผลิต กระต่ายเป็นผู้บริโภคพืช สุนัขจิ้งจอกเป็นผู้บริโภคสัตว์ลำดับที่ 1

5. สายใยอาหาร (food web) หมายถึง การเคลื่อนย้ายพลังงานและธาตุอาหารในระบบนิเวศ ผ่านผู้ผลิตและผู้บริโภคในระดับต่างๆ โดยการกินกันเป็นทอด ๆ ในลักษณะไม่เป็นเส้นตรงเหมือนห่วงโซ่อาหารเสมอไป กล่าวคือ มีการจับกินกันอย่างสับสนวุ่นวาย สิ่งมีชีวิตชนิด

หนึ่งอาจกินสิ่งมีชีวิตหลายชนิด ในขณะที่เดียวกัน สิ่งมีชีวิตชนิดนั้นก็มีโอกาสถูกจับกินโดยสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นหลายชนิด

6. ผู้ผลิต (producer) หมายถึง พวกที่สร้างอินทรีย์สารเองได้เองได้โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในป่าชายเลน ได้แก่ สาหร่าย แพลงตอนพืช และพันธุ์ไม้ชนิดต่างๆ

7. ผู้บริโภค (consumers) หมายถึง พวกผู้บริโภคในป่าชายเลน แบ่งได้เป็นกลุ่มใหญ่ๆ ได้แก่ กลุ่มที่บริโภคอินทรีย์สาร (detritus consumer) กลุ่มบริโภคหรือกินพืชโดยตรง (herbivores) กลุ่มบริโภคหรือกินสัตว์ (carnivores) และกลุ่มที่บริโภคทั้งพืชและสัตว์ (omnivores)

8. ผู้ย่อยสลาย (decomposers) หมายถึง พวกที่ดำรงชีวิตในป่าชายเลนโดยการดูดซับอาหารในซากพืชซากสัตว์ ช่วยให้ซากพืชซากสัตว์ผุสลาย ปลดปล่อยธาตุอาหารต่างๆ กลับสู่ดินเป็นประโยชน์แก่ผู้ผลิต

9. ความพึงพอใจในระดับมากต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ หมายถึง ความพึงพอใจของผู้ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพเคลื่อนไหวมาเสมือนจริง 360 องศา เรื่องป่าชายเลน ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นที่มีค่าตั้งแต่ 4.50 คะแนนขึ้นไป

10. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ระดับคะแนนของกลุ่มตัวอย่างที่ทำแบบทดสอบก่อนการเรียน (Pretest) และหลังการเรียน (Posttest) ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์เสมือนจริง

## บทที่ 2

### วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์เสมือนจริง เรื่อง ปาชายเลน ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร สื่อสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ สื่ออิเล็กทรอนิกส์ โดยเรียงเรียงตามลำดับเนื้อหาที่ศึกษาดังนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. ความรู้เกี่ยวกับ “ปาชายเลน”
3. การรับรู้ภาพกับการเรียนการสอน
4. ความรู้เกี่ยวกับความเสมือนจริง (Virtual reality)
5. ความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์การศึกษา
6. สื่อมัลติมีเดียหรือสื่อประสม (Multimedia)
7. การใช้เทคนิคกลุ่มสนทนา (Focus group Discussion)
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เป็นหลักสูตรแกนกลางของประเทศที่มีหลักการจัดการศึกษาที่เป็นเอกภาพ ความเท่าเทียมกันในการศึกษา และผู้เรียนสามารถพัฒนาตนเองในการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต โดยมีโครงสร้างของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานซึ่งแบ่งระดับช่วงชั้นตามระดับพัฒนาการออกเป็น 4 ช่วงชั้น ได้แก่

- ช่วงชั้นที่ 1 ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3
- ช่วงชั้นที่ 2 ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6
- ช่วงชั้นที่ 3 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3
- ช่วงชั้นที่ 4 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6

นอกจากนี้ยังได้กำหนดสาระการเรียนรู้ตามหลักสูตร ซึ่งประกอบด้วยองค์ความรู้ ทักษะการเรียนรู้ ออกเป็น 8 กลุ่ม ดังนี้ ภาษาไทย คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม สุขศึกษาและพลศึกษา ศิลปะ การงานอาชีพและเทคโนโลยีและภาษาต่างประเทศ ทั้ง 8 กลุ่มสาระ

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 ยังได้กล่าวถึง เรื่องสิ่งแวดลอมศึกษาที่กำหนดไว้ในสาระการเรียนรูต่าง ๆ โดยเฉพาะกลุ่มสาระการเรียนรูวิทยาศาสตร์

กรมวิชาการ (2544 : 4) ได้กำหนดคุณภาพของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ ที่จบการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ปี ดังนี้

1. เข้าใจเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตและกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดลอม
  2. เข้าใจสมบัติของสสารและการเปลี่ยนแปลงของสสารแรงและการเคลื่อนที่ พลังงาน
  3. เข้าใจโครงสร้างและองค์ประกอบของโลก ความสำคัญของทรัพยากรทางธรณี ดาราศาสตร์ และอวกาศ
  4. ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา ในการเรียนรูวิทยาศาสตร์ ด้วยการลงมือปฏิบัติจริง ศึกษาค้นคว้า สืบค้นจากแหล่งการเรียนรูหลากหลาย และจากเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และสื่อสารความรู้ในรูปแบบต่างๆ ให้ผู้อื่นรับรู
  5. เชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นำไปใช้ในชีวิตประจำวัน และศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการวิทยาศาสตร์ หรือสร้างชิ้นงาน
  6. มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์หรือจิตวิทยาศาสตร์
  7. มีเจตคติคุณธรรม ค่านิยมที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดลอม โดยได้กำหนดสาระที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย
    - สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต
    - สาระที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดลอม
    - สาระที่ 3 : สสารและสมบัติของสาร
    - สาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่
    - สาระที่ 5 : พลังงาน
    - สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก
    - สาระที่ 7 : ดาราศาสตร์และอวกาศ
    - สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- ทั้ง 8 กลุ่มสาระนี้เป็นพื้นฐานสำคัญกับสิ่งแวดลอมที่ผู้เรียนทุกคนต้องเรียนรู โดยเฉพาะกลุ่มสาระที่ 2 ในกลุ่มนี้มีมาตรฐานการเรียนรูขั้นพื้นฐาน และมาตรฐานการเรียนรูในช่วงชั้นที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 1 มาตรฐานการเรียนรู้สาระที่ 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในช่วงชั้นที่ 3

มาตรฐานการเรียนรู้ขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์	มาตรฐานการเรียนรู้ในช่วงชั้นที่ 3 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3)
<p>สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม</p> <p><u>มาตรฐานที่ 2.1:</u> เข้าใจสภาพแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์</p> <p><u>มาตรฐานที่ 2.2:</u> เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติ ในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. สำรวจตรวจสอบระบบนิเวศต่างๆ ในท้องถิ่น อธิบายความสัมพันธ์ขององค์ประกอบภายในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน วัฏจักรของสารและการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากร</li> <li>2. สำรวจ วิเคราะห์สภาพปัญหาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่นเสนอแนวคิดในการรักษาสมดุลของระบบนิเวศ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืนโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งลงมือปฏิบัติในการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อม</li> </ol>

ที่มา : กรมวิชาการ, การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 (กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2546),11-12.

จากมาตรฐานการเรียนรู้ในช่วงชั้นที่ 3 จะเห็นได้ว่า คุณภาพของผู้เรียนเมื่อเรียนจบช่วงชั้นแล้ว ควรมีความเข้าใจลักษณะขององค์ประกอบที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตพฤติกรรมกรรมกรอยู่รวมกันของสิ่งมีชีวิตความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นของตนเอง เพื่อสร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์ทรัพยากรท้องถิ่น ต่อไป ซึ่ง สสวท.ยังได้เสนอแนะโครงสร้างหลักสูตรการจัดสาระการเรียนรู้แกนกลาง การศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับสถานศึกษานำไปใช้ หรือปรับใช้ให้เหมาะสม ทั้งนี้สถานศึกษาจะต้องบูรณาการส่วนที่เป็นสภาพปัญหาในชุมชน และสังคม ภูมิปัญญาท้องถิ่น (กรมวิชาการ 2544 : 11-32)

## 2. ความรู้เกี่ยวกับ “ป่าชายเลน”

ความหมายของ “ป่าชายเลน” Schimper นักภูมิศาสตร์ที่มีชื่อเสียงของโลก (อ้างถึงในสนธิ อักษรแก้ว 2541:2) ได้ให้ความหมายของป่าชายเลนว่าเป็นสังคมพืชที่ขึ้นอยู่ตามบริเวณชายฝั่งทะเล ปากแม่น้ำหรืออ่าวซึ่งเป็นบริเวณที่มีระดับน้ำทะเลท่วมถึง ในช่วงที่น้ำทะเลสูงสุด

นิวัติ เรืองพานิช (2537:200) ให้ความหมายป่าชายเลน (Mangrove Forest) ว่า เป็นป่าที่ขึ้นอยู่ตามชายฝั่งทะเลที่มีดินโคลน และน้ำทะเลท่วมถึง และมักขึ้นเป็นกลุ่มๆ แยกออกเป็นแต่ละสกุลไป

วันชัย อิงปัญญาภรณ์ (2542:1) ให้ความหมายของป่าชายเลนหรือ Mangrove forest เป็นสังคมพืชที่ประกอบด้วยพันธุ์ไม้หลายชนิด หลายตระกูลและเป็นพวกที่มีใบเขียวตลอดปีซึ่งมีลักษณะทางสรีระวิทยาและความต้องการสิ่งแวดล้อมที่คล้ายกัน และยังมีหมายถึงกลุ่มของสังคมพืชที่ขึ้นอยู่บริเวณปากอ่าวชายฝั่งทะเลเขตร้อน ซึ่งส่วนใหญ่ประกอบด้วยพันธุ์ไม้สกุลโกงกางเป็นไม้สำคัญและมีไม้ตระกูลอื่นปะปนอยู่บ้าง

วิชัย เทียนน้อย (2533:115-116) กล่าวถึงป่าชายเลนว่าเป็นป่าที่ขึ้นอยู่ตามบริเวณที่มีน้ำทะเลขึ้นลงถึง บางครั้งจะมีชื่อเรียกว่า “ป่าเลนน้ำเค็ม” หรือ “ป่าโกงกาง” ขนาดของต้นไม้ใหญ่โตมากนัก ส่วนใหญ่จะนำมาใช้ประโยชน์ในการทำเชื้อเพลิงมากกว่านำไปใช้เพื่องานก่อสร้าง

ไพโรจน์ สุวรรณกร (2543:386) ได้กล่าวถึง “ป่าชายเลน” (Mangrove Forest) ในประเทศไทยว่ามีลักษณะเป็นป่าไม้ไม่ผลัดใบมีต้นไม้ขึ้นหนาแน่น แต่ละชนิดมีรากค้ำยันและรากหายใจแตกต่างกันไป ป่าชนิดนี้ปรากฏอยู่ตามที่ดินเลนริมทะเลหรือบริเวณปากแม่น้ำใหญ่ ซึ่งมีน้ำเค็มท่วมถึง ตามชายทะเลตะวันออกมีอยู่ทุกจังหวัด พันธุ์ไม้ที่ขึ้นอยู่ตามป่าชายเลนส่วนมากเป็นพันธุ์ไม้ขนาดเล็ก ใช้ประโยชน์สำหรับการเผาถ่านและทำฟืนชนิดที่สำคัญ คือ โกงกาง ลำพู ประดักโปร่ง แสมทะเล ลำแพน ฯลฯ

จากความหมายที่ได้ให้นักวิชาการหลายได้กล่าวมานั้นสรุปได้ว่า “ป่าชายเลน” หรือ “ป่าเลนน้ำเค็ม” เป็นป่าไม้ที่เกิดขึ้นตามชายฝั่งทะเลหรือปากแม่น้ำที่มีดินโคลน โดยมีน้ำทะเลท่วมถึง มีพันธุ์ไม้หลายชนิดส่วนใหญ่ได้แก่ โกงกาง แสม ฯลฯ และยังรวมไปถึงกลุ่มของสังคมพืชที่ขึ้นอยู่ ณ บริเวณนั้นด้วย

**ถิ่นกำเนิดของป่าชายเลน** ป่าชายเลนจะพบทั่วไปตามพื้นที่ชายฝั่งทะเลบริเวณปากแม่น้ำ อ่าว ทะเลสาบ และเกาะซึ่งเป็นบริเวณที่มีน้ำทะเลท่วมถึงของประเทศในแถบเขตร้อน (Topical region) ส่วนบริเวณกึ่งร้อน หรือเขตเหนือและใต้เขตร้อน (Sub - Topical region) จะ

พบป่าชายเลนอยู่บ้างเป็นส่วนน้อย เนื่องจากสภาพภูมิอากาศไม่เหมาะสมนัก ป่าชายเลนมีความอุดมสมบูรณ์ประกอบด้วยพันธุ์ไม้หลายชนิด มักจะพบในกลุ่มประเทศของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยเฉพาะในประเทศอินโดนีเซีย มาเลเซีย พม่า และไทย เป็นต้น

การกระจายตัวของป่าชายเลนทั่วโลก (Global distribution of Mangroves) โดยพิจารณาจากสภาพทางภูมิศาสตร์ จะพบว่าป่าชายเลนมีอยู่ใน 2 เขตใหญ่ คือ เขตที่หนึ่ง เป็นเขตในแถบอินโดแปซิฟิก (Indo-Pacific regions) และเขตที่สอง ได้แก่ เขตโลกใหม่และแอฟริกาตะวันตก (New World and Africa regions) ซึ่งเขตแรกประกอบด้วยประเทศในแอฟริกาตะวันออก อินเดีย เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ญี่ปุ่นตอนใต้ ฟิลิปปินส์ ออสเตรเลีย นิวซีแลนด์และหมู่เกาะในมหาสมุทรแปซิฟิกของซามัวสำหรับเขตโลกใหม่ และแอฟริกาตะวันตกประกอบด้วยประเทศในบริเวณชายฝั่งมหาสมุทรแอตแลนติกของแอฟริกาและอเมริกา (Atlantic Coasts of Africa and America) อ่าวเม็กซิโก (Gulf of Mexico) ชายฝั่งมหาสมุทร แปซิฟิก แถบไซร่อนอเมริกา (Pacific Coast of Tropical America) และบริเวณหมู่เกาะ กาลาปาโกส (Galapagos Island) (สนธิ อักษรแก้ว 2541 : 4)

การกระจายของพื้นที่ป่าชายเลนในประเทศไทย ป่าชายเลนในประเทศไทย ซึ่งขึ้นอยู่การจัดกระจายตามชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกเฉียง ภาคกลาง และภาคใต้ นั้น จากข้อมูลซึ่งสำรวจเมื่อปี พ.ศ.2529 จากภาพถ่ายดาวเทียมและการสำรวจการใช้ประโยชน์พื้นที่ภาคพื้นดิน ปรากฏว่ามีพื้นที่ป่าชายเลนทั้งหมดประมาณ 1,227,647 ไร่ แต่จากการสำรวจเมื่อปี พ.ศ.2539 ปรากฏว่ามีพื้นที่ป่าชายเลนเหลือเพียงประมาณ 1,047,390 ไร่เท่านั้น การกระจายบริเวณพื้นที่ของป่าชายเลนในจังหวัดต่าง ๆ ของประเทศไทย ป่าชายเลนส่วนใหญ่จะมีมากทางภาคใต้ ประมาณ 934,220 ไร่ หรือร้อยละ 89.2 โดยจะพบทางด้านฝั่งตะวันออกเฉียงติดกับอ่าวไทย และฝั่งตะวันตกด้านทะเลอันดามัน ส่วนทางภาคตะวันออกเฉียงมีประมาณ 79,112 ไร่ หรือร้อยละ 3.3 ของป่าชายเลนทั้งหมดของประเทศเท่านั้น (สนธิ อักษรแก้ว 2541 : 7-8)

ตารางที่ 2 พื้นที่ป่าชายเลนของประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2539

จังหวัด	พื้นที่ป่าชายเลน(ไร่)
ภาคตะวันออกเฉียง	
ตราด	47,086.50
จันทบุรี	24,332.25
ระยอง	4,103.00

ตารางที่ 2 (ต่อ)

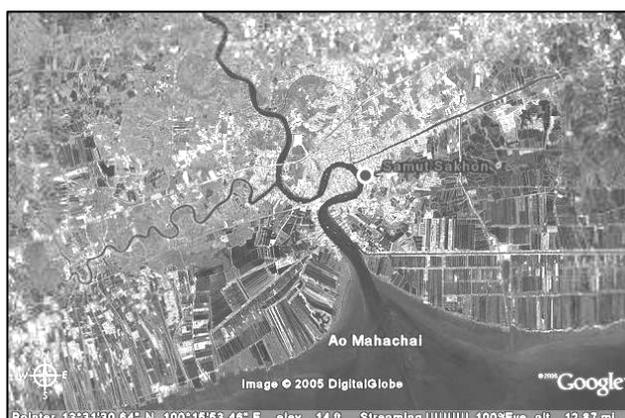
จังหวัด		พื้นที่ป่าชายเลน(ไร่)		
	ชลบุรี	575.00		
	ฉะเชิงเทรา	3,015.75		
	<b>รวม</b>	<b>79,112.50</b>	<b>7.5%</b>	
ภาคกลาง	กรุงเทพมหานคร	1,236.25		
	สมุทรปราการ	1,857.50		
	สมุทรสาคร	10,601.75		
	สมุทรสงคราม	7,156.25		
	เพชรบุรี	12,936.25		
	ประจวบคีรีขันธ์	268.75		
	<b>รวม</b>	<b>34,056</b>	<b>3.3%</b>	
ภาคใต้	ชุมพร	19,698.75		
	สุราษฎร์ธานี	19,586.50		
	นครศรีธรรมราช	52,601.00		
	พัทลุง	881.25		
	สงขลา	3,896.50		
	ปัตตานี	6,906.75		
	ระนอง	120,229.00		
	พังงา	190,265.25		
	ภูเก็ต	9,448.00		
	กระบี่	176,709.25		
	ตรัง	150,596.75		
	สตูล	183,402.00		
		<b>รวม</b>	<b>934,220.75</b>	<b>89.2%</b>
		<b>รวมทั้งสิ้น</b>	<b>1,047,390.00</b>	<b>100.0%</b>

ที่มา : สนิท อักษรแก้ว, ป่าชายเลนนิเวศวิทยาและการจัดการ (กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2541), 8.

**ป่าชายเลนในจังหวัดสมุทรสาคร** จังหวัดสมุทรสาครเป็นจังหวัดที่มีพื้นที่ติดต่อกับอ่าวไทยและปากแม่น้ำท่าจีน อันเป็นแหล่งของห่วงโซ่อาหารที่สำคัญในชายฝั่งทะเลแห่งนี้ จากเอกสารอ้างอิงของคณะกรรมการฝ่ายประมวลเอกสารและจดหมายเหตุ จังหวัดสมุทรสาคร (2544 : 43) กล่าวถึงพื้นที่ป่าชายเลนในจังหวัดสมุทรสาครที่ผ่านมาพบว่าในปีพุทธศักราช 2518 มีพื้นที่ป่าชายเลนถึง 1 แสนไร่ แต่ในพุทธศักราช 2536 เหลือเพียง 1 หมื่นกว่าไร่เท่านั้นและปรากฏเป็นแนวแคบประมาณ 200 เมตร จากชายฝั่งทะเล 20 เมตร และมีความหนาแน่นของต้นไม้ประมาณ 51-254 ต้น/ไร่ ปัจจุบันได้มีการกำหนดแนวเขตป่าสงวนแห่งชาติในจังหวัดสมุทรสาคร เพื่อป้องกันการบุกรุกทำลายพื้นที่ป่าชายเลน จำนวน 2 ป่า คือ

1. ป่าอ่าวมหาชัยฝั่งตะวันออก อยู่ในท้องที่ตำบลบางหญ้าแพรก ตำบลโคกขาม ตำบลพันท้ายนรสิงห์ อำเภอเมืองสมุทรสาคร มีแนวเขตตั้งแต่ปากอ่าวมหาชัยฝั่งซ้ายตำบลบางหญ้าแพรก ถึงคลองเสาชิง ตำบลพันท้ายนรสิงห์ เขตติดต่อเขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร มีเนื้อที่ 7,343 ไร่ ภายในแนวเขตตามแผนที่ทำยกภูกระทรวง ฉบับที่ 1194 (พ.ศ.2529) ออกตามความในพระราชบัญญัติป่าสงวนแห่งชาติ พ.ศ.2507

2. ป่าอ่าวมหาชัยฝั่งตะวันตก อยู่ในท้องที่ตำบลนาโคก ตำบลกาหลง ตำบลบางไทรวัด ตำบลบ้านบ่อ ตำบลบางกระเจ้า และตำบลบางหญ้าแพรก อำเภอเมืองสมุทรสาคร มีแนวเขตตั้งแต่เขตติดต่อจังหวัดสมุทรสงคราม ถึงปากอ่าวมหาชัยฝั่งขวา ตำบลบางหญ้าแพรกมีเนื้อที่ 8,865 ไร่ ภายในแนวเขตตามแผนที่ทำยกภูกระทรวง ฉบับที่ 1202 (พ.ศ.2530) ออกตามความในพระราชบัญญัติป่าสงวนแห่งชาติ พ.ศ.2507



ภาพที่ 1 พื้นที่บริเวณปากอ่าวมหาชัย จังหวัดสมุทรสาคร

ที่มา : Google Earth , [Ao Mahachai](#) [Online], accessed January 2005. Available from <http://www.googleearth.co.th/>

### ความสำคัญและประโยชน์ของป่าชายเลน

สนธิ อักษรแก้ว (2541:11) ได้สรุปความสำคัญและประโยชน์ของป่าชายเลนซึ่งสอดคล้องกับวันชัย อิงปัญญาผลาก (2542 : 7-18) ไว้ 2 ด้าน ดังนี้

1. ด้านป่าไม้ มีความสำคัญและเป็นประโยชน์ที่เห็นได้อย่างชัดเจนคือ ประโยชน์ด้านการป่าไม้ กล่าวคือไม้จากป่าชายเลนนำมาใช้ประโยชน์ในลักษณะต่าง ๆ กันได้หลายรูปแบบ และนิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในแถบภูมิภาคเอเชีย คือ

1.1 ถ่าน การนำไม้จากป่าชายเลนมาเผาถ่าน ส่วนใหญ่เป็นไม้โกงกาง และมีปริมาณถึงร้อยละ 80 ของไม้ที่ตัด เนื่องจากถ่านที่ได้จากไม้โกงกางเป็นถ่านที่มีคุณภาพดี ให้ความร้อนสูงถึง 7,300 แคลอรี ต่อกกรัม เมื่อเผาแล้วมีปริมาณของขี้เถ้าต่ำ

1.2 ไม้พีน การนำไม้ป่าชายเลนมาทำพีนเพื่อหุงต้ม นับว่ามีความสำคัญและจำเป็นอย่างมากสำหรับประชาชนที่อาศัยอยู่ตามชายฝั่งบริเวณป่าชายเลนและพื้นที่ใกล้เคียง ไม้ที่นำมาใช้เป็นไม้พีน ในประเทศไทยประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณเหล่านี้ได้อาศัยไม้จากป่าชายเลน มาทำเป็นไม้พีนเพื่อการหุงต้มในการดำรงชีวิตประจำวัน และได้อาศัยการขายพีนจากไม้ป่าชายเลนเป็นรายได้ประจำวันอีกด้วย (ปัจจุบันมีการใช้น้อยมาก)

1.3 ไม้เสาเข็มและไม้ค้ำยัน ได้แก่ ไม้ โกงกาง เนื่องจากมีลักษณะลำต้นตรงได้ขนาดทำเสาเข็ม

1.4 แพนนิน การนำเปลือกไม้จากป่าชายเลนหลายชนิดมาทำเป็นแพนนิน ซึ่งนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น ทำหมึก ทำกาวสำหรับติดไม้ ย้อมมวน และใช้ในการฟอกหนัง

1.5 ใช้เป็นสมุนไพร พันธุ์ไม้ป่าชายเลนบางชนิดสามารถนำมาใช้ประโยชน์เป็นสมุนไพรจากคำบอกเล่าของราษฎรที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ป่าชายเลน และพื้นที่ใกล้เคียง เช่น ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 พันธุ์ไม้สำคัญบางชนิดในป่าไม้ชายเลน

ชนิดพันธุ์ไม้	ประโยชน์ด้านสมุนไพร
โปรงแดง (Cerriops tagal)	เปลือกมีรสฝาดใช้ต้มกับน้ำทำความสะอาดแผลได้
โปรงขาว (Cerriops decandra)	เปลือกมีรสฝาดจัดเผื่อนเล็กน้อย ใช้ต้มกับน้ำดื่ม แก้ท้องร่วง แก้อาเจียน แก้บิด เปลือกที่ตำให้ละเอียดพอกแผลห้ามโลหิตได้

## ตารางที่ 3 (ต่อ)

โกกงางใบเล็ก ( <i>Rhizophora apiculata</i> )	เปลือกใช้ต้มกับน้ำดื่มเป็นยาสมาน แก้ท้องร่วง คลื่นเหียน อาเจียน แก้บิดเรื้อรัง เปลือกที่ตำละเอียดพอกห้ามโลหิตบาดแผลสดได้ดี นอกจากนี้ใบอ่อนนำมาบดหรือเคี้ยวให้ละเอียดพอกแผลสดห้ามเลือดและป้องกันเชื้อโรคได้
แสมขาว ( <i>Avicennia alba</i> ) แสมดำ ( <i>A. officinalis</i> )	แก่นมีรสเฝื่อนต้มกับน้ำแก้พิษ โดยมากจะต้มรวมกับแก่นแสมสาร เป็นยาขับโลหิตเสียของสตรี
ตะบูนขาว ( <i>Xylocarpus Granatum</i> ) และตะบูนดำ ( <i>X. moluccensis</i> )	เมล็ดรับประทานแก้ท้องร่วง แก้บิด เปลือกและผลใช้รับประทานแก้โรคหิวาต์ เปลือกและผลนำมาต้มกับน้ำใช้ล้างทำความสะอาดแผลได้ดี
ตาตุ่ม ( <i>Excoecaria agallocha</i> )	ไม้นำมาเผาและควันที่เกิดจากการเผาใช้รักษาโรคเรื้อนได้ดี แก่นใช้เป็นส่วนผสมในการปรุงยาช่วยขับลม กัดเสมหะได้ นำรากมาฝนทาแก้บวมคัน ใบรับประทานแก้ลมบ้าหมู ส่วนยางจะมีพิษ ถ้าเข้าตาอาจทำให้ตาบอดได้ ถ้ารับประทานจะเกิดอาการท้องร่วง
เหงือกปลาหมอดอกน้ำเงิน ( <i>Acanthus ilicifolus</i> ) เหงือกปลาหมอดอกขาว ( <i>A. ebracteatus</i> )	ต้นและรากต้มกับน้ำใช้อาบแก้ไข้หวัด ผื่นคัน โรคผิวหนังทุกชนิด ถ้าใช้รับประทานจะเป็นยาแก้พิษฝีดาษ ต้นสดตำให้ละเอียด เอาพอกหัวฝี แผลเรื้อรังถอนพิษได้ดี ฯลฯ
โพธิ์ทะเล ( <i>Thespesia populnea</i> )	ผลและใบตำให้ละเอียดใช้พอกแก้หิดได้ เปลือกต้มกับน้ำแล้วนำไปล้างทำความสะอาดแผลเรื้อรังได้ ส่วนรากอ่อนใช้รับประทานเป็นยาบำรุง

ที่มา : สนิท อักษรแก้ว, ป่าชายเลนนิเวศวิทยาและการจัดการ (กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2541), 17-18.

2. ด้านประมง ป่าชายเลนมีบทบาทสำคัญในการรักษากำลังการผลิตของประมงชายฝั่งทะเล และประมงนอกฝั่ง ให้มีศักยภาพที่สม่ำเสมอโดยตลอด ป่าชายเลนและการประมง



2.3 ป่าชายเลนกับผลผลิตการประมง เช่น การจับสัตว์น้ำชนิดต่างๆ เป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะกุ้งมีหลายชนิดที่ใช้พื้นที่ป่าชายเลนเป็นแหล่งอาศัย แหล่งอาหารและอื่นๆ เช่น กุ้งแชบ๊วย กุ้งกุลาดำ และกุ้งตะกาด ซึ่งเป็นสัตว์น้ำที่สำคัญที่ชาวประมงได้อาศัยเลี้ยงชีพ ส่วนปลาที่สำคัญ ได้แก่ ปลากะบอก ปลากะพงขาว ปลาหมอคาง ปลาไหลงู ปลาไหลมีหนวด และปลานวลจันทร์ทะเล ส่วนปูมีชนิดเดียวที่สำคัญคือ ปูทะเล สำหรับหอยมีหอยดำ หอยแครง และหอยนางรม

**บทบาทของป่าชายเลนในการรักษาความสมดุลของระบบนิเวศ** ป่าชายเลนทำหน้าที่เชื่อมโยงระหว่างระบบนิเวศในทะเลและระบบนิเวศบนบก ดังนั้นสังคมป่าชายเลนจึงมีความสำคัญอย่างมาก ป่าชายเลนเป็นระบบนิเวศที่มีลักษณะเฉพาะ และเป็นแหล่งที่มีสัตว์น้ำและสัตว์บก โดยเฉพาะนกชนิดต่างๆ อาศัยอยู่อย่างมากมาย ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ผลิตโดยพืชในป่าชายเลน จะเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญ สำหรับการดำรงชีวิตของสรรพสิ่งมีชีวิตทั้งภายในป่าชายเลนเอง และระบบนิเวศอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกัน ยิ่งกว่านี้ป่าชายเลนยังมีบทบาทที่สำคัญในการป้องกัน พื้นที่ชายฝั่งทะเลจากคลื่นลมแรงและการกัดเซาะดิน

พื้นที่ป่าชายเลนหากถูกรบกวนหรือทำลายไป เป็นที่เชื่อกันว่าจะไม่มีแหล่งที่อยู่อาศัยและแหล่งอาหารเพียงพอ สำหรับสรรพสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในบริเวณดังกล่าว ซึ่งในที่สุดก็จะส่งผลกระทบต่อถึงระบบนิเวศอื่นทั้งในบริเวณนั้นและบริเวณใกล้เคียง เช่น ระบบนิเวศหญ้าทะเล และระบบนิเวศปะการัง (สนิท อักษรแก้ว 2541 : 27-28)

**ลักษณะโครงสร้างของระบบนิเวศ (ecosystem structure)** โครงสร้างหรือองค์ประกอบของระบบนิเวศนั้น มีส่วนประกอบสำคัญ แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ

1. ส่วนประกอบชีววันหรือสิ่งไม่มีชีวิต (abiotic component) ส่วนประกอบชีววันหรือสิ่งไม่มีชีวิตรวมไปถึงอนินทรีย์วัตถุ (inorganic substances) อันได้แก่ พลังงาน อาหาร เกลือแร่ น้ำ และพวกอินทรีย์วัตถุ (organic substances) เช่น พืชซากพืช ซากสัตว์ ซึ่งถูกพวกจุลชีววันสลายตัวไป ซึ่งพวกสารต่างๆ ดังกล่าวนี้นี้ จะมีปริมาณมากน้อยแปรเปลี่ยนไปตามแต่ละสถานที่ นอกจากนี้สภาพภูมิอากาศ (climatic conditions) ก็เป็นส่วนสำคัญอันหนึ่งในองค์ประกอบชีววันด้วย เช่น อุณหภูมิ แสง ฝน ความชื้น เหล่านี้เป็นต้น ในทำนองเดียวกันสภาพสิ่งแวดล้อมเหล่านี้ก็แปรเปลี่ยนไปตามแต่ละสภาพพื้นที่ เช่นเดียวกัน

2. ส่วนประกอบชีววันหรือสิ่งมีชีวิต (biotic component) องค์ประกอบชีววันหรือสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ จำแนกออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ

2.1 ผู้ผลิต (Producer organisms) หมายถึง พวกที่สร้างอินทรีย์สาร โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ และอนินทรีย์สารจากสิ่งแวดล้อมขึ้นใช้เองได้ ผู้ผลิตนี้ส่วนใหญ่เป็นพืชที่มีคลอโรฟิลล์เป็นองค์ประกอบสำคัญโดยใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ในการสังเคราะห์ด้วยแสง อาจมีขนาดเล็กหรือใหญ่ก็ได้ เช่นพวกขนาดเล็กซึ่งต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ส่องดู ได้แก่ พวกไดอะตอม พวกแพลงตอนพืชชนิดต่างๆ และพวกมีขนาดใหญ่ขึ้นมา เช่น พวกสาหร่าย และพวกที่มองเห็นได้อย่างชัดเจน เช่น ต้นหญ้า ต้นไม้ เป็นต้น

2.2 ผู้บริโภค (consumer organisms) หมายถึง พวกที่ต้องพึ่งพาอาศัยพวกอื่นในการสังเคราะห์อาหาร เพราะตัวเองไม่สามารถสร้างอินทรีย์สารได้ ซึ่งแบ่งได้ 3 กลุ่มคือ

1) ผู้บริโภคขั้นปฐมภูมิ (Primary Consumers) หรืออีกนัยหนึ่งก็คือ พวกที่กินพืชเป็นอาหาร(Herbivores) เช่นพวก กวาง เก้ง ฯลฯ

2) ผู้บริโภคขั้นทุติยภูมิ (Secondary Consumers) หรืออีกนัยหนึ่งคือ พวกที่กินสัตว์เป็นอาหาร(Carnivores) เช่น พวกเสือ นกบางชนิด ฯลฯ

3) พวกที่กินได้ทั้งพืชและสัตว์หรือที่เรียกว่าพวก (Omnivores) ได้แก่ มนุษย์ เป็นต้น

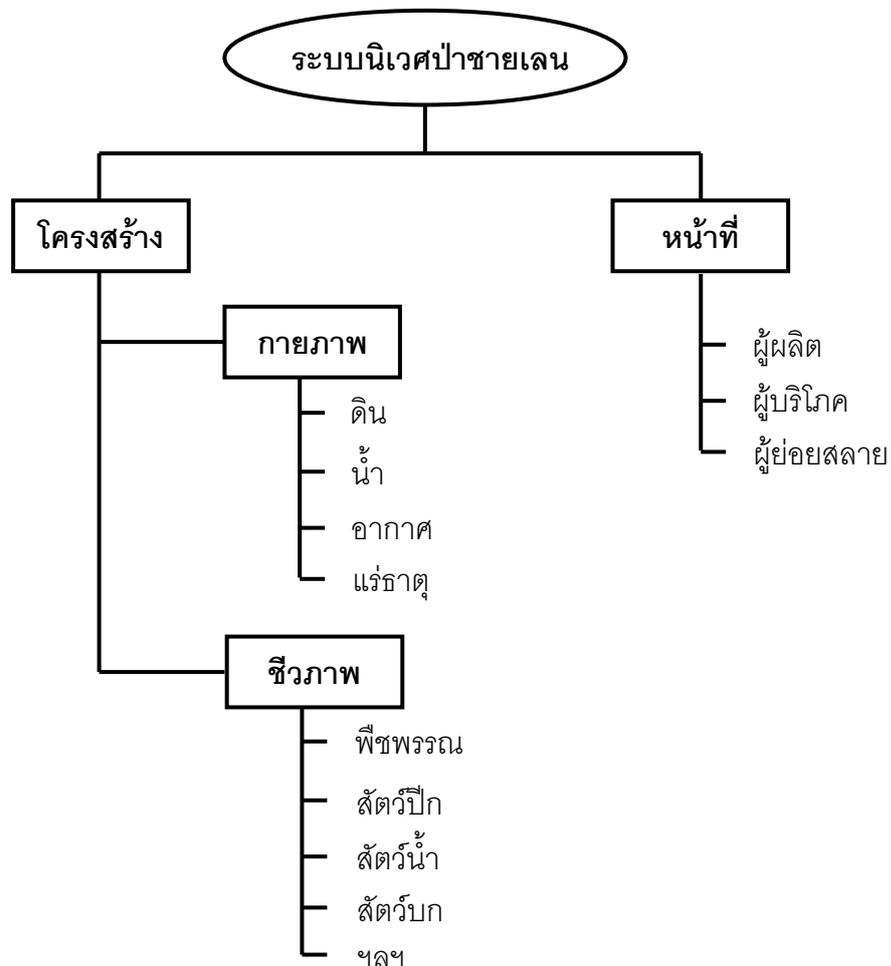
4) พวกที่กินเศษซากพืชซากสัตว์ที่ตายแล้ว (Ditritivores) ได้แก่ นกแครง นกกา สัตว์ชั้นต่ำ เป็นต้น

2.3 ผู้ย่อยสลาย (Decomposer Organisms) หมายถึง พวกจุลชีวันทั้งหลายที่จะช่วยในการทำลายและย่อยสลายซากพืชซากสัตว์ให้เน่าเปื่อยผุพังจนในที่สุด จะสลายตัวเป็นธาตุอาหารและปุ๋ย ซึ่งสะสมเป็นแหล่งอาหาร (nutrient pool) ในดินเพื่อเป็นประโยชน์ต่อผู้ผลิตต่อไป

โครงสร้างหรืออีกนัยหนึ่งองค์ประกอบของระบบนิเวศ ในระบบนิเวศประเภทใดๆ ก็ตามจะต้องมีองค์ประกอบที่เหมือนกันหรือคล้ายคลึงกัน แต่จะแตกต่างกันไปก็ตรงปริมาณหรือคุณภาพในส่วนประกอบของแต่ละประเภทองค์ประกอบนั้น

**หน้าที่และกิจกรรมของระบบนิเวศ (Ecosystem functions)** ระบบนิเวศทั่วไปไม่ว่าจะเป็นระบบนิเวศบนบก (terrestrial ecosystems) หรือระบบนิเวศในน้ำ (aquatic ecosystem) จะมีกิจกรรมหรือหน้าที่เกิดขึ้นภายในระบบทั้งสิ้น เช่น มีการแลกเปลี่ยนหมุนเวียนสาร แร่ธาตุอาหาร และมีการถ่ายทอดพลังงานระหว่างสมาชิกในโครงสร้าง (structural members) แต่ละส่วนของระบบนิเวศ การหมุนเวียนของสารและแร่ธาตุอาหารและการถ่ายทอด

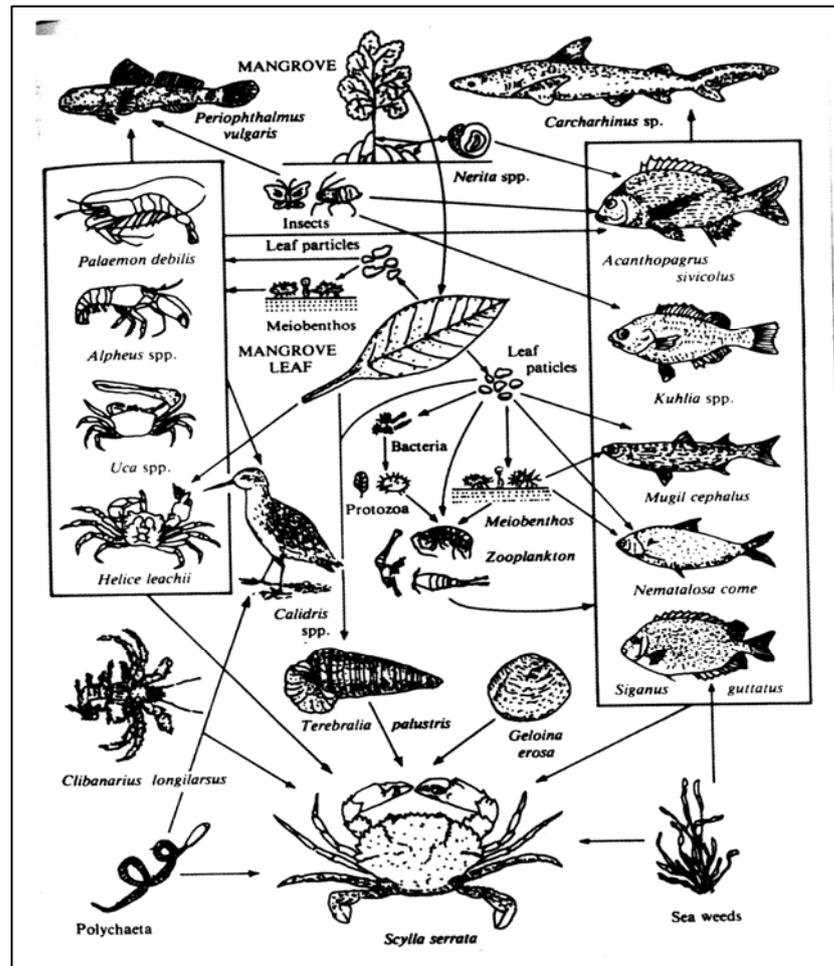
พลังงาน (energyflow) ถือว่าเป็นหน้าที่หรือกิจกรรมหลักที่สำคัญซึ่งเกิดขึ้นในระบบนิเวศ ซึ่งสามารถสรุปเป็นแผนภาพของระบบนิเวศป่าชายเลนได้ดังนี้



แผนภาพที่ 3 โครงสร้างระบบนิเวศป่าชายเลน

ความสัมพันธ์ในแง่อาหารและการถ่ายทอดพลังงานนั้นนับเป็นเรื่องสำคัญและเป็นพื้นฐานในการจัดการทรัพยากรป่าชายเลนในป่าชายเลนเราอาจแบ่งห่วงโซ่อาหารออกเป็น 2 แบบใหญ่ๆ คือ แบบแรกเป็นห่วงโซ่อาหาร ที่เริ่มจากพืชสีเขียวไปสู่สัตว์ชนิดอื่นในระดับอาหาร (trophic levels) ต่างๆ ที่สูงกว่า (higher levels) และแบบที่สอง เป็นห่วงโซ่อาหารที่เริ่มจากอินทรีย์สาร (detritus) ไปสู่สัตว์ชนิดอื่นๆ ในระดับอาหาร (trophic levels) ที่สูงกว่า (higher levels) ซึ่งในระบบนิเวศป่าชายเลนจะถ่ายทอดไปในทิศทางเดียวกันตลอด คือ จากแหล่งพลังงานแสงจากดวงอาทิตย์ผ่านพืชสีเขียวไปยังส่วนอื่นๆ ในห่วงโซ่อาหาร หรือสายใยอาหาร เช่น ตัวอย่างสายใย

อาหารและการถ่ายทอดพลังงานที่เกิดขึ้นในระบบนิเวศป่าชายเลนในเมืองโอกินาวา ประเทศญี่ปุ่น จะเน้นเรื่องของปูเข้ามาเกี่ยวข้อง ดังแผนภาพที่ 4

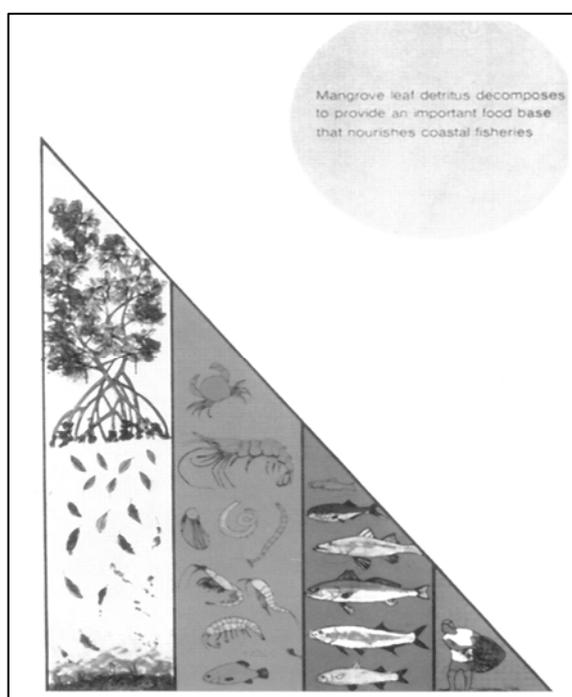


แผนภาพที่ 4 รูปแบบสายใยอาหาร(food web) และการถ่ายทอดพลังงานที่เกิดขึ้นในระบบนิเวศป่าชายเลนในเมืองโอกินาวา ประเทศญี่ปุ่น

ที่มา : S Shokita., Macrobuna Community Structure and Food Chain at the Mangrove Training Course on Life History of Selected Species of Flora in mangrove Ecosystems (Bangkok : NRCT, 1985), 2-16, อ้างถึงใน สนิท อักษรแก้ว, ป่าชายเลนนิเวศวิทยาและการจัดการ (กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์, 2541), 123.

สนิท อักษรแก้ว (2541:121-124) ได้อธิบายถึงความสัมพันธ์ในแง่อาหารและการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศป่าชายเลนไว้ให้เข้าใจง่าย ๆ ว่าแรกเริ่มเมื่อพันธุ์พืชชนิดต่าง ๆ

ที่อยู่ในป่าชายเลนได้รับพลังงานจากแสงอาทิตย์เพื่อใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง (photosynthesis) ทำให้เกิดอินทรีย์วัตถุและการเจริญเติบโตขึ้นโดยเรียกพวกนี้ว่าผู้ผลิต (producer) ส่วนของต้นไม้ โดยเฉพาะใบไม้ กิ่งไม้ และเศษไม้ นอกเหนือจากส่วนที่เป็นลำต้น ซึ่งมนุษย์นำไปใช้ประโยชน์ จะร่วงหล่นทับถมในน้ำและดิน และในที่สุดก็กลายเป็นอาหารและแร่ธาตุอาหารของพวกจุลชีวัน (microorganisms) เช่น bacteria fungi และพวก benthic fauna ชนิดต่างๆ ซึ่งรวมเรียกกลุ่มสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ว่า พวกบริโภคหรือกินอินทรีย์วัตถุ (detritus consumer) พวกจุลชีวันเหล่านี้จะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว และกลายเป็นแหล่งอาหารโปรตีน อันอุดมสมบูรณ์แก่สัตว์น้ำเล็ก ๆ และสัตว์เล็ก ๆ เหล่านี้เจริญเติบโตขึ้นก็จะกลายเป็นอาหารของพวก กุ้ง ปู และปลาขนาดใหญ่ไปเรื่อย ๆ ตามระดับของอาหาร (tropic levels) หรือบางส่วนก็จะตายและผุสลายตัวเป็นแร่ธาตุอาหารสะสมอยู่ในป่านั่นเอง และในขั้นสุดท้าย พวกกุ้ง ปู และปลาขนาดใหญ่ ก็จะเป็นอาหารโปรตีนของพวกสัตว์ที่มีขนาดใหญ่กว่า และของพวกมนุษย์ คือ เป็นกลุ่ม Top carnivores หรือ Top consumers ซึ่งเป็นอันดับสุดท้ายของห่วงโซ่อาหาร หรือเป็นอันดับสูงสุดของการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ



แผนภาพที่ 5 การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศป่าชายเลนทั่วไป

ที่มา : สนิท อักษรแก้ว, ป่าชายเลนนิเวศวิทยาและการจัดการ (กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2541), 126.

### พืชพรรณไม้บริเวณป่าชายเลนที่สำคัญ

พรรณไม้ที่ขึ้นบริเวณป่าชายเลนมี

หลากหลายมีลักษณะเป็นป่าไม้ไม่ผลัดใบทนต่อความเค็มได้ดีมีความสำคัญและประโยชน์อย่างมหาศาล เป็นที่รวมของพืช สัตว์น้ำ สัตว์บก และนกนานาชนิด เป็นระบบนิเวศที่มีคุณค่า พันธุ์ไม้ที่พบมากในจังหวัดสมุทรสาคร ได้แก่

1. โกงกาง (Red Mangrove) เป็นไม้ยืนต้น มีลักษณะรากค้ำจุน (prop root) แตกออกจากลำต้น มีระบบรากหายใจ หรือรากอากาศ ใบมีลักษณะอวบน้ำและเป็นมัน มีประโยชน์ใช้สอยคือ ใช้ทำฟืน เผาถ่าน เปลือกต้มน้ำใช้ล้างแผล ใบอ่อนเคี้ยวให้ละเอียด ใช้พอกแผลสดได้



ภาพที่ 2 โกงกางใบใหญ่ โกงกางใบเล็ก

ที่มา : ทะเลไทย [นามแฝง], พืชพรรณไม้บริเวณป่าชายเลน [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 20 สิงหาคม 2548. เข้าถึงได้จาก <http://www.talaythai.com/sendmail/index.html/>

2. โปทะเล (Mallow Tree) ลักษณะทั่วไปเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง มีดอกหลายสี  
ได้แก่ เหลืองขาว แดง



ภาพที่ 3 โปทะเล (Mallow Tree)

ที่มา : ทะเลไทย [นามแฝง], [พืชพรรณไม้บริเวณป่าชายเลน \[ออนไลน์\]](http://www.talaythai.com/sendmail/index.html), เข้าถึงเมื่อ 20 สิงหาคม 2548. เข้าถึงได้จาก <http://www.talaythai.com/sendmail/index.html/>

3. จาก (A tap palm) ลักษณะทั่วไปเป็นไม้ยืนต้นตระกูลปาล์ม ประโยชน์ใช้สอย  
ส่วนใบใช้มุงหลังคา ห่ออาหาร มวนนุหรี และผลเป็นอาหาร



ภาพที่ 4 จาก (Atap palm)

ที่มา : ทะเลไทย [นามแฝง], [พืชพรรณไม้บริเวณป่าชายเลน \[ออนไลน์\]](http://www.talaythai.com/sendmail/index.html), เข้าถึงเมื่อ 20 สิงหาคม 2548. เข้าถึงได้จาก <http://www.talaythai.com/sendmail/index.html/>

4. แสมขาว (White Mangrove) ลักษณะทั่วไปเป็นไม้ยืนต้น ประโยชน์ใช้สอยเป็นไม้โตเร็วใช้ทำฟืน ยึดดินกันการพังทลาย



ภาพที่ 5 แสมขาว (White Mangrove)

ที่มา : ทะเลไทย [นามแฝง], [พืชพรรณไม้บริเวณป่าชายเลน \[ออนไลน์\]](http://www.talaythai.com/sendmail/index.html), เข้าถึงเมื่อ 20 สิงหาคม 2548. เข้าถึงได้จาก <http://www.talaythai.com/sendmail/index.html/>

5. ตะบูน (Xylocarpus granatum koen) ลักษณะทั่วไปเป็นไม้ยืนต้น ประโยชน์ใช้ทำฟืน เปลือกทำสีใช้ย้อมอวน



ภาพที่ 6 ตะบูน (Xylocarpus granatum koen)

ที่มา : ทะเลไทย [นามแฝง], [พืชพรรณไม้บริเวณป่าชายเลน \[ออนไลน์\]](http://www.talaythai.com/sendmail/index.html), เข้าถึงเมื่อ 20 สิงหาคม 2548. เข้าถึงได้จาก <http://www.talaythai.com/sendmail/index.html/>

6. เหงือกปลาหมอ (Sea Holly) ลักษณะทั่วไปเป็นไม้ยืนต้นประโยชน์ใช้เป็นพืชสมุนไพร



ภาพที่ 7 เหงือกปลาหมอ (Sea Holly)

ที่มา : ทะเลไทย [นามแฝง], [พืชพรรณไม้บริเวณป่าชายเลน \[ออนไลน์\]](http://www.talaythai.com/sendmail/index.html), เข้าถึงเมื่อ 20 สิงหาคม 2548. เข้าถึงได้จาก [http://www.talaythai.com/sendmail/index.html/](http://www.talaythai.com/sendmail/index.html)

7. ลำพูทะเล ( *Sonneratia alba* ) เป็นไม้เบิกนำของป่าชายเลนเช่นเดียวกับแสม ใบเป็นสีเขียวอ่อน ปลายมนคล้ายรูปหัวใจกลับด้าน ก้านใบด้านหลังและสีด้านในกลีบเลี้ยงเป็นสีชมพูสวยงามมาก



ภาพที่ 8 ลำพูทะเล ( *Sonneratia alba* )

ที่มา : ทะเลไทย [นามแฝง], [พืชพรรณไม้บริเวณป่าชายเลน \[ออนไลน์\]](http://www.talaythai.com/sendmail/index.html), เข้าถึงเมื่อ 20 สิงหาคม 2548. เข้าถึงได้จาก [http://www.talaythai.com/sendmail/index.html/](http://www.talaythai.com/sendmail/index.html)

8. ชะคราม (Suaeda Maritima) ลักษณะทั่วไปเป็นไม้ล้มลุก พุ่มเตี้ย ประโยชน์ใช้ส่วนยอดอ่อนเป็นอาหาร



ภาพที่ 9 ชะคราม (Suaeda Maritima)

ที่มา : ทะเลไทย [นามแฝง], พืชพรรณไม้บริเวณป่าชายเลน [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 20 สิงหาคม 2548. เข้าถึงได้จาก <http://www.talaythai.com/sendmail/index.html/>

**สัตว์เศรษฐกิจที่พบในบริเวณป่าชายเลน** ทรัพยากรในชายฝั่งทะเลสมุทรสาคร ส่วนใหญ่จะมีแหล่งหากินและถิ่นอาศัยบริเวณชายฝั่งแทบทั้งสิ้น เนื่องจากเป็นแหล่งอาหารที่สมบูรณ์ และยังมีซาก ใบปะ ปะการังเทียม เป็นแหล่งอาศัยหลบภัย และวางไข่ขยายพันธุ์ สัตว์ที่พบหรือเคยพบในเขตป่าชายเลนจังหวัดสมุทรสาคร ได้แก่

1. กุ้ง ในเขตจังหวัดสมุทรสาคร เป็นกุ้งน้ำกร่อย เป็นกุ้งที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ ได้แก่ กุ้งกุลาดำ กุ้งแชบ๊วย กุ้งก้ามกราม กุ้งฝอย (เคย) ที่ใช้ทำกะปิ



ภาพที่ 10 กุ้งแชบ๊วย และกุ้งกุลาดำ

ที่มา : ทะเลไทย [นามแฝง], พืชพรรณไม้บริเวณป่าชายเลน [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 20 สิงหาคม 2548. เข้าถึงได้จาก <http://www.talaythai.com/sendmail/index.html/>

2. ปลา มีปลาที่สำคัญทางเศรษฐกิจและพบมาก ได้แก่ ปลาทู ปลากะพงขาว ปลาเก๋า ปลาดุกทะเล ปลาส้ม ปลานิล ปลากุเลา ปลานวลจันทร์ ฯลฯ



ภาพที่ 11 ปลากะพงขาว

ที่มา : ทะเลไทย [นามแฝง], [พีชพรรณไม้บริเวณป่าชายเลน](http://www.talaythai.com/sendmail/index.html) [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 20 สิงหาคม 2548. เข้าถึงได้จาก [http://www.talaythai.com/sendmail/index.html/](http://www.talaythai.com/sendmail/index.html)

3. ปู (Scylla serrate) จัดเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่มีความสำคัญในบริเวณป่าเลน ปูที่พบได้แก่ ปูทะเล ปูม้า ปูแสม ซึ่งเป็นปูที่มีผู้นิยมบริโภค และปูที่ไม่นิยมบริโภคแต่มีรูปร่างสีส้มสวยงาม ได้แก่ ปูก้ามดาบ ปูเปี้ยว



ภาพที่ 12 ปูทะเล และปูแสม

ที่มา : ทะเลไทย [นามแฝง], [พีชพรรณไม้บริเวณป่าชายเลน](http://www.talaythai.com/sendmail/index.html) [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 20 สิงหาคม 2548. เข้าถึงได้จาก [http://www.talaythai.com/sendmail/index.html/](http://www.talaythai.com/sendmail/index.html)

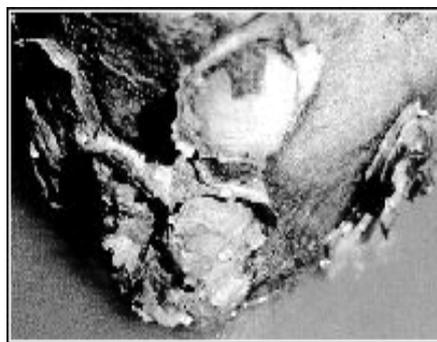
4. หอยแครง เป็นหอยที่ชอบฝังตัวอยู่ตามหาดโคลน หรือ เเลนละเอียด ในบริเวณชายฝั่งทะเล จนถึงแนวอยู่ห่างออกไป 2 กิโลเมตร หอยแครงมีอุปนิสัยชอบฝังตัวอยู่ตามโคลนลึก ตั้งแต่ 1-12 นิ้ว โดยสังเกตเห็นเป็นจำนวน 2 รู ที่ผิวดิน ซึ่งเป็นทางเข้า-ออก และสามารถเห็นรอยเคลื่อนที่ของหอยเป็น ร่องๆ เพื่อหาอาหาร หอยแครงจะขึ้นมาบนผิวดินเมื่อน้ำขึ้นเพื่อหาอาหาร และจะฝังตัวใต้ผิวดินเมื่อน้ำลงเพื่อป้องกันน้ำออกนอกตัวหอย แต่จะเปิดฝาทั้ง 2 เล็กน้อย โดยยังมีสภาวะการไหลเวียนของน้ำและการหายใจที่เกิดขึ้นเป็นปกติภายในเปลือก



ภาพที่ 13 หอยแครง

ที่มา : กรมประมง, [สัตว์น้ำเศรษฐกิจ](http://www.fisheries.go.thcoastalanadara.htm/) [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 1 ตุลาคม 2548. เข้าถึงได้จาก <http://www.fisheries.go.thcoastalanadara.htm/>

5. หอยนางรม (oyster Ostreidae) เป็นหอย 2 ฝาที่ขอบเกาะติด กับลำต้น ราก กิ่งของไม้ในป่าชายเลนนิยมนำมาบริโภคดิบ ๆ



ภาพที่ 14 หอยนางรม (oyster Ostreidae)

ที่มา : กรมประมง, [สัตว์น้ำเศรษฐกิจ](http://www.fisheries.go.thcoastalanadara.htm/) [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 1 ตุลาคม 2548. เข้าถึงได้จาก <http://www.fisheries.go.thcoastalanadara.htm/>

**สาเหตุของการทำลายป่าชายเลน** การพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคม ของมนุษย์ ในบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลนั้น ส่งผลให้เสียหายต่อทรัพยากรป่าชายเลนและระบบนิเวศนั้น สนิท อักษรแก้ว (2541 : 198-200) ได้สรุปถึงสาเหตุ ของการทำลายป่าชายเลนไว้ดังนี้

1. การเพิ่มของประชากร ทำให้เกิดการขยายตัวของการพัฒนาประเทศในด้านต่างๆ เพื่อรองรับการใช้ประโยชน์ของประชากรที่เพิ่มขึ้น เช่นการก่อสร้างท่าเทียบเรือ การตัดถนนสู่ ชุมชนชายฝั่งทะเล และการสร้างที่อยู่อาศัย เป็นต้น

2. การประกอบอาชีพเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำริมทะเลของเกษตรกร บริเวณชายฝั่ง เช่น การเลี้ยงกุ้งกุลาดำ เป็นต้น

3. การบุกรุกเพื่อใช้ประโยชน์จากที่ดิน เนื่องจากโทษที่ไม่รุนแรง ทำให้มีผู้ละเลยไม่ ปฏิบัติตาม จึงทำให้เกิดความเสื่อมโทรม

4. ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับป่าชายเลนยังไม่เพียงพอ และยังไม่ถูกต้องนัก ทำให้ การใช้ประโยชน์จากป่าชายเลนเป็นไปอย่างไม่เหมาะสม โดยไม่คำนึงถึงผลเสียที่เกิดกับป่าชาย เลนในระยะยาว

5. จำนวนเจ้าหน้าที่ที่ทำการควบคุมดูแลพื้นที่ป่าชายเลนไม่สอดคล้องกับพื้นที่ป่าชายเลน ที่อยู่ในความรับผิดชอบจนทำให้ไม่อาจดูแลได้ทั่วถึง นอกจากนั้นอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการ ป้องกันและปราบปรามยังไม่มีเพียงพอและขาดประสิทธิภาพ เช่น หน่วยจัดการป่าชายเลนหลาย แห่งยังไม่มีเรือที่ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อใช้เป็นพาหนะประจำหน่วย

6. ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับป่าชายเลนยังไม่เพียงพอ และยังไม่ถูกต้องนัก ในบุคคล ะดับต่าง ๆ เป็นผลให้การใช้ประโยชน์ป่าชายเลนเป็นไปอย่างไม่เหมาะสมโดยไม่ได้คำนึงถึง ผลเสียหายที่จะเกิดต่อป่าชายเลน ในระยะยาว

**ผลกระทบจากการทำลายป่าชายเลน** การเปลี่ยนแปลงและการทำลายป่าชายเลน เพื่อประโยชน์ในกิจกรรมต่าง ๆ ทำให้เกิดการสูญเสียและมีผลกระทบต่อระบบนิเวศป่าชายเลน อย่างมาก ซึ่งผลกระทบโดยตรง ที่เกิดขึ้นต่อป่าชายเลน (สนิท อักษรแก้ว 2541 : 200-209) ดังนี้

1. ด้านการประมง (การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ) โดยเฉพาะการทำนากุ้ง นิยมทำกัน แพร่หลายในป่าชายเลน โดยวิธีการเลี้ยงกุ้งมักจะตัดไม้ทำลายป่าชายเลนทั้งหมด และมีการทำ คัณนาซึ่งผลที่เกิดขึ้นพอสรุปได้ดังนี้

1.1 ผลกระทบทางด้าน กายภาพ และเคมีภาพ (physicochemical properties) ได้แก่ อุณหภูมิของน้ำที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการเปิดป่า ทำให้ได้รับแสงในปริมาณที่มากขึ้น ความเค็ม ที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากอัตราการระเหยของน้ำสูง การทำคัณนากุ้งเพื่อกันการขึ้นลงของน้ำทะเลเกิดการ

กีดขวางการขึ้นลงของน้ำทะเลธรรมชาติและน้ำจืดที่ไหลลงไปสู่ป่าชายเลนธรรมชาติ ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ ตลอดจนปริมาณธาตุอาหารที่ลดลงเนื่องจากปริมาณเศษไม้ ใบไม้ที่ลดลง และการพังทลายของดิน

1.2 ผลกระทบทางด้านชีวภาพ (biological properties) การเปลี่ยนแปลงชนิด ปริมาณและลักษณะโครงสร้างของพืชและสัตว์

1.3 ผลกระทบต่อความสมดุลของระบบนิเวศ (ecological balance) เช่นการ สืบพันธุ์ การเจริญเติบโต การเปลี่ยนแปลงทำลายที่อยู่ (habitat) การเปลี่ยนแปลงห่วงโซ่อาหาร (food chain) ที่เกิดขึ้นในระบบนิเวศป่าชายเลน และระบบนิเวศอื่นในบริเวณชายฝั่งใกล้เคียง

2. การทำการเกษตรบริเวณป่าชายเลน การเปลี่ยนสภาพป่าชายเลนเป็นพื้นที่เกษตรกรรมทำให้เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศป่าชายเลนหลายอย่างทั้งทางด้านกายภาพเคมีภาพชีวภาพ และความสมดุลของระบบนิเวศ เมื่อเปลี่ยนสภาพเป็นพื้นที่เกษตรกรรมจะมีการขุดคันดินกั้นน้ำเค็มทำให้น้ำทะเลไม่สามารถขึ้นลงได้และก็จะสกัดน้ำจืดไม่ให้ไหลลงสู่ป่าชายเลน ซึ่งเป็นสภาพที่น้ำเค็มพอเหมาะกับการเจริญเติบโตของพืชและสัตว์ นอกจากนี้การใช้สารเคมีในรูปของปุ๋ย หรือสารปราบศัตรู เมื่อถูกระบายสู่ป่าชายเลน หรือแหล่งน้ำใกล้เคียงทำให้เกิดผลกระทบต่อพันธุ์พืชและสัตว์น้ำที่อาศัยอยู่ในป่าชายเลนได้

3. การขยายตัวของแหล่งชุมชนบริเวณป่าชายเลน การพัฒนาแหล่งชุมชนบริเวณป่าชายเลน ได้ขยายตัวเพิ่มขึ้นตามลำดับ ป่าชายเลนถูกเปลี่ยนสภาพเป็นแหล่งชุมชน ทำให้เกิดผลกระทบต่อพืชและสัตว์น้ำในพื้นที่บริเวณชายฝั่ง อย่างมาก เช่น การปล่อยสิ่งปฏิกูลต่างๆ จากที่อยู่อาศัยลงแหล่งน้ำ ทำให้เกิดความเน่าเหม็น ส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนลดลง ทำให้เกิดก๊าซไข่เน่าในน้ำและโคลนทำให้เกิดอันตรายต่อพืชและสัตว์น้ำ

4. การอุตสาหกรรม การพัฒนาด้านอุตสาหกรรมซึ่งเป็นพื้นที่ป่าชายเลนมาก่อนมีอยู่มากโดยมีการถมที่ดินซึ่งเป็นป่าชายเลนเพื่อสร้างโรงงานอุตสาหกรรมหลายชนิด เช่น โรงงานทอผ้า โรงงานผลิตผงชูรส โรงงานผลิตแบตเตอรี่ โดยที่โรงงานดังกล่าวนี้ไม่มีวิธีการกำจัดน้ำเสียที่ดีพอ จึงปล่อยน้ำเสียและของเสียลงสู่ป่าชายเลน และชายฝั่งบริเวณใกล้เคียง ทำให้เกิดน้ำเน่าเสีย ที่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของแพลงตอนพืช

5. กิจกรรมอื่นๆ บริเวณป่าชายเลน เช่นการสร้างถนนทำให้เกิดการสกัดกั้นการขึ้นลงของน้ำทะเล ทำให้ป่าชายเลนหมดสภาพ พืชและสัตว์ในป่าชายเลนตาย การทำนาเกลือ โดยการตัดไม้ป่าชายเลนต่อป่าไม้และสัตว์น้ำโดยตรง

ปาชายเลนเป็นป่าที่มีอยู่จำนวนน้อยเมื่อเทียบกับป่าที่อยู่บนบกตามภูเขา ซึ่งเมื่อเรากล่าวถึงป่าไม้ คนทั่วไปมักจะนึกถึงป่าที่อยู่บนบกตามภูเขา มีคนจำนวนไม่น้อยที่ไม่รู้จักปาชายเลน ทั้งที่คุณประโยชน์ของปาชายเลนที่คุณค่ามากมายมหาศาลต่อการดำรงชีวิตทุกรูปแบบทั้งในทางตรงและทางอ้อม ในอดีตที่ผ่านมามนุษย์ทำลายปาชายเลนเพื่อใช้ประโยชน์เพียงอย่างเดียวโดยมิได้คำนึงถึงผลกระทบต่างๆ ที่จะตามมา ในปัจจุบันภาคได้รัฐออกกฎหมาย คุ้มครองเป็บบมติคณะรัฐมนตรี ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการปาชายเลน (สนธิ อักษรแก้ว 2541 : 232) โดยความร่วมมือระหว่างหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนได้มีส่วนร่วมเข้ามาร่วมอนุรักษ์ และฟื้นฟู พื้นที่ปาชายเลน ให้มีความสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณค่าในอนาคตต่อไป

### 3. การรับรู้ภาพกับการเรียนการสอน

#### การรับรู้

กมลรัตน์ หล้าสงฆ์ (2523 :197) ได้กล่าวถึงการรับรู้(Perception) ว่าหมายถึงการแปลความหมายจากการสัมผัสด้วยอวัยวะสัมผัสทั้ง 5 ส่วน คือ หู ตา จมูก ลิ้น และกาย หรือส่วนใดส่วนหนึ่ง และการรับรู้ที่เห็นชัดเจนที่สุดคือการรับรู้ทางสายตา ได้แก่ การมองเห็นภาพต่าง ๆ

ฐาปนีย์ ธรรมเมธา (2539 :12) ให้ความหมายของการรับรู้ว่าเป็นกระบวนการที่บุคคลตีความต่อความรู้สึกที่ได้จากสิ่งแวดล้อมรอบๆ ตัว ต่อกับอวัยวะสัมผัส (Sensory Organ) หรือเครื่องรับ(Receptor)

ศิริพงศ์ พยอมแย้ม (2533 : 16) ให้ความหมายของการรับรู้ว่าเป็นกระบวนการตีความต่อสิ่งที่ที่รู้สึกได้จากสภาพแวดล้อมรอบๆ ตัว ด้วยอวัยวะการสัมผัส (Sensory Organ) หรือที่เรียกว่า เครื่องรับ (Receptors) โดยอวัยวะสัมผัสภายนอกทั้ง 5 ได้แก่ ตา (Visual Sense) สำหรับการมองเห็น หู (Auditory Sense) สำหรับการได้ยิน จมูก (Olfactory Sense) สำหรับการดมกลิ่น ลิ้น (Gustatory Sense) สำหรับการชิมรส และกาย (Skin Sense) สำหรับการสัมผัสทางกาย

สุรพล พยอมแย้ม (2540:6) กล่าวว่ากระบวนการรับรู้ (Perception Process) เป็นกระบวนการเบื้องต้นที่เริ่มจากบุคคลได้รับสัมผัสหรือรับข่าวสารจากสิ่งเร้าต่างๆ โดยผ่านระบบประสาทสัมผัส ซึ่งรวมถึงความรู้สึก(Sensation) กับสิ่งเร้าที่สัมผัสนั้นๆ ด้วย

ดังนั้นการรับรู้ (Perception) เป็นกระบวนการที่สิ่งทีบุคคลเมื่อได้สัมผัสกับสิ่งเร้า (Stimulus) ใดก็ตามด้วยอวัยวะสัมผัสทั้ง 5 แล้ว สมองจะแปลความหมาย (Sensation) จากสิ่งที่สัมผัสผ่านไปยังระบบประสาท (Nervous System) จะเกิดเป็นกระบวนการไฟฟ้าและเคมี

ส่งไปยังสมองทำให้เกิดการรับรู้ขึ้น หรือกระบวนการแปลความหมายจากต้องอาศัยประสบการณ์ด้วย ซึ่งสามารถสรุปกระบวนการรับรู้เป็นขั้นตอนได้ดังต่อไปนี้



แผนภาพที่ 6 แสดงขั้นตอนกระบวนการรับรู้

จากการวิจัยของ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523 : 41) เกี่ยวกับอวัยวะประสาทสัมผัสภายนอกทั้ง 5 ของมนุษย์ ได้แก่ หู ตา จมูก ลิ้น และกาย พบว่ามีปริมาณการรับรู้ที่แตกต่างกัน ดังนี้

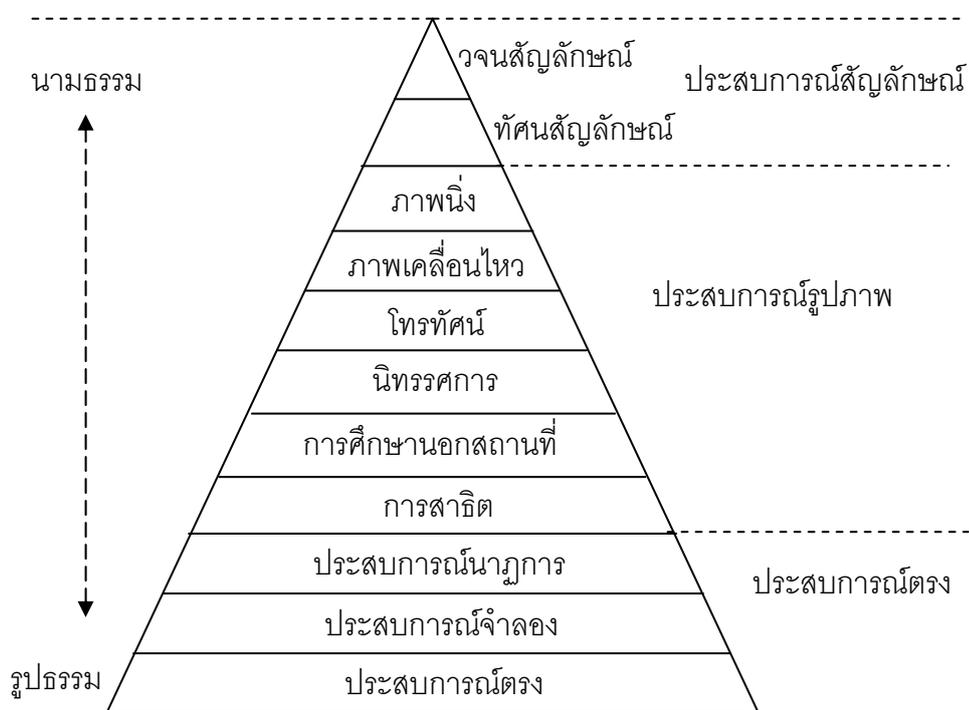
ตารางที่ 4 แสดงปริมาณการรับรู้จากประสาทสัมผัสทั้ง 5

ประสาทสัมผัส	การรับรู้	ปริมาณร้อยละของการรับรู้
ตา	การมองเห็น	75
หู	การได้ยิน	13
จมูก	การดมกลิ่น	3
ลิ้น	การลิ้มรส	3
กาย	การสัมผัสทางกาย	6

ที่มา : ชัยยงค์ พรหมวงศ์, เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา (นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราชา, 2523), 41.

จากตารางข้างต้นจะเห็นว่า “ตา” เป็นประสาทสัมผัสที่มีปริมาณการรับรู้ถึงร้อยละ 75 ของประสาทสัมผัสชนิดอื่น ๆ และเป็นส่วนรับสัมผัสจากการมองภาพต่างๆ

บรุนเนอร์ (Bruner : อ้างถึงใน จันทรฉาย เตมียาการ 2533 : 14) ได้แบ่งประสบการณ์ออกเป็น 3 ประเภทด้วยกัน ได้แก่ ประสบการณ์ตรง ประสบการณ์รูปภาพ และประสบการณ์สัญลักษณ์ ซึ่งสอดคล้องกับ เอ็ดการ์ เดล (Edgar dele 1969 : 107) ที่ได้จัดประสบการณ์ไว้ในรูปของ “กรวยประสบการณ์”(Cone of Experience) ที่เรียงลำดับของประสบการณ์ที่เป็นแบบรูปธรรมไปสู่แบบนามธรรม ดังนี้



แผนภาพที่ 7 กรวยประสบการณ์ (Cone of Experience) ของเอ็ดการ์ เดล (Edgar dele)

ที่มา : Edgar Dale, Audio Visual Methods in Teaching (New York : the Dryden Press, 1969), 107.

จากกรวยประสบการณ์ของเอ็ดการ์ เดล เป็นประสบการณ์ที่ล้วนแต่ใช้ สัมผัสด้วย ทัศนะเป็นส่วนใหญ่ การเรียนรู้ผ่านทางสายตาคือเป็นสิ่งสำคัญต่อการเรียนการสอนที่มีคุณค่า เป็น สิ่งที่สามารถใช้สื่อการสอนที่เป็นภาพมาใช้ในการจัดประสบการณ์ การเรียนรู้

กิดานันท์ มลิทอง(2544:43) ให้ความสำคัญของภาพที่มีต่อการเรียนการสอนว่า ใน กระบวนการเรียนการสอน โดยการใช้ภาพในการเรียน เพื่อช่วยให้เห็นภาพด้วยตาเพื่อประกอบ คำอธิบายของผู้สอนเป็นการช่วยให้การเรียนรู้จากนามธรรมเกิดเป็นรูปธรรมขึ้น ทั้งนี้เพราะ คำอธิบายของผู้สอนบางครั้งอาจไม่กระจ่างแจ้งเท่าที่ควร ทำให้ผู้เรียนอาจไม่เข้าใจเนื้อหาได้อย่าง ดี

ศิริพงศ์ พยอมแย้ม (2537 : 176 -178)ได้กล่าวถึงความสำคัญของภาพ ว่าสามารถ แสดงรายละเอียดข้อเท็จจริงของเนื้อหาวิชาได้มาก ให้ความรู้สึกทางอารมณ์ ได้รับความสนใจได้ดี และสร้างความน่าเชื่อถือได้มากกว่าการบรรยายด้วยตัวอักษร

จากที่ได้กล่าวมาในข้างต้นความสำคัญของภาพที่มีต่อการรับรู้ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ภาพให้ความรู้สึกและอารมณ์ที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง
2. สามารถนำสิ่งที่ห่างไกลตัวผู้เรียนได้พบเห็นสิ่งต่างเพื่อสร้างเสริมประสบการณ์
3. ได้รับความสนใจ ช่วยสร้างประสบการณ์ใหม่ๆ
4. แปลความหมายของคำที่เป็นตัวอักษร หรือตั้งปัญหาหรือคำถามจากภาพ
5. สร้างความน่าเชื่อถือในการใช้ประกอบการอธิบายในการเรียนการสอนหรือสรุป

บทเรียน

**องค์ประกอบสำคัญของการเรียนรู้** ในการเรียนรู้ นั้น บุคคลจะสามารถเรียนรู้ได้รวดเร็ว และผลการเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใดนั้นจะต้องอาศัยปัจจัยด้านต่างๆ ประกอบกันเพื่อให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างต่อเนื่องและเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

สุรพล พยอมแย้ม (2540:19) ได้แบ่งองค์ประกอบที่สำคัญของการเรียนรู้ไว้ 2 ด้าน ดังนี้

#### 1. องค์ประกอบทางด้านตัวผู้เรียน

1.1 มีวุฒิภาวะ และความพร้อมทางจิตใจ ถ้าร่างกายและจิตใจของผู้เรียนยังไม่พร้อม การฝึกฝน การเรียนรู้ เป็นไปได้ยากมาก ถึงแม้จะทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ แต่ต้องใช้เวลาสิ้นเปลืองโดยไม่จำเป็น การรอให้เกิดความพร้อม หรือการสร้างความพร้อมให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน เป็นประเด็นสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้การเรียนรู้บรรลุตามเป้าหมาย

1.2 สติปัญญาและความสามารถที่เหมาะสม ผู้เรียนที่มีสติปัญญาสูงมีความสามารถเฉพาะด้านดีกว่าผู้เรียนในกลุ่มเดียวกัน มีแนวโน้มที่จะเรียนรู้ได้เร็ว และมีประสิทธิภาพดีกว่าผู้ที่มีสติปัญญาต่ำหรือมีความถนัด (Aptitude) น้อยกว่า

1.3 อายุที่เหมาะสม ลักษณะบางวิชาเหมาะสมกับผู้เรียนที่น้อย แต่บางลักษณะวิชาเหมาะกับผู้เรียนที่อายุมากขึ้น การจัดลำดับขั้นของการเรียนรู้ มีความสำคัญต่อเนื่องกับวัยของผู้เรียน และประสิทธิภาพของการเรียนรู้

1.4 แรงจูงใจที่เหมาะสม การเรียนรู้ที่ดีมาจากแรงจูงใจที่ดี หากผู้เรียนได้รับแรงจูงใจที่เหมาะสม ก็สามารถเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพมากกว่าผู้เรียนที่ขาดแรงจูงใจ

1.5 ประสบการณ์เดิม ผู้เรียนที่มีประสบการณ์เดิมอยู่ทุกคน และสอดคล้องกับสิ่งที่เรียนรู้ใหม่ การเรียนรู้จะเกิดขึ้นรวดเร็วกว่าผู้เรียนที่มีประสบการณ์เดิม

#### 2. วิธีการเรียน

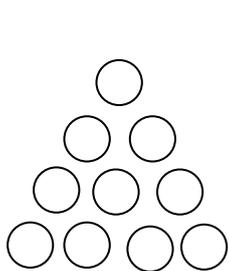
2.1 การถ่ายทอดโดยการแบ่งงานที่จะเรียนรู้เป็นส่วนๆ จะทำให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าการถ่ายทอดรายละเอียดทั้งหมดทันที

2.2 การฝึกทบทวน การเรียนรู้ทุกชนิดจะต้องมีการทบทวน และฝึกฝนเป็นระยะ และทำให้การเรียนรู้คงทนด้วย

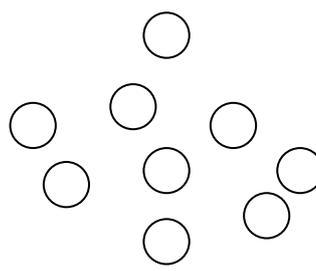
2.3 การได้รับรู้ผลการเรียน มีส่วนช่วยให้ผลการเรียนรู้ดีขึ้น การรู้ผลของข้อผิดพลาดจะช่วยให้ผู้เรียน แก้ไขข้อบกพร่องได้ถูกต้อง

2.4 การได้รับการเสริมแรง เช่น รางวัล คำชมเชย จะมีผลต่อการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าการเรียนรู้ที่ไม่ได้รับการเสริมแรง ผู้ถ่ายทอดจำเป็นต้องหาสิ่งเสริมแรงแก่ผู้เรียนให้มากที่สุด

**กฎการเรียนรู้** นักจิตวิทยาในกลุ่มเกสตัลท์ ได้กล่าวถึงกฎการจัดระเบียบเข้าด้วยกันว่าด้วยกฎแห่งความต่อเนื่อง (Principle of Emunity) (อ้างถึงใน พาสนา จุฬรัตน์ 2548 :148) หมายถึง สิ่งเร้าที่มีความต่อเนื่องกันมีทิศทางไปในทางเดียวกัน หรืออยู่ใกล้ชิดกันบุคคลจะสามารถรับรู้ ว่าเป็นสิ่งเดียวกัน อยู่ในหมวดเดียวกัน หรือเป็นเหตุผลกัน ดังตัวอย่างในรูป



แสดงให้เห็นว่าเราพยายามมองหา  
ความสัมพันธ์ของจุด



แสดงให้เห็นว่าเรามักมองว่า  
แต่ละจุดไม่สัมพันธ์กัน

แผนภาพที่ 8 แสดงการรับรู้ที่มีต่อสิ่งเร้าว่าด้วยกฎแห่งความต่อเนื่อง(Principle of Immunity) ที่มา : พาสนา จุฬรัตน์, จิตวิทยาการศึกษา (กรุงเทพมหานคร : มปท, 2548), 148.

**ภาพนิ่ง (Still Image)** ภาพนิ่งเป็นภาพที่ไม่มีการเคลื่อนไหว เช่น ภาพถ่าย ภาพลายเส้น มีบทบาทมากกว่าข้อความหรือตัวอักษร เนื่องจากภาพจะให้ผลในเชิงการเรียนรู้หรือรับรู้ด้วยการมองเห็นที่ดีกว่านอกจากนี้ยังสามารถถ่ายทอดความหมายได้ลึกซึ้ง มากกว่าข้อความ และสามารถสื่อความหมายได้กับทุกชนชาติ

ดิวยอร์ (Dwyer : 1978) ได้แบ่งชนิดของภาพตามลักษณะของภาพไว้ ดังนี้

1. ภาพลายเส้น (Simple line drawing)

2. ภาพวาดเหมือนจริง (Detailed drawing)
3. ภาพถ่ายจากของจำลอง (Model Photographs)
4. ภาพถ่ายจากของจริง (Realistic Photograph)

วรวงษ์ วรชาติอุดมพงษ์ (2535 : 52-53) จำแนกภาพตามลักษณะของการถ่ายทอดจากธรรมชาติ ไว้ 3 ชนิด คือ

1. ภาพเหมือนจริง (Realistic) เป็นภาพที่แสดงรายละเอียดตามความจริง หรือเหมือนจริงมากที่สุด การเลือกใช้ภาพชนิดนี้เพื่อต้องการเน้นเนื้อหาให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ผู้อ่านสามารถเข้าใจเรื่องราวได้รวดเร็ว ภาพลักษณะนี้อาจสร้างขึ้นได้ด้วยวิธีการวาดเขียน ระบายสี หรือการถ่ายภาพสรุปได้ว่า ภาพลักษณะนี้สามารถแสดงรายละเอียดของเนื้อหาได้อย่างครบถ้วน เพื่อการสื่อความหมายได้สมจริงมากที่สุด

2. ภาพการ์ตูน (Cartoon) เป็นภาพที่ออกแบบขึ้นเพื่อแสดงสาระของภาพในลักษณะภาพประติมากรรม เพื่อเน้นรูปภาพให้น่าสนใจมากยิ่งขึ้น มีรูปร่างตามความเป็นจริง แต่นำมาในเชิงอุปมาอุปไมย หรือผิดเพี้ยนไปจากความเป็นจริงใช้เสนอเป็นภาพประกอบในการเปรียบเทียบให้ผู้เรียน สามารถเข้าใจความคิดรวบยอดที่ยากๆ ได้เข้าใจง่ายขึ้น อาจมีหลายลักษณะ เช่น ภาพการ์ตูนล้อเลียน ภาพการ์ตูนโครงร่าง หรือภาพการ์ตูนลายเส้นอย่างง่าย เป็นต้น สรุปได้ว่า ภาพการ์ตูนเป็นภาพที่อาศัยการดัดแปลงให้เกิดรูปแบบใหม่ที่ที่น่าสนใจ แต่ภาพนั้นยังคงความหมายที่ชัดเจน

3. ภาพนามธรรม (Abstract) เป็นภาพที่แสดงสาระสำหรับสิ่งที่สื่อความหมายได้ยาก เป็นภาพที่มีรูปร่างไม่เหมือนจริง และไม่สามารถแทนในเรื่องรูปร่างและลักษณะ แต่อาจนำมาตกแต่งงานกราฟิกได้เป็นอย่างดี ช่วยเน้นข้อความให้เด่นชัด ช่วยสร้างดุลยภาพในการจัดหน้าได้ดี ได้แก่ แผนภูมิ แผนภาพ และแผนที่ เป็นต้น สรุปได้ว่า ภาพนามธรรมเน้นการสื่อความหมายโดยเนื้อหาหรืออารมณ์ที่ซ่อนอยู่ในภาพนั้น ๆ ผู้ดูต้องอาศัยความรู้และประสบการณ์เพื่อเชื่อมโยงสิ่งที่ภาพนำเสนอ

**ภาพนิ่งที่นำมาใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์** ภาพนิ่งหรือภาพกราฟิกที่นำมาใช้ประกอบบทเรียนคอมพิวเตอร์ นอกจากจะช่วยในเรื่องของการสื่อความหมายแล้ว ยังช่วยสร้างความสวยงามของบทเรียนให้มีความน่าสนใจยิ่งขึ้น ภาพกราฟิกที่นำมาใช้ประกอบบทเรียนคอมพิวเตอร์ มีด้วยกันหลายรูปแบบที่นิยมใช้ในปัจจุบัน ได้แก่

**กราฟิกแบบ GIF** กราฟิกประเภท GIF (Graphic Interchange Format) เป็นรูปแบบยอดนิยมของไฟล์กราฟิกในยุคเริ่มแรก เนื่องจากไฟล์ประเภท GIF นี้มีระบบสีแบบอินเด็ก

(Index color ตามที่นิยมเรียกกันในโปรแกรม Photoshop) ซึ่งมีข้อมูลสีขนาด 8 บิต จึงให้จำนวนสีมากที่สุดเท่ากับ 256 สีเนื่องจากไฟล์ประเภทนี้มีการบีบอัดข้อมูลตามแนวแกนของพิกเซลคือถ้ามีจุดสีซ้ำๆ กันอยู่ติดกันหลายจุด ก็เก็บแค่จุดเดียว จึงเหมาะสำหรับกราฟิกที่ประกอบด้วยสีพื้นๆ และไม่ซับซ้อน

**กราฟิกแบบ JPEG** กราฟิกแบบ JPEG (Joint Photographic Expert Group) เป็นไฟล์กราฟิกที่ได้รับความนิยมอีกประเภทหนึ่ง ไฟล์ชนิดนี้มีข้อมูลสีขนาด 24 บิต จึงสามารถแสดงสีได้มากถึง 16.7 ล้านสี (True Color) ส่วนระบบการบีบอัดมีลักษณะที่ “สูญเสีย” (lossy) หมายถึงมีการสูญเสียข้อมูลบางส่วนไปในกระบวนการบีบอัด แต่การสูญเสียที่เกิดขึ้น โดนส่วนใหญ่แล้วไม่สร้างความเสียหายให้กับรูป หรือเห็นความแตกต่างได้น้อยมาก จนแทบดูไม่ออกนอกจะนำรูปไปขยายใหญ่ ไฟล์ประเภท

JPEG ควรนำไปใช้กับรูปถ่าย หรือกราฟิกที่มีการไล่ระดับสีอย่างละเอียดเพราะจะได้คุณภาพสีที่ดีกว่า และยังมีขนาดไฟล์เล็กกว่า GIF อย่างไรก็ตาม JPEG ไม่เหมาะกับสีพื้นหรือลายเส้น เพราะจะทำให้เกิดจุดต่างของสี และทำให้ไฟล์มีขนาดใหญ่กว่าการใช้รูปแบบ GIF มาก

**กราฟิกแบบ PNG** กราฟิกแบบ PNG (Portable network Graphic) ออกเสียงว่า “ปิง” มีคุณสมบัติอยู่หลายประการ ได้แก่การสนับสนุนระบบสีหลายรูปแบบ ทั้ง 8 bit index color, 16 bit gray scale และ 24 bit true color โดยมีระบบบีบอัดแบบ Deflate ที่ไม่เกิดการสูญเสีย (lossless) ซึ่งพัฒนามาจากระบบ LZW ที่ใช้ใน GIF ทำให้รูปที่ได้มีคุณภาพสูง และในบางครั้งอาจมีไฟล์ที่เล็กกว่าในแบบ GIF เสียอีก นอกจากนี้ PNG ยังมีระบบควบคุมค่าแกมมา (gamma) และความโปร่งใส (transparency) ในตัวเองอีกด้วย

PNG เป็นไฟล์ที่มีกำเนิดมาตั้งแต่ปี 1994 แต่ก็ยังไม่รองรับการสนับสนุนกับโปรแกรมบางประเภทอย่างสมบูรณ์ และคุณสมบัติ Full Transparency ที่มีต่อ Internet Explorer เวอร์ชัน 4 ถึง 6 ที่สมบูรณ์นัก อย่างไรก็ตาม PNG ได้รับการยอมรับมากขึ้นเรื่อยๆ คาดว่า จะเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในอนาคต และมีแนวโน้มที่จะเข้ามาแทนที่ไฟล์ GIF ในที่สุด

**ภาพพาโนรามา (Panorama)** ภาพพาโนรามาเริ่มมีขึ้นในปี ค.ศ. 1850 เป็นเสน่ห์ที่เกิดจากการเห็นภาพในมุมมองกว้างของภาพทิวทัศน์ที่ประทับใจ โดยนำมาสร้างเป็นภาพมุมกว้าง เมื่ออยู่ท่ามกลางฉากของภาพนั้นและเมื่อเกิดการเคลื่อนไหวขึ้นเสมือนว่าสถานที่ที่อยู่ตรงหน้าเราเป็นสถานที่จริง ในปี ค.ศ. 1851 มีการสร้างภาพพาโนรามาของเมืองซานฟรานซิสโก โดยการนำภาพที่ถ่ายอย่างต่อเนื่องโดยใช้วิธีการดาแกร์โรไทป์ (Daguerreotype) กับ 5 ภาพ และ 11

ภาพ ซึ่งภาพต้นฉบับของดาแกรโรไทพ์ สามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน กว่า 150 ปีที่ผ่านมาารูปแบบการถ่ายภาพในประวัติศาสตร์ที่ผ่านมาที่มักจะถ่ายภาพเกี่ยวกับภูมิประเทศ ภาพภูมิทัศน์ของเมืองขนาดใหญ่ที่มาพร้อมกับวิถีชีวิตที่เกี่ยวกับคนและสิ่งแวดล้อมที่ไกลออกไปซึ่งไม่เหมือนกับมาตรฐานการถ่ายภาพทั่วไปมากนัก ซึ่งต้องหันทิศทางการจับภาพไปในแต่ละฉากที่จำกัดอื่นๆ ในขั้นต้น แต่การเห็นภาพมุมกว้างเกี่ยวข้องกับตัวของมันเองด้วยการจับภาพและรายละเอียดทั้งหมดในโลกที่อยู่รอบๆ ตัวเรา

ต่อมาในปี ค.ศ. 1928 บริษัทอีสแมนโกดัก (Eastman Kodak Company) ประเทศสหรัฐอเมริกาได้ผลิต กล้องถ่ายภาพพาโนรามาแบบ Swing Lens โดยการเคลื่อนเลนส์จากข้างหนึ่งไปยังอีกข้างหนึ่ง เรียกว่า “Wet plate” เป็นระบบการหมุนไปตามองศาของเลนส์ ซึ่งบันทึกภาพเก็บไว้ในฟิล์ม ขณะที่เลนส์เคลื่อนที่จากด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่ง

ในศตวรรษที่ 19 อุตสาหกรรมกล้องถ่ายภาพ เริ่มขึ้น มีการออกแบบอุปกรณ์ที่ใช้เฉพาะสำหรับการจับภาพมุมกว้าง โดยวิศวกรได้พัฒนากล้องแบบ Swing Lens ให้สามารถหมุนได้ 360 องศา

การสร้างภาพพาโนรามาแบบหลายภาพ (Multi shot) จะต้องที่ถ่ายภาพแบบ Singel Raw ด้วยเลนส์ มาตรฐาน (Normal Lens) 50 ม.ม. หรือเลนส์มุมกว้าง (Wide-Angle) 35 ม.ม. หรือมากกว่านั้น จากนั้นนำภาพแต่ละภาพที่ได้มาต่อกันตามลำดับความต่อเนื่องของภาพนั้น ๆ ในซอฟต์แวร์ที่เลือกใช้ ซึ่งจะตั้งชื่อภาพตามลำดับความต่อเนื่องเพื่อความสะดวกในการนำมาใช้กับซอฟต์แวร์ ซึ่งปัจจุบันซอฟต์แวร์ที่นำมาใช้ในการสร้างภาพพาโนรามา มีด้วยกันหลายโปรแกรม เช่น Quicktime VR ของบริษัท Apple computer 360 degrees of Freedom, Ulead cool 360, Pano Viewer ฯลฯ

ระบบติดตามการเคลื่อนที่ หรือที่เรียนกันว่า VR Tour ซึ่งจะแสดงการเคลื่อนที่ของผู้ใช้ในการท่องเที่ยวไปในบทเรียนรูปแบบ VR ในชื่อของ Apple's Quick time VR Authoring Studio ที่เป็นตัวเชื่อมโยงไปยังสถานที่ต่างๆ โดยการลิงค์ที่ ตัวเชื่อมโยง (Nodes) ในแผนภาพจำลองของสถานที่ ซึ่งมีจุดเชื่อมหรือ Hot spots ที่เป็นลักษณะปุ่มหรือสถานที่ที่ต้องการไปถึง ซึ่งนิยมนำมาใช้ในกับภาพพาโนรามา และพิพิธภัณฑ์เสมือนจริง

#### 4. ทฤษฎีความเสมือนจริง (Virtual reality)

ความหมายของความเสมือนจริงเสมือน (Virtual reality) ความเป็นจริงเสมือน หรือสภาพแวดล้อมเสมือน (Virtual Enviornment) เป็นเป็นสิ่งที่ได้รับความสนใจจากนักวิชาการและ

นักวิจัย มาตั้งแต่ทศวรรษที่ 1960 จนมาถึงในสมัยปัจจุบันซึ่งผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านก็ได้ให้ความหมายไว้ในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

บิดาแห่งความเสมือนจริง ซูเทอร์แลนด์ (Sutherland 1965 : 506-508) ได้กล่าวถึงความหมายของ "ความเป็นจริงเสมือน" ของการนำเสนอว่าหมายถึง การที่มนุษย์มองเห็นโลกเสมือนจริงผ่านระบบคอมพิวเตอร์ โดยใช้จอภาพสวมศีรษะร่วมกับ คอมพิวเตอร์กราฟิก 3 มิติ (3 Dimension : 3D) ร่วมกับการทำงานของระบบประสาทสัมผัสทั้ง 5 แล้วทำให้เกิดความรู้สึกเหมือนว่าอยู่ในสถานที่นั้นจริง

ริโกเล (Rigole 1996) ให้ความหมายของความเป็นจริงเสมือนว่า เป็นสภาวะที่คอมพิวเตอร์ทำการจำลองสิ่งที่เป็นจริงในสภาพแวดล้อม 3 มิติ ที่มีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ได้ โดยขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพและชนิดของฮาร์ดแวร์ ที่ใช้ในปัจจุบัน ผู้ใช้สามารถเข้าถึงสภาพแวดล้อมเสมือนจริง โดยใช้อุปกรณ์ HMD ซึ่งแสดงผลในหน้าจอที่ตามองเห็นและสร้างเสียงแบบรอบด้าน ให้ความรู้สึกด้านมิติ ด้านระยะทาง และด้านสัมผัสทางร่างกาย โดยใช้อุปกรณ์ประเภทถุงมือหรือชุดสวมร่างกายที่มีเซ็นเซอร์ที่สามารถตรวจจับความเคลื่อนไหว ท่าทางต่างๆ ของผู้สวมใส่ให้เกิดความเสมือนจริงท่ามกลางสภาพแวดล้อมเสมือนจริง

สำหรับความเสมือนจริงในประเทศไทย ตามศัพท์ราชบัณฑิตยสถาน สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ 19 มิถุนายน 2544 (ราชบัณฑิตยสถาน 2546) ให้ความหมายของคำว่า Virtual Reality ว่า "ความเป็นจริงเสมือน" หมายถึงสภาวะเสมือนจริงที่จำลองโดยทางเทคนิคคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญหลายท่านยังให้ความหมายไว้ ดังนี้

กิดานันท์ มลิทอง (2543 : 303) กล่าวว่า ความเป็นจริงเสมือน (Virtual Reality) หรือที่เรียกกันย่อๆ ว่า "วีอาร์" (VR) เป็นกลุ่มเทคโนโลยีเชิงโต้ตอบที่ผลักดันให้ผู้ใช้เกิดความรู้สึกของการเข้าร่วมอยู่ ภายใต้สิ่งแวดล้อมที่ไม่ได้มีอยู่จริงที่สร้างโดยคอมพิวเตอร์ พัฒนาการของความเป็นจริงเสมือนได้รับอิทธิพลมาจากแนวความคิดง่าย ๆ แต่มีอำนาจมากเกี่ยวกับการที่จะเสนอสารสนเทศอย่างไรให้ดีที่สุด นั่นคือ ถ้าผู้ออกแบบสามารถให้ประสาทสัมผัสของมนุษย์มีความค่อยเป็นค่อยไปในปฏิสัมพันธ์ทางโลกกายภาพ

พุทธิพงษ์ จิตรปฎิมา (2542) กล่าวว่าความเป็นจริงเสมือนเป็นการใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานที่เทียมซึ่งดูเสมือนจริง สถานที่เหล่านี้ เรียกว่า โลกเสมือนจริง (Virtual World) ซึ่งเราสามารถสำรวจโลกเสมือนได้อย่างเสรีไปในที่ที่ต้องการ และยังสามารถเคลื่อนย้ายวัตถุต่างๆ ได้เสมือนย้ายจริง ทั้งนี้เกิดจากการสร้างขึ้นด้วยภาพฟิก 3 มิติ ทั้งสิ้นเพื่อสนองตอบประสาทสัมผัส

ของมนุษย์ทันที ในเวลานั้น จะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นทันทีตามการกระทำของผู้ใช้ และเมื่อเรากระทำบางอย่าง เช่น เข้าใกล้วัตถุ วัตถุนั้นก็จะมีขนาดใหญ่ขึ้น

ยีน ฎวรวรรณ (2545 : 479-481) กล่าวว่า ความเป็นจริงเสมือน คือ ใช้อ้างถึงสิ่งที่จำลองขึ้นหรือสร้างขึ้นเพื่อให้เหมือนกับระบบจริง

จากความหมาย และคำจำกัดความที่ผู้เชี่ยวชาญหลายท่านได้กล่าวมา เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนสามารถเลียนแบบการรับรู้สัมผัสของโลกทางกายภาพได้ โดยการรับรู้หลายทางในสิ่งแวดล้อมที่สร้างขึ้นมาจากภาพกราฟิกคอมพิวเตอร์ 3 มิติ และอุปกรณ์ที่ตอบสนองต่อการเคลื่อนไหวทางกายภาพ เพื่อช่วยในการเข้าถึงสภาพแวดล้อมเสมือนจริงของผู้ใช้

**ความเป็นมาของความจริงเสมือน** ความเป็นจริงเสมือนเป็นวิวัฒนาการอย่างของเทคโนโลยี เกิดจากการวิจัยของรัฐบาลอเมริกันเมื่อกว่า 40 ปีที่แล้ว เพื่อการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับด้านการทหารและการจำลองการบิน ต่อมาในระยะ พ.ศ. 2503 – 2512 อีแวน ซูเทอร์แลนด์ (Ivan Sutherland) ซึ่งนับเป็นบิดาของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนได้ประดิษฐ์ จอภาพสวมศีรษะ 3 มิติรุ่นแรกออกมา และในระยะนั้นได้มีพัฒนาการด้านคอมพิวเตอร์กราฟิกขึ้น การใช้จอภาพสวมศีรษะร่วมกับคอมพิวเตอร์ 3 มิติ จึงนับเป็นต้นกำเนิดของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนในปัจจุบัน

ในระยะเวลาต่อมา ได้มีการวิจัยในห้องปฏิบัติการวิจัยอวกาศอาร์มสตรองได้พัฒนาเทคโนโลยีการจำลองการบิน โดยการปรับปรุงจอภาพสวมศีรษะให้ดีขึ้น โดยเมื่อให้นักบินสวมใส่แล้วจะมีความรู้สึกกลมกลืนไปกับสิ่งแวดล้อมเสมือนจริง จะเห็นเสมือนว่ามีเครื่องบินอื่นปรากฏอยู่ รวมถึงสิ่งอื่นภายใต้สิ่งแวดล้อมนั้น ในช่วงเวลาเดียวกันนั้นมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับความเป็นจริงเสมือน โดยใช้เทคนิคความเป็นจริงเสมือนในการสร้างเทคนิคสถาปัตยกรรมและด้านการแพทย์ และที่มหาวิทยาลัยวิสคอนซินและคอนเนกติกัต ได้มีการวิจัยเกี่ยวกับ “ความเป็นจริงประดิษฐ์” (Artificial reality) ที่มีปฏิสัมพันธ์กับโลกเสมือนจริงสามารถใช้ได้ทั้งทางด้านการศึกษาและบันเทิง

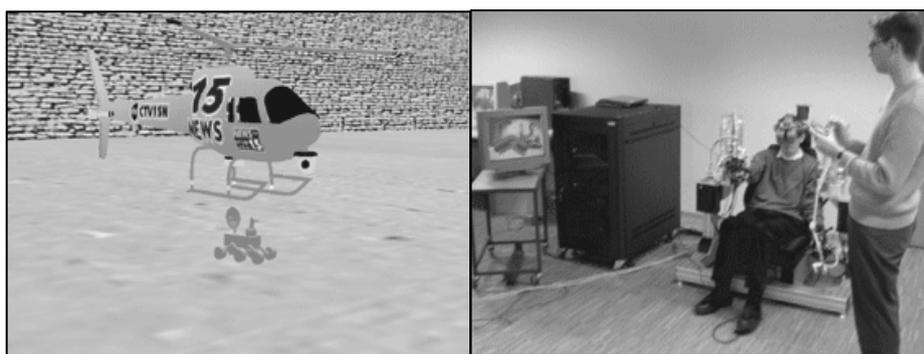
ในช่วง พ.ศ.2531-2532 นักวิทยาศาสตร์ของนาซา (NASA) ได้ร่วมกับนักเขียนโปรแกรมและผู้ผลิตอุปกรณ์เกี่ยวกับเกมคอมพิวเตอร์ ได้นำเอาส่วนประกอบต่างๆ ที่มีอยู่แล้วมาประดิษฐ์เป็นจอภาพสวมศีรษะราคาเยา และใช้เป็นครั้งแรกโดยกองทัพอากาศ

ในปี พ.ศ.2536 เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนได้แผ่ขยายกว้างทางด้านบันเทิง โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ดิสนีย์เวิลด์ มีการใช้เทคโนโลยีนี้อย่างกว้างขวาง และแพร่หลายไปยังผู้ผลิตเกมคอมพิวเตอร์ เช่น SAGA และ NITENDO ที่นำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนมาใช้ในเกม

ต่างๆ แทนของเดิม โดยสถาบันและกลุ่มนักวิจัยก็มีความพยายามในการนำความเป็นจริงเสมือนมาใช้ในด้านต่างๆ เช่น ด้านวิศวกรรม วิทยาศาสตร์ การแพทย์ และด้านการฝึกอบรม

**ระดับของความเสมือนจริง** ในการนำเสนอรูปแบบความเสมือนจริงสามารถเสนอได้หลายรูปแบบขึ้นอยู่กับวิธีการและรูปแบบการใช้งาน คาลอสกี (Kalawsky, 1996) ได้แบ่งระดับความเสมือนจริงไว้เป็น 3 ประเภท โดยแบ่งตามวิธีการใช้ และหลักการทำงานของอุปกรณ์ที่มีเทคโนโลยีต่างกัน ได้แก่

**ประเภทที่ 1** ระบบรับสัมผัสเต็มรูปแบบ (Fully-Immersive VR) ประเภทนี้นับได้ว่าเป็นต้นแบบของระบบความเป็นจริงเสมือน ในยุคแรกๆ เป็นระบบที่ผู้ใช้สามารถรับรู้ข้อมูลด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5 อย่างเต็มรูปแบบโดยผ่านอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นเพื่อช่วยในการรับสัมผัสในส่วนนั้นๆ และต้องอาศัยวัสดุอุปกรณ์คอมพิวเตอร์เป็นตัวช่วยในการสร้างภาพ 3 มิติได้แก่



ภาพที่ 15 อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบรับสัมผัสเต็มรูปแบบ (Fully-Immersive VR)

ที่มา : [Fully-Immersive VR](http://ligwww.epfl.ch/infrastructure/infrastructure_index.html) [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 10 ตุลาคม 2548, เข้าถึงได้จาก [http://ligwww.epfl.ch/infrastructure/infrastructure\\_index.html](http://ligwww.epfl.ch/infrastructure/infrastructure_index.html)

- จอภาพสวมศีรษะ (Head-Mounted Display : HMD) เป็นอุปกรณ์ที่ทำให้ตาทั้งสองได้เห็นภาพเป็นสามมิติจากจอขนาดเล็กที่ให้ภาพ (หรือต่อไปอาจลดขนาดลงเป็นแว่นตาก็ได้) และเมื่อผู้ใช้เคลื่อนไหว ภาพก็จะถูกสร้างให้รับกับความเคลื่อนไหวนั้น ซึ่งอาจทำมุมกว้างถึง 200 องศา เพื่อให้เห็นสภาพแวดล้อมที่เสมือนจริงมากที่สุด (John vince : 1995 , 5-6) และยังมีหูฟังในระบบที่เรียกว่า 3-D Sound เพื่อการฟังเสียงในระบบ 3 มิติ ในทิศทางต่าง ๆ โดยรอบ



ภาพที่ 16 จอภาพสวมศีรษะ (Head-Mounted Display : HMD)

ที่มา : [Fully-Immersive VR](#) [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 10 ตุลาคม 2548. เข้าถึงได้จาก [http://ligwww.epfl.ch/infrastructure/infrastructure\\_index.html](http://ligwww.epfl.ch/infrastructure/infrastructure_index.html)

- ถุงมือรับรู้ (Sensor-glove) เป็นถุงมือขนาดเบาที่เส้นใยนำแสงเรียงกันอยู่ตามนิ้วข้อมือ เพื่อเป็นเครื่องรับรู้และส่งสัญญาณไปยังคอมพิวเตอร์ เมื่อผู้ใช้สวมถุงมือนี้จะเข้าสู่สิ่งแวดล้อม 3 มิติ ทำให้ผู้ใช้จับต้องและรู้สึกได้ถึงวัตถุสิ่งของซึ่งไม่มีอยู่จริงในทีนั้น แต่ผู้ใช้จะมีความรู้สึกเสมือนว่าวัตถุนั้นเป็นของจริงอยู่ที่นั้น และถุงมือยังสามารถทำให้ผู้ใช้โต้ตอบกับวัตถุได้อีกด้วยเสมือนกับทำกับวัตถุจริงๆ



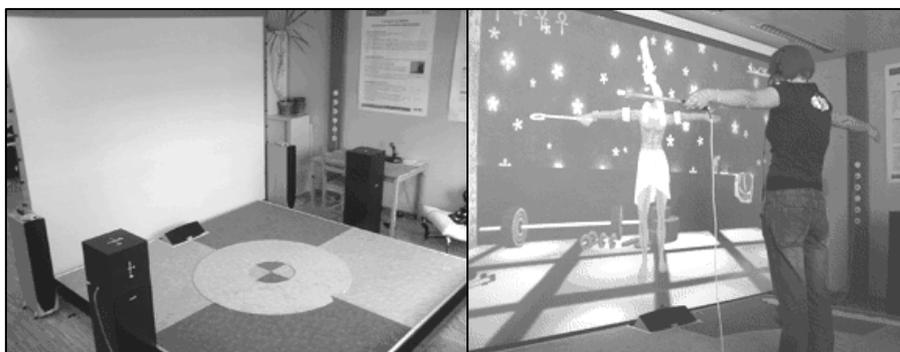
ภาพที่ 17 ถุงมือรับรู้ (Sensor-glove)

ที่มา : [Fully-Immersive VR](#) [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 10 ตุลาคม 2548. เข้าถึงได้จาก [http://ligwww.epfl.ch/infrastructure/infrastructure\\_index.html](http://ligwww.epfl.ch/infrastructure/infrastructure_index.html)

- ซอฟต์แวร์โปรแกรม เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการสร้างภาพบนคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถท่องสำรวจไปบนโลกเสมือนจริงได้ เช่น โปรแกรม VRML (Virtual Reality Modeling

Language) เป็นสิ่งที่ช่วยในการนำหรือสร้างวัตถุ 3 มิติ และเพิ่มคุณลักษณะต่าง ๆ เช่น เสียง การเคลื่อนไหว และ การเชื่อมโยง (กิดานันท์ มะลิตทอง 2543 : 305)

**ประเภทที่ 2** ระบบสัมผัสบางส่วน (Semi-Immersive VR) ระบบนี้เป็นระบบที่มีพัฒนาอุปกรณ์มีหลักการการทำงานคล้ายกับรูปแบบแรก โดยมีการพัฒนาระบบของการแสดงผลของภาพให้มีมุมกว้างออกไป (Wild Angle Display) แสดงผลของภาพได้ละเอียดกว่าจอภาพสวมศีรษะ และระบบนี้จะเน้นการใช้อุปกรณ์ในการแสดงผล โดยมีอุปกรณ์หลัก คือ จอภาพมอโนเตอร์ขนาดใหญ่ (a large screen Monitor)



ภาพที่ 18 แสดงจอภาพขนาดใหญ่

ที่มา : Semi-Immersive VR [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 10 ตุลาคม 2548. เข้าถึงได้จาก [http://ligwww.epfl.ch/infrastructure/infrastructure\\_index.html](http://ligwww.epfl.ch/infrastructure/infrastructure_index.html)

ในส่วนของอุปกรณ์ข้อมูลนำเข้า (Input Devices) เช่น จอยสติ๊ก (3D joystick) หรือ คันโยกควบคุมการเคลื่อนที่ของภาพ 3 มิติ เช่น ระบบจำลองการฝึกหัดบินของนักบิน

**ประเภทที่ 3** ระบบที่ไม่มีการสัมผัส (Non-Immersive VR) หรือระบบความเสมือนจริงผ่านหน้าจอ (Desktop VR) เป็นระบบความเสมือนจริงที่ไม่พัฒนาขึ้นในยุคหลัง เพื่อพัฒนาเกมคอมพิวเตอร์ซึ่งต่อมาได้รับความนิยม และถูกนำมาใช้ในสาขาต่าง ๆ มากขึ้น เนื่องจากใช้อุปกรณ์เสริมที่น้อยลงเพียงใช้การทำงานบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลทั่วไป และใช้ระบบมัลติมีเดียที่เป็นภาพกราฟิกที่ประมวลผลด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ โดยมีหลักการการทำงานที่ผู้ใช้ต้องนั่งควบคุมทิศทางและการเคลื่อนที่จากหน้าจอคอมพิวเตอร์ เสมือนว่าเคลื่อนที่อยู่ในสถานที่จริง ดังนั้นผู้ใช้จะต้องมีจินตนาการสูงกว่าประเภทแรก และประเภทที่ 2 ซึ่งความเสมือนจริงประเภทนี้เป็นประเภทที่สัมผัสด้วยการมองภาพผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ ที่มีการเปลี่ยนมุมมองไปในทิศทางต่าง ๆ โดยการบังคับเมาส์ หรืออุปกรณ์ควบคุม อื่น ๆ ซึ่งจะต้องมีการทำงานของอุปกรณ์

ร่วมกัน ในส่วนของข้อมูลนำเข้า (Input Devices) เช่น คีย์บอร์ด (Keyboard) เมาส์ (Mouse) แทร็กบอล (Trackball) จอยสติ๊ก (Joystick) หรือคั่นโยก ปากกาดิจิทัล (Digital pen) และ ส่วนแสดงผล (Output Devices) ได้แก่ จอมอนิเตอร์แสดงผลภาพ (Monitors)

ตารางที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของความเป็นจริงเสมือนในระดับต่างๆ

คุณสมบัติของ เครื่องมือ	ประเภทของความเป็นจริงเสมือน		
	ระบบสัมผัส ผ่านหน้าจอ	ระบบสัมผัสบางส่วน หรือกึ่งรับสัมผัส	ระบบสัมผัส เต็มรูปแบบ
ความละเอียดของการ แสดงผล	สูง	สูง	ปานกลาง – ต่ำ
ระดับการรับสัมผัส	ต่ำ	ปานกลาง – สูง	สูง
ความรู้สึกเคลื่อนไหวที่ สถานการณ์	ต่ำ	ปานกลาง	สูง
ค่าใช้จ่าย	ต่ำ	ปานกลาง	สูง
การพัฒนา	ต่ำ	ต่ำ	ปานกลาง - สูง
ความสมจริง	ไม่มี – ต่ำ	ปานกลาง - สูง	ปานกลาง - สูง

ที่มา : Kalawsky R.S., Exploiting Virtual Reality Techniques in Education an Training : Technological Issues. [Online]. Accessed October 2004. Available from : <http://www.lboro.ac.uk>.

### ความเป็นจริงเสมือนเพื่อการศึกษา

สำหรับความเป็นจริงเสมือนในวงการศึกษา นั้น การสร้างจินตนาการเป็นวิธีการในการนำเสนอข้อมูลและมโนทัศน์แก่ผู้เรียน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและการปรับตัวให้เข้าได้ในสังคม ที่เป็นวัตถุประสงค์ที่สำคัญ จึงได้มีการนำสื่อการสอนประเภทภาพและสื่อทัศนวัสดุมาใช้ในการเรียนการสอนนอกจากหนังสือเรียนที่ใช้กันทั่วไป จึงได้มีการนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนมาใช้ในการเรียนสอนเพื่อเพิ่มพูนประสบการณ์ด้านต่างๆ ตามความเหมาะสม โดยในปี พ.ศ.2531 เป็นต้นมา มีการนำความเป็นจริงเสมือนมาใช้ในการเรียนการสอนและการออกแบบ ซึ่งนักวิจัยคาดการณ์ว่าสามารถนำมาใช้ในการเรียนรู้ในรูปแบบโลก 3 มิติ มีการจัดการสิ่งที่ค้นพบ กฎเกณฑ์ต่างๆ ทั้งยังสร้างเป็นพิพิธภัณฑ์เสมือน และ

สามารถท่องเที่ยวภายในสถานที่นั้นได้อย่างสนุกสนาน สถาบันการศึกษาหลายแห่งในสหรัฐอเมริกาเริ่มเห็นความจำเป็นของการนำเทคโนโลยีเสมือนจริง และเริ่มนำมาใช้ในการศึกษา มากขึ้น โดยมหาวิทยาลัยอีสต์แคโรไลนา ได้จัดตั้งห้องปฏิบัติการ มีหน้าที่ในการจัดหาการใช้ที่ เหมาะสมของความเป็นจริงเสมือนในการศึกษา ประเมินซอฟต์แวร์ และฮาร์ดแวร์ทางด้านความ เป็นจริงเสมือน ตรวจสอบผลกระทบของความเป็นจริงเสมือนในการศึกษา และคิดหาแนวทาง ในการนำความเป็นจริงเสมือนเข้าเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอนในระดับต่างๆ

ความเสมือนจริงสำหรับการศึกษานั้น เป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้ผู้เรียน โดยการเข้าสู่ สิ่งแวดล้อมแห่งการเรียนรู้ และมีส่วนร่วมอยู่ด้วยในการเรียนรู้ด้วยตนเองในสิ่งแวดล้อมบน พื้นฐานของเทคโนโลยี ( Shaffer 2002) โดยสามารถนำความเป็นจริงเสมือนมาใช้ในการศึกษาใน ด้านต่างๆ ดังนี้

- สำรวจสถานที่และสิ่งของที่มีอยู่ของผู้เรียนยังไม่อาจเข้าถึงได้
- สำรวจของจริง ซึ่งถ้าไม่มีการเปลี่ยนสัดส่วนขนาด และระยะเวลาแล้วจะไม่

สามารถสำรวจได้อย่างมีประสิทธิภาพ

- สร้างสถานที่และวัตถุด้วยคุณภาพที่ดีกว่าเดิม
- มีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นที่อยู่ในที่ห่างไกลออกไป โดยผ่านทางสมาคมที่มี ความสนใจในเรื่องเดียวกัน หรือโดยเข้าร่วมในโครงการระหว่างผู้เรียนด้วยกันที่อยู่ในส่วนต่างๆ ของโลก

- มีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลจริงในโลกความเป็นจริงเสมือน
- สร้างและเพิ่มโน้ตด้านนามธรรม เช่น โครงสร้างข้อมูล
- มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งที่เป็นความจริงเสมือน เช่น สิ่งที่อยู่ในประวัติศาสตร์ และ สิ่งที่เป็นปรัชญาเพื่อดูว่าจะสามารถทำงานในสภานั้นได้อย่างไร

#### **ข้อดีของความเป็นจริงเสมือน**

1. สร้างโลกเสมือนจริงที่บางครั้งเสี่ยงต่ออันตรายให้ผู้เรียนได้โดยปลอดภัย
2. ขยายโอกาสให้ผู้เรียนสำรวจสถานที่ที่ไม่สามารถท่องเที่ยวได้ในความเป็นจริง เช่น อวกาศ หรือภายในภูเขาไฟที่กำลังระเบิด
3. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำการทดลองในสิ่งแวดล้อมที่เป็นประสบการณ์จำลอง

#### **ข้อจำกัดของความเป็นจริงเสมือน**

1. อุปกรณ์มีราคาสูงเกินกว่าสถาบันการศึกษาทั่วไปจะซื้อไว้ใช้ได้
2. เทคโนโลยีซับซ้อนมากเกินไปที่จะใช้ในห้องเรียนธรรมดา
3. ซอฟต์แวร์ที่เรียนยังมีจำกัดในเรื่องที่จะใช้เรียน

## 5. ความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา

คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาภาษาอังกฤษเรียกว่า Computer Based Education (CBE) มีความหมายเดียวกับคำว่า Instructional Computing (IC) หรือ Instructional Application of Computer (ACI) หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ทางการศึกษาโดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการเรียนการสอน ทั้งนี้เพื่อเป็นการพัฒนาทางการศึกษาให้มีประสิทธิภาพ เพิ่มขีดความสามารถในการสอนของครูอาจารย์ ในขณะที่เดียวกันก็ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น เอกวิทย์ แก้วประดิษฐ์ (2545: 378-385) ได้จำแนกลักษณะการนำคอมพิวเตอร์มาใช้งานในทางการศึกษา ได้ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์กับบริหาร (Computer for Management) เป็นการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการบริหารจัดการและงานธุรการเป็นหลัก ซึ่งมีงานด้านต่าง ๆ เช่น

1.1 ด้านธุรการ เช่น งานทะเบียนบุคลากร การเลื่อนขั้นเงินเดือน งานการเงิน งานทะเบียนพัสดุ ครุภัณฑ์ ต่างๆ

1.2 งานด้านบริการ เช่น งานประชาสัมพันธ์ งานทะเบียนหนังสือห้องสมุด สถิตินักเรียน ข่าวและบริการที่น่าสนใจในโรงเรียน

1.3 งานด้านปกครอง เช่น ในการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป บันทึกพฤติกรรมของนักเรียน หรือทะเบียนประวัติ

1.4 งานด้านวิชาการ เช่น การจัดตารางสอน ตารางสอบห้องสอบ การวิเคราะห์ข้อสอบ

2. คอมพิวเตอร์กับการจัดการเรียนการสอนเพื่อ (Computer Managed Instruction : CMI) เป็นการนำคอมพิวเตอร์มาเป็นเครื่องมือในการบริหารการจัดการเรียนการสอน ด้านการสร้างระบบการเก็บระบบข้อมูลและการจัดเก็บสถิติต่างๆ เช่น ระบบการลงทะเบียนในรายวิชาต่างๆ การให้คะแนน และการตัดเกรด ประวัตินักเรียน ระเบียนสะสม โดยที่ผู้สอนและเรียนสามารถป้อนข้อมูลค้นหาและรับทราบข้อมูลได้ด้วยตนเอง

3. คอมพิวเตอร์ช่วยการสอน (Computer Assisted Instruction : CAI) เป็นการใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อในการสอน เช่น ในการนำเสนอเนื้อหาเรื่องราวต่าง ๆ ในลักษณะของ Presentation ใช้เทคนิคของเทคโนโลยีมัลติมีเดีย สำหรับการสอนในวิชาใดวิชาหนึ่งตามหลักสูตร โดยเน้นโปรแกรมสำเร็จรูป (CAI Software Program) โดยบทเรียนจะบรรจุอยู่ใน ซีดี รอม

(CD-Rom) หรือครูผู้สอนอาจผลิตบทเรียนสำเร็จรูปขึ้นมาเองก็ได้ โดยใช้โปรแกรมต่าง ๆ เช่น Authorware, Tool book เป็นต้น

4. การคอมพิวเตอร์เพื่อจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียน (Computer Learning Environment) เป็นใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการติดต่อสื่อสาร และค้นหาข้อมูล เป็นการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ด้วยกันเข้าเป็นเครือข่าย โดยเฉพาะการเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Internet) ที่สามารถสร้างสภาพแวดล้อมทางการศึกษาที่สำคัญ เช่น Hypertext Program, E-mail, WWW เป็นต้น ทำให้ผู้ใช้สามารถสืบค้นข้อมูลสารสนเทศได้ทั่วโลกตามความพอใจ

5. คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือทางการเรียนการสอน (Computer as the Instructional and Learning Tools) เป็นการนำคอมพิวเตอร์มาเป็นเครื่องมือทางการเรียนการสอน โดยการเรียนรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ และพื้นฐานการทำงานของคอมพิวเตอร์ หรือใช้คอมพิวเตอร์มาออกแบบ สร้างโปรแกรมภาษา (Programming of Language) โปรแกรมสำเร็จรูป (Software Programming) หรือโปรแกรมอื่นๆ โดยโดยผู้เรียนต้องใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือในการดำเนินการต่าง ๆ รวมถึงใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนวิชาต่าง ๆ ในลักษณะที่เป็นเนื้อหาการสอน

**โครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์** การสอนด้วยคอมพิวเตอร์ หากพิจารณาจากโครงสร้างบทเรียนสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ คือ (กรมวิชาการ 2546 : 3)

1. ประเภทโครงสร้างแบบเส้นตรง (Linear Programming) เป็นการใช้คอมพิวเตอร์แสดงบทเรียน หรืออธิบายไปตามลำดับเหมือนกับผู้เรียนเปิดหนังสืออ่านไปที่ไหนไม่สามารถข้ามหน้าไปได้ คำอธิบายของเนื้อหาที่เป็นข้อความ (Text) ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว หรือมีเสียงประกอบด้วยในบทเรียนต่าง ๆ

2. ประเภทโครงสร้างแบบสาขา (Branching or Non Linear Programming) เป็นการใช้คอมพิวเตอร์ แสดงหรืออธิบายบทเรียน ที่ผู้เรียนสามารถข้ามไปยังบทเรียนที่ต้องการเรียนได้ คำอธิบายของเนื้อหาที่เป็นข้อความ (Text) ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว หรือมีเสียงประกอบได้เช่นกัน และอาจมีคำถามทดสอบความเข้าใจก็ได้

#### **คอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน (Computer Instruction Package : CIP)**

ไพโรจน์ ตีรณธนากุล และคณะ (2546:19) ได้กล่าวถึงบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนว่าเป็นบทเรียนที่ดำเนินการสอนเสมือนจริงด้วยคอมพิวเตอร์ โดยอาศัยศักยภาพของระบบคอมพิวเตอร์ ซอฟต์แวร์มัลติมีเดียและการจัดการที่ได้วางระบบไว้ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เสมือนได้รับการสอนจาก ครู อาจารย์ (Virtual Instruction) ซึ่งจะช่วยให้ประสิทธิภาพการเรียนรู้สูงขึ้น

บทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน (CIP) สามารถใช้ได้ทั้งระบบ on-line และ off-line ด้วยการออกแบบที่เหมาะสม ถึงแม้ว่าศักยภาพทางอินเทอร์เน็ตของบางพื้นที่ในปัจจุบันจะเป็นอุปสรรคอยู่บ้างแต่เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต จะพัฒนาไปเร็วมาก ซึ่งอุปสรรคที่มีอยู่จะสามารถแก้ไขได้ในไม่ช้า นอกจากนี้ เอกวิทย์ แก้วประดิษฐ์ (2545:379) กล่าวถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assited Instruction:CAI) เป็นการใช้ คอมพิวเตอร์เหมือนอุปกรณ์ทางการศึกษา บ้างก็เรียนกว่าคอมพิวเตอร์ การใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อในการสอน เช่น ให้นำเสนอเนื้อหาเรื่องราวต่างๆ ในลักษณะของ Presentation ใช้เทคนิคของเทคโนโลยีมัลติมีเดียสำหรับการสอนวิชาใดวิชาหนึ่ง ตามรายวิชาในหลักสูตร

อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์ (2530 : 165-168) ได้เสนอหลักการเพื่อใช้เป็นแนวทางในการในการนำคอมพิวเตอร์มาใช้กับผู้เรียนเพื่อให้เกิดประสิทธิผล ดังนี้

1. ครูควรใช้คอมพิวเตอร์ ให้เหมาะสมกับขั้นตอนการเรียนรู้ โดยครูควรชี้แจงให้นักเรียนทราบถึงหัวข้อที่สำคัญ และจุดมุ่งหมายในการเรียน
2. ครูควรอธิบายด้วยวิธีการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ให้นักเรียนได้เข้าใจทุกครั้ง ก่อนที่จะลงมือเรียน
3. ครูต้องสอนวิธีการใช้เครื่องอย่างถูกวิธี และให้นักเรียนฝึกจนสามารถทำได้ เพื่อเป็นการประหยัดเวลา และถนอมเครื่อง
4. ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามและเสนอความคิดเห็นในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่นักเรียนต้องการ
5. ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนทบทวนบทเรียนหลังการเรียนการสอนตามปกติด้วย

นอกจากนี้ ฮาร์ดเลย์ (Hartley 1980, อ้างถึงใน ไชยยศ เรืองสุวรรณ ) ได้กล่าวถึงการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนคอมพิวเตอร์และครู ดังนี้ "ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนแบบทบทวนที่ใช้คำถามเป็นสิ่งเร้าผู้เรียน จะต้องปฏิบัติ กิจกรรมการเรียนการสอนด้วยการที่คอมพิวเตอร์เสนอคำถามผ่านทางจอภาพและให้ผู้เรียน ตอบสนองผ่านทางแป้นพิมพ์ โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะประเมินการตอบสนองของผู้เรียนให้ผลย้อนกลับแก่ผู้เรียน และนำข้อมูลการตอบสนองของผู้เรียนได้จากข้อมูลที่คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน เก็บไว้ในแผ่นดิสก์ จากนั้นก็จะพิจารณาเนื้อหาต่างๆ ที่ผู้เรียนได้เรียนไปแล้วว่า แต่ละหัวข้อเนื้อหาที่มีความยากง่ายเหมาะสมดีหรือไม่ แล้วจึงปรับปรุงโปรแกรม โดยพิจารณาจากผลการตอบสนองของผู้เรียนที่อาจ แสดงถึงความเข้าใจเนื้อหาในบางตอนหรือครูอาจแก้ไขลำดับเนื้อหาที่ยังไม่เหมาะสมต่อไป" และครูจะต้องปฏิบัติเมื่อใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียน การสอนแล้ว ยังมีอีกหลายอย่างที่ครู

จะต้องรับผิดชอบ เช่น การเลือกโปรแกรมที่จะนำมาใช้พิจารณาถึงความเหมาะสมของโปรแกรมกับผู้เรียน วัสดุที่ใช้สนับสนุนโปรแกรม การวางแผนจัดกลุ่มผู้เรียนเพื่อทำ กิจกรรมและการติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่บ้านของผู้เรียน (ถ้ามี) สิ่งเหล่านี้เป็นภารกิจที่ครูจะต้องปฏิบัติ เมื่อมีการใช้คอมพิวเตอร์ในชั้นเรียน นอกจากนี้ครูยังจะต้องมีความรู้และทักษะในเรื่องเทคนิคคอมพิวเตอร์ เพื่อให้สามารถแก้ปัญหาการใช้คอมพิวเตอร์ได้ในบางโอกาส สิ่งเหล่านี้ไม่ได้ลดคุณค่าและสถานภาพ ความเป็นครูลงแต่อย่างใด แต่จะช่วยเพิ่มคุณภาพของครูให้สมบูรณ์แบบครบถ้วนยิ่งขึ้น ในบางครั้ง ครูก็ต้องปฏิบัติเหมือนกับเป็นนักวิจัยด้านคอมพิวเตอร์ ช่วยการเรียนการสอนที่ใช้สิ่งต่างๆ มาจำลองเข้ากับบทบาทของตนเองในอนาคตบทบาทของครูอาจเปลี่ยนแปลงไปบ้างแต่ไม่ได้ลดคุณค่าและสถานภาพของครูลง แต่อย่างใด ในขณะที่สิ่งท้าทายความสามารถของครูในขณะนี้คือ การนำระบบข้อมูลสารสนเทศมาใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนให้มากที่สุด และสิ่งที่ท้าทายต่อไปก็คือ ครูจะต้องเป็นผู้ที่ให้คำแนะนำในการใช้คอมพิวเตอร์ค้นคว้าด้วยตนเองของผู้เรียน ให้เกิดการเรียนรู้อย่างสูงสุด

## 6. สื่อมัลติมีเดียหรือสื่อประสม (Multimedia)

ความหมายของสื่อมัลติมีเดียหรือสื่อประสม (Multimedia) สื่อประสมเป็นการนำสื่อหลายๆ ประเภทมารวมกันทั้งวัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุดในการเรียนการสอน โดยการใช้สื่อแต่ละอย่างตามลำดับขั้นตอนของเนื้อหาและในปัจจุบันมีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ร่วมด้วยเพื่อการผลิตหรือ การควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ในการเสนอข้อมูลทั้งตัวอักษร ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหวภาพถ่าย และเสียง (กิดานันท์ มะลิทอง 2543 : 267 )

คำว่า “สื่อประสม” (Multimedia) ได้เริ่มมีขึ้นในระหว่าง พ.ศ.2493 –2502 เพื่อระบุถึงการใช้ร่วมกันของสื่อในลักษณะที่นิ่งและมีการเคลื่อนไหว ในการเสริมสร้างประสิทธิภาพทางการศึกษา และได้สะท้อนถึงวิถีทางที่เรียกว่า “วิธีการสื่อประสม” (multimedia approach) หรือวิธีการใช้สื่อข้ามกัน (Cross-media approach) โดยขึ้นอยู่กับหลักการซึ่งนำเอาสื่อไฮเทคทัศน์ และประสบการณ์หลากหลายมาใช้ร่วมกับสื่อการสอนอื่นๆ เพื่อเสริมค่าซึ่งกันและกัน “สื่อมัลติมีเดีย” (multimedia) ถ้าแปลตามตัวหมายถึง “สื่อหลายแบบ” ขึ้นอยู่กับความเข้าใจของผู้ให้ความหมาย โดยในปัจจุบันบทบาทของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลมีมากขึ้น ความหมายของสื่อประสมจึงเพิ่มขึ้นจากเดิมโดยมีลักษณะเป็นไปในรูปแบบ “สื่อประสมเชิงโต้ตอบ” (Interactive Multimedia) โดยการเพิ่มปฏิสัมพันธ์ระหว่างสื่อและผู้ใช้ ความหมายของ

“สื่อประสม” ในปัจจุบันจึง หมายถึง การนำอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น เครื่องเล่น ซีดี-รอม เครื่องเสียง ระบบ ดิจิทัล เครื่องเล่นแผ่นวีดิทัศน์ และอุปกรณ์อื่น ๆ มาใช้ร่วมกันเพื่อเสนอเนื้อหาข้อมูลที่เป็นตัวอักษร ภาพกราฟิก ภาพถ่าย ภาพเคลื่อนไหวแบบวีดิทัศน์ และเสียงในระบบ สเตอริโอ โดยใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยในการผลิต การนำเสนอเนื้อหา ตลอดจนการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ตามโปรแกรมที่เขียนไว้ และผู้ใช้สามารถควบคุมให้คอมพิวเตอร์ทำงานในการตอบสนองต่อคำสั่ง และให้ป้อนข้อมูลกลับในรูปแบบต่างได้อย่างเต็มที่ ทั้งนี้ เนื้อหาในสื่อประสมจะมีลักษณะไม่เรียงลำดับเป็น เส้นตรง และไม่เป็นสิ่งพิมพ์ เนื่องจากเนื้อหาเหล่านั้น จะเป็น ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียง จากแผ่นซีดี-รอม (CD-ROM) หรือเป็นตัวอักษรจากแฟ้มคอมพิวเตอร์ ที่สามารถเชื่อมโยงถึงกันได้ตลอด และไม่จำเป็นต้องเรียงลำดับเนื้อหา เป็นลักษณะข้อความหลายมิติ (hypertext) และสื่อหลายมิติ(hypermedia)

**มัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ (Interactive Multimedia)** มัลติมีเดียโดยทั่วไปจะมีคุณสมบัติหลัก 2 ประการ คือ การควบคุมการใช้งาน และความสามารถในการปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ มัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ เป็นการเน้นให้ผู้ใช้เป็นผู้ควบคุม การนำเสนอการเลือกเส้นทางเดิน (Navigation) การโต้ตอบ การให้ความรู้ และกิจกรรมที่มีในบทเรียนวัตถุประสงค์เพื่อการเรียนการสอนในการออกแบบโปรแกรม ผู้ออกแบบเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์ บูรณาการเข้ากับแนวคิด ทฤษฎีการเรียนรู้ และจิตวิทยาการเรียนรู้ เพื่อถ่ายทอดไปยังผู้เรียน โดยที่ผู้เรียนสามารถ ควบคุมลำดับขั้นตอนการเรียนรู้ เลือกเนื้อหาการเรียน กิจกรรมการเรียนรู้ ตรวจสอบความก้าวหน้า ตลอดจนการทดสอบความรู้ด้วยตนเองซึ่งส่งผลดีต่อการเรียนรายบุคคลที่มีต่อการควบคุมกิจกรรมการเรียนรู้

**ไฮเปอร์เท็กซ์ (hypertext )** ไฮเปอร์เท็กซ์ เป็นรูปแบบหนึ่งของวิธีการการเข้าถึงข้อมูล เป็นการเชื่อมโยง (link) ข้อมูลที่เป็นคำหรือข้อความจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง ช่วยให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลที่ลึกลงไป เพื่อหาความหมาย หรือการอธิบายเพิ่มเติม โดยไม่จำกัดชั้นความลึก ซึ่งในปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้ไฮเปอร์เท็กซ์ จนกระทั่งมีโปรโตคอลพิเศษใช้ในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต คือ “World Wide Web” หรือชื่อย่อว่า WWW. โดยเรียกใช้โปรโตคอล http เพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่ไฮเปอร์เท็กซ์ ที่เป็นฐานข้อมูลขนาดใหญ่ สามารถเก็บได้ทั้ง ภาพ เสียง และตัวอักษร ที่มีโครงสร้างดัชนีแบบลำดับชั้นภูมิ สามารถเดินหน้า ถอยหลัง และการบันทึกถ่วงรอย การสืบค้น ที่นิยมสร้างในโปรแกรมต่าง ๆ ได้แก่ Macromedia Dream Weaver , Front Page เป็นต้น

**ไฮเปอร์มีเดีย (hypermedia)** ในการออกแบบมัลติมีเดีย ผู้ออกแบบต้องคิดค้นหา เทคนิควิธีการใหม่ๆ ในการนำเสนอข้อมูลที่มีภาพ เสียง และข้อความ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถ เลือกลีบค้น ศึกษาค้นคว้าข้อมูล ไฮเปอร์มีเดียจึงเป็นการกำหนดช่องทางเพื่อให้สามารถเข้าถึง แหล่งข้อมูลต่าง ๆ เหล่านั้น

ในการค้นคว้าหาความรู้ เรามีวิธีการสืบค้นได้หลายวิธี เช่น เปิดหนังสือไปที่ละหน้า หรือเปิดข้ามหน้า ความหมายของไฮเปอร์มีเดีย จึงถือได้ว่าเป็นรูปแบบการกำหนดช่องทางสืบค้น ที่เกิดขึ้นบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ทั้งหมด ระบบคอมพิวเตอร์จะได้รับการออกแบบโดยการนำผู้ใช้ ไปยังข้อมูลต่างๆ ตามต้องการขณะเดียวกันผู้ใช้สามารถควบคุมการสืบค้นผ่านปุ่มหรือส่วนต่าง ๆ ที่ได้กำหนดรูปแบบไว้

สื่อประสมสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ดังนี้

1. สื่อประสมที่นำสื่อหลายประเภทมาใช้ในการเรียนการสอน เช่น นำวีดิทัศน์ มา ประกอบการสอนการบรรยายโดยมีสื่อสิ่งพิมพ์ประกอบ หรือสื่อประสมในชุดการเรียนการสอน สื่อประสมชนิดนี้ ผู้เรียนและสื่อจะไม่มีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกัน

2. สื่อประสมที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐานในการเสนอสารสนเทศ หรือการผลิตเพื่อ เสนอข้อมูลประเภทต่าง ๆ เช่น ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ตัวอักษรและเสียงในลักษณะของสื่อ หลายมิติ โดยที่ผู้ใช้มีการโต้ตอบกับสื่อโดยตรง และสามารถใช้ได้ 2 ลักษณะ คือ

2.1 การใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐานในการเสนอสารสนเทศโดยการควบคุมอุปกรณ์ ร่วมต่างๆ ในการทำงาน เช่นควบคุมการนำเสนอภาพมัลติวิชั่น (Multi visoin) การนำเสนอรูปแบบ ของแผ่นวีดิทัศน์เชิงโต้ตอบ (Interactive video) การใช้ในลักษณะนี้คอมพิวเตอร์จะเป็น ตัวกลางในการควบคุมการทำงานของเครื่องเล่นแผ่นวีดิทัศน์ หรือเครื่องเล่น ซีดีรอม เพื่อให้ ภาพเคลื่อนไหวไปตามเนื้อหาหรือตัวอักษร

2.2 การใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐานในการผลิตเพิ่มสื่อประสม โดยการใช้โปรแกรม สำเร็จรูปต่างๆ นำเสนอเพิ่มบทเรียนที่ผลิตแล้วแก่ผู้เรียน เช่น โปรแกรม Author Ware และ Tool Book โปรแกรมสำเร็จรูปเหล่านี้จะช่วยในการผลิตเพิ่มบทเรียน ผูกอบรวม หรือการเสนองาน ในลักษณะของสื่อหลายมิติ โดยผู้ใช้เพียงแต่เปิดแฟ้มเพื่อเรียนก็จะได้อธิบายอย่างครบถ้วน ในลักษณะเชิงโต้ตอบที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถดูข้อมูลบนจอภาพได้หลายลักษณะ ทั้งภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ตัวอักษร เสียง ตลอดจนมีการเชื่อมโยงเพื่อให้ทราบข้อมูลที่มากขึ้น

บุปผชาติ ทักษิภรณ์ และคณะ (2544:15) ได้กล่าวถึงบทบาทของสื่อมัลติมีเดียไว้ 2 ลักษณะ ดังนี้

### 1. บทบาทของมัลติมีเดียเพื่อการเรียนการสอน

- 1.1 มีเป้าหมาย คือ การสอน อาจช่วยในการสอนหรือสอนเสริมก็ได้
- 1.2 ผู้เรียนใช้เรียนได้ด้วยตนเอง หรือเรียนเป็นกลุ่มย่อย 2-3 คน
- 1.3 มีวัตถุประสงค์ทั่วไปและวัตถุประสงค์เฉพาะโดยครอบคลุมทักษะความรู้ ความจำความเข้าใจ และเจตคติ ส่วนที่จะเน้นมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ โครงสร้างของเนื้อหา
- 1.4 เป็นลักษณะของการสื่อสารแบบสองทาง
- 1.5 ใช้เพื่อการเรียนการสอน แต่ไม่จำกัดว่าจะต้องอยู่ในระบบโรงเรียนเท่านั้น
- 1.6 รูปแบบการสอนจะเน้นการออกแบบการสอน การมีปฏิสัมพันธ์ การตรวจสอบความรู้ โดยประยุกต์ทฤษฎีจิตวิทยา และทฤษฎีการเรียนรู้เป็นหลัก
- 1.7 โปรแกรมได้รับการออกแบบให้ผู้เรียนเป็นตัวควบคุมกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด
- 1.8 การตรวจสอบประสิทธิภาพของสื่อ เป็นขั้นตอนสำคัญที่ต้องทำ

### 2. บทบาทของสื่อมัลติมีเดียเพื่อการนำเสนอข้อมูล

- 2.1 มีเป้าหมาย คือการนำเสนอข้อมูลเพื่อประกอบการคิด การตัดสินใจ ใช้ได้กับทุกสาขาอาชีพ
- 2.2 ผู้รับข้อมูลอาจเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อย จนถึงกลุ่มใหญ่
- 2.3 มีวัตถุประสงค์เพื่อเน้นความรู้และทัศนคติ
- 2.4 เป็นลักษณะการสื่อสารแบบทางเดียว
- 2.5 เน้นโครงสร้างและรูปแบบการให้ข้อมูลเป็นขั้นตอน ไม่ตรวจสอบความรู้ของผู้รับข้อมูล
- 2.6 โปรแกรมส่วนมากควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ หรือผู้นำเสนอ

**การใช้สื่อมัลติมีเดียในสถานศึกษา** ในสถานศึกษานั้น เทคโนโลยีด้านสื่อมัลติมีเดีย ช่วยให้การออกแบบการเรียนการสอนตอบสนองต่อแนวคิด และทฤษฎีการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น ทั้งยังส่งผลโดยตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งจากงานวิจัยที่ผ่านมาที่แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของสื่อมัลติมีเดียที่ช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นได้ โดยในปัจจุบันมีรูปแบบการจัดเก็บที่เป็น ซีดี-รอม ที่มีราคาถูก ใช้ง่าย เก็บรักษาง่าย และสะดวกต่อการทำสำเนาได้ง่าย เป็นสื่อการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองตามศักยภาพ ตามความต้องการ และความสะดวกของผู้เรียน

ซึ่งในปัจจุบันมีโปรแกรมที่ช่วยในการสร้างบทเรียน (Authoring tool) ที่ง่ายขึ้น ทำให้ผู้สอนสามารถสร้างบทเรียนที่เป็นสื่อมัลติมีเดียใช้เองได้ และที่สำคัญเป็นสื่อที่สนับสนุนให้สถานที่เรียนไม่จำกัดอยู่เพียงแต่ในห้องเรียนเท่านั้น ซึ่งผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ที่บ้าน ห้องสมุด หรือที่อื่นตามความสะดวก หรือตามความต้องการสำหรับการศึกษานับได้ว่าเป็นสื่อที่มีความคุ้มค่าในการลงทุนต่อสถานศึกษาเป็นอย่างยิ่ง

## 7. การใช้เทคนิคกลุ่มสนทนา (Focus group Discussion)

การใช้เทคนิคกลุ่มสนทนาหรือสนทนากลุ่ม (Focus group Discussion) เป็นวิธีการศึกษาที่เชิญผู้ร่วมสนทนา จำนวนไม่มากนัก มาสนทนาในประเด็นต่างๆ ที่กำหนดไว้โดยมีผู้ดำเนินการสนทนา (Moderator) เป็นผู้จุดประเด็นการสนทนา เพื่อชักจูงให้ผู้ร่วมสนทนาแสดงความคิดเห็นต่อประเด็นคำถามอย่างกว้างขวางและลึกซึ้งมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ซึ่งการแสดงความคิดเห็นนี้ จะเกิดขึ้นได้ยากในการสัมภาษณ์ โดยการที่ใช้แบบสอบถามซึ่งมีโครงสร้างและมีลักษณะเป็นทางการ จุดประสงค์ในการจัดกลุ่มสนทนามีได้เพื่อหาข้อมูลเชิงสถิติที่จะนำมาอธิบายในเชิงปริมาณ แต่เพื่อจะหาคำอธิบายในเชิงคุณภาพ ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงทัศนคติ และแบบแผนพฤติกรรมของผู้ร่วมสนทนา (สำนักงานสถิติแห่งชาติ 2541 : 2)

ประกอบ คุณารักษ์ และคณะ (2543 : 224-226) ได้กล่าวว่า เทคนิคการกลุ่มสนทนา (Focus group technique , group Discussion approach motivation reach) เทคนิคนี้พัฒนามาจากเทคนิคของนักจิตวิทยาที่ใช้ในการบำบัดรักษาคนไข้ทางจิต ด้วยการพูดคุย ชักถามปัญหา กับคนไข้ ในรูปแบบของการให้อิสระในการแสดงออกของคนไข้อย่างเต็มที่ โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะค้นพบให้ได้ว่าจะอะไรหรือสิ่งใดเป็นตัวการ หรือมีอิทธิพลทำให้คนไข้มีพฤติกรรมเช่นนั้น เทคนิคดังกล่าวนี้มักวิจัยหลายๆ สาขาเห็นว่าเป็นวิธีการที่สามารถให้คำตอบในประเด็นปัญหาของนักวิจัย จึงมีการนำเทคนิคนี้มาใช้ในการวิจัย โดยการจัดกลุ่มสนทนานั้น มีผู้วิจัยหรือผู้ดำเนินการสนทนา (group conductor) นำกลุ่มให้การสนทนาบรรลุเป้าหมายของการวิจัยเท่าที่จะเป็นไปได้จริง โดยมีหลักเกณฑ์ปฏิบัติเบื้องต้น ดังนี้

1. กลุ่มผู้เข้าร่วมสนทนา มีขนาด 6 – 10 คน (ต้องไม่เกิน 10 คน)
2. ผู้เข้าร่วมสนทนาต่างไม่เคยรู้จักกันมาก่อน
3. ผู้เข้าร่วมกลุ่มสนทนา จะต้องไม่เคยถูกสัมภาษณ์อย่างละเอียดในหัวข้อที่ใกล้เคียงกับเรื่องที่วิจัย โดยเฉพาะเรื่องที่วิจัยมาก่อน

4. หัวข้อวิจัยสนทนาเป็นลักษณะกว้างๆ ไม่ระบุเฉพาะหัวข้อ หรือคำถามที่นักวิจัยต้องการเก็บข้อมูล ให้ผู้ร่วมสนทนา รู้สึกสังเกตได้อย่างเด่นชัด (ไม่เป็นการตั้งคำถามโดยตรง อย่างเช่นการสัมภาษณ์ทั่วไป)

5. สถานที่จัดกลุ่มสนทนาจะต้องเหมาะสม กล่าวคือ เป็นเอกเทศ เฉพาะผู้เข้ากลุ่มสนทนา ไม่มีสิ่งรบกวนหรืออิทธิพลอื่น ๆ ที่ส่งผลให้เกิดการบิดเบือนข้อเท็จจริงในการสนทนา นั้น ๆ

6. ระยะเวลาที่ใช้ในการสนทนาต้องไม่นานเกินไป โดยเฉลี่ยจะอยู่ระหว่าง 1.30-2.30 ชั่วโมง

7. ผู้นำกลุ่มสนทนาจะต้องเป็นผู้มีคุณสมบัติที่เหมาะสม ที่จะสนใจให้การสนทนา บรรลุเป้าหมายการวิจัยได้เป็นอย่างดี

8. จำนวนกลุ่มสนทนามีได้มากกว่า 1 กลุ่ม ตามเงื่อนไขของปัญหาและทรัพยากรในการวิจัยนั้นๆ ทั้งนี้มีกลุ่มสนทนามากขึ้น ประโยชน์ของได้รับข้อมูลสำหรับกรณีปัญหาการวิจัยย่อมเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

### **การดำเนินการกลุ่มสนทนา**

#### ขั้นเตรียมการ

1. ดำเนินการประสานงานกับผู้เชี่ยวชาญ โดยนัดหมาย วัน เวลา และสถานที่ ในการจัดกลุ่มสนทนา

2. จัดเตรียมสถานที่ที่ใช้ดำเนินการจัดกลุ่มสนทนา และเตรียมวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการประชุม เช่น เครื่องบันทึกเสียง เครื่องบันทึกภาพวิดีโอ ฯลฯ

3. เตรียมผู้ช่วยในการจัดบันทึกเสียง และจัดบันทึกการจัดกลุ่มสนทนา

#### ขั้นดำเนินการกลุ่มสนทนา

1. ผู้วิจัยแนะนำตนเอง และแจ้งให้ผู้เข้าร่วมกลุ่มสนทนาทราบถึงวัตถุประสงค์ของการจัดกลุ่มสนทนา โดยแนะนำผู้เข้าร่วมกลุ่มสนทนาแต่ละท่าน

2. ผู้วิจัยดำเนินการกลุ่มสนทนาตามประเด็นที่กำหนดไว้จนครบทุกประเด็น และสรุปผลการสนทนาตามประเด็นที่กำหนด

3. ผู้วิจัยและผู้ช่วยผู้วิจัย ทำการบันทึกผลการจัดกลุ่มสนทนาตามความเป็นจริง

#### ขั้นปิดการจัดกลุ่มสนทนา

หลังจากการดำเนินการกลุ่มสนทนาเสร็จสิ้นเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยทำการสรุปผลการสนทนาอีกครั้ง และกล่าวขอบคุณและมอบของที่ระลึกให้ผู้เข้าร่วมกลุ่มสนทนาทุกท่าน

**คุณสมบัติของผู้นำกลุ่มสนทนาและแนวปฏิบัติ** ผู้นำกลุ่มสนทนาต้องเป็นผู้มีความสามารถและมีความชำนาญในการจูงใจ (Steering) การสนทนาให้อยู่ในขอบเขตของหัวเรื่องที่อยู่ภายใต้กรอบหรือตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยโดยมีเงื่อนไขในการดำเนินการสนทนาที่พึงปฏิบัติดังต่อไปนี้

1. ต้องกำหนดหัวข้อสนทนาที่แน่นอนและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัยไว้ล่วงหน้า ส่วนใหญ่แล้วมักเขียนเป็นเอกสารประกอบไว้ก่อน ซึ่งการเขียนไว้ล่วงหน้าไว้เช่นนี้ จะช่วยให้การสนทนาเป็นไปอย่างต่อเนื่องและครอบคลุมปัญหาของการวิจัยในเรื่องนั้นๆ ได้ครบถ้วน

2. การดำเนินการสนทนาจะเริ่มจากเรื่องกว้างๆ ที่มีส่วนเชื่อมโยง ที่มีส่วนกับความสนใจหรือความต้องการของผู้วิจัย จากนั้นจึงพยามจูงใจ (Steering) ให้ผู้เป้าหมายที่กำหนดทั้งนี้และทั้งนี้สิ่งสำคัญก็คือ ผู้นำสนทนาจะต้องไม่เสนอความคิดเห็น (Making obtrusive) และคิดว่าความเห็นของตัวเองดีหรือถูกต้องกว่าความรู้สึกรู้สึกของและความคิดเห็นของผู้ร่วมสนทนา รวมทั้งหลีกเลี่ยงการชี้แนะ (Prompting) ในหัวข้อหรือประเด็นต่างๆ เพราะอาจทำให้ผู้ร่วมสนทนาคล้อยตามโดยไม่ตัดสินใจด้วยตนเอง

3. ผู้นำกลุ่มสนทนาจะต้องตระหนักเสมอว่าตนเองมีบทบาทในฐานะผู้กระตุ้น และเร่งรัด (the role of catalyst) ให้สมาชิกในกลุ่มสนทนาได้อภิปรายแสดงความคิดเห็นในเรื่องที่ดำเนินอยู่อย่างทั่วถึง

4. ในระหว่างดำเนินการสนทนาจะต้องมีการบันทึกประเด็นสนทนาไว้อย่างละเอียด ซึ่งอาจใช้วิธีจดบันทึก (talk note) การใช้แถบบันทึกเสียง (tape record) การใช้วีดิโอ (video tape) โดยข้อมูลที่บันทึกไว้ต้องละเอียดอย่างเพียงพอและสามารถนำไปวิเคราะห์ ตีความและแปลความหมายเพื่อแสดงผลสรุปจากการสนทนาตามเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ ของเอกสารรายงานหรือรายงานปากเปล่าก็ได้

การนำเทคนิคกลุ่มสนทนา (Focus group Discussion) มาใช้ในการวิจัย เป็นวิธีการได้มาซึ่งเป็นการรวบรวมข้อมูลที่มีความถูกต้อง ชัดเจน และสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

## 8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### งานวิจัยในประเทศไทย

ศรีสกุล วิบูลย์วงศ์(2544) ได้ทำการศึกษาผลการเรียนรู้ในวิชา ส.010 ประเทศของเราจากการสอนโดยใช้แหล่งทรัพยากรชุมชนกับการสอนปกติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่ากลุ่มที่ใช้การสอนโดยใช้แหล่งทรัพยากรชุมชนมีผลการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่สอนตามปกติ ที่นัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.01 และมีความคิดเห็นต่อการนำแหล่งการเรียนรู้ในชุมชนมาใช้ใน

### การเรียนการสอนในระดับดี

มงคล ฉันทไพศาล (2002) ได้นำเสนอรูปแบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง (Virtual Reality) มาสร้างแบบจำลองเสมือนจริงสำหรับใช้ในงานก่อสร้างในช่วงการออกแบบ โดยมุ่งเน้นการศึกษาผลจากการใช้แบบจำลองเสมือนจริงในการออกแบบอาคารบนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล จากกรณีศึกษา "โครงการสร้างตึกครอบอาคารปฏิบัติการเจริญวิศวกรรม" ซึ่งเป็นอาคารที่มีข้อจำกัดในด้านการออกแบบและก่อสร้างหลายประการ งานวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นการศึกษาประโยชน์ ข้อจำกัด และแนวทางแก้ไขข้อจำกัดของการใช้แบบจำลองเสมือนจริงเป็นเครื่องมือในการสื่อสารระหว่าง การดำเนินงาน ในช่วงการออกแบบ ศึกษาผลของการใช้แบบจำลองเสมือนจริง ในการเพิ่มความสามารถในการสื่อสารระหว่างกลุ่มของผู้ออกแบบแนะนำ การพัฒนาระบบและการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองเสมือนจริงในงานก่อสร้าง และเป็นเครื่องมือในการสื่อสาร ผลงานวิจัยแสดงให้เห็นว่าการนำแบบจำลองเสมือนจริงมาประยุกต์ใช้ในช่วงการออกแบบสามารถช่วยให้ผู้ร่วมงานมองเห็นปัญหา ที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างก่อสร้างได้อย่างชัดเจน และช่วยในการสื่อสารระหว่างฝ่ายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น เนื่องจากช่วยให้ผู้ร่วมงานเข้าใจผลการออกแบบได้อย่างรวดเร็วและสามารถนำข้อมูลแบบ 3 มิติ ไปเชื่อมโยงกับการพิจารณาในประเด็นอื่น ๆ โดยได้เสนอรูปแบบการใช้เครื่องมือแบบผสมผสานซึ่งประกอบด้วยแบบจำลองเสมือนจริง แบบ 2 มิติ และภาพถ่ายแบบดิจิทัล ผลจากการประยุกต์ใช้พบว่าสามารถแก้ไขข้อจำกัดของแบบจำลองเสมือนจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

มิ่งขวัญ ทรัพย์ถาวร(2545) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบการควบคุมการเคลื่อนที่ของบทเรียนเสมือนจริงที่มีต่อความเข้าใจในวิชาชีววิทยา โดยวิธีการควบคุมแบบเคลื่อนที่แบบอิสระ และแบบจำกัด ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลปรากฏว่า การควบคุมการเคลื่อนที่ทั้ง 2 แบบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 โดยกลุ่มที่ควบคุมแบบจำกัดมีความเข้าใจการเรียนที่สูงกว่ากลุ่มที่เคลื่อนที่แบบอิสระ

ศิวนิต อรรถวุฒิกุล (2547) ศึกษาการเปรียบเทียบรูปแบบการนำทางในบทเรียนเสมือนจริงบนเว็บ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยแบ่งผู้เรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์ (Field Independent : FI) และ กลุ่มฟิลด์ ดีเพนเดนซ์ (Field Independent : FD) โดยให้แต่ละกลุ่มเรียนจากบทเรียนเสมือนจริงที่มีการนำทาง แบบค้นหาค่า (Search Box) และแบบสัญลักษณ์ (Search Icon) จากผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการคิดที่ต่างกันให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันที่นัยสำคัญทางสถิติ 0.5 และรูปแบบการนำทางที่ต่างกัน ให้ผลสัมฤทธิ์การเรียนไม่แตกต่างกัน

### งานวิจัยต่างประเทศ

โมเฮอร์และคณะ (Moher and Other 2001) ได้จำกัดการจำลองสิ่งแวดล้อมจริง ที่ถูกออกแบบผ่านหน้าจอ ให้นักเรียนได้สำรวจภูมิประเทศที่มีความสูง 3,000 ฟุต ในธรรมชาติ โดยเรียนเกี่ยวกับพืชและสิ่งมีชีวิตที่มีความแตกต่างกัน โดยให้เฝ้าสังเกตปรากฏการณ์ในสิ่งแวดล้อมเสมือน จากการเรียนรู้พบว่า นักเรียนเกรด 2 ที่สืบสวนออกมาถึงความเหมือนและความแตกต่าง นักเรียนเกรด 4 เรียนรู้เกี่ยวกับแก้ไขข้อความโดยการสอดแทรก และการประมาณค่านอกช่วงและนักเรียนเกรด 6 เรียนรู้ กฎ และการพัฒนาร่วมกัน และเรียนรู้เพื่อคาดคะเนการกระจายของพืชและสิ่งมีชีวิต

บรูซ คาเรนและแฟรงค์ (Bruce, Karen and Frank :2004) นักวิจัยของสหรัฐอเมริกา ได้ร่วมกันสร้างเว็บไซต์ความเป็นจริงเสมือนด้วยภาษา VRML ร่วมกับภาษา JAVA เพื่อออกแบบระบบนิเวศน์เสมือน 3 มิติ โดยให้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้เรียน เกรด 12 ออนไลน์เรียนแบบร่วมมือ ช่วงเวลา 1-2 ปี ในหัวข้อสวนสาธารณะออนไลน์ “Nerve Garden : a Public Terrarium in Cyberspace” โดยผู้เรียนสามารถเรียนออนไลน์จากทุกที่ เพื่อเรียนรู้ในเรื่องระบบนิเวศวิทยา เช่น พืชและแมลงชนิดต่างๆ พลังงาน ภาวะการเจริญเติบโต โดยผู้เรียนสามารถออกแบบต้นไม้ดูแลรักษาต้นไม้ของตนเอง สามารถสำรวจสวนที่เกิดขึ้นได้ทุกประการเสมือนสวนจริง มีการเปลี่ยนแปลงเพื่อทดลองผิดลองถูกในด้านต่างๆ เพื่อค้นพบความรู้ด้วยตนเอง โดยร่วมมือกันในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ และผลที่ออกมาปรากฏว่าผู้เรียนออนไลน์เข้ามาร่วมปลูกต้นไม้จำนวนมาก และสามารถควบคุม ระบบนิเวศน์ด้านต่าง ๆ ได้ แสดงให้เห็นว่าผู้ที่เข้ามาออนไลน์เกิดความเข้าใจในการเรียนรู้

เอลเลน ฟิลลิปส์ และเบรน (Alan, Phillip, and Brain : 2004) ได้ศึกษาการใช้รูปแบบความเป็นจริงเสมือนผ่านหน้าจอ ในการสอนวิชาชีววิทยา เรื่องสภาพแวดล้อมเสมือนของเซลล์ (The Virtual Cell: an Interactive Virtual Environment for Cell Biology) ที่สร้างโดยใช้ภาษาเวอเมอว์ (VRML) นำเสนอแบบออนไลน์ ที่กลุ่มผู้เรียนเป็นระดับมัธยมศึกษาตอนปลายสาขาวิทยาศาสตร์ ให้ศึกษาแบบเดี่ยว หรือแบบกลุ่มที่เป็นอิสระ โดยให้เรียนในเรื่องของโครงสร้างการทำงานของเซลล์ ในสิ่งมีชีวิต DNA ในรูปแบบ 3 มิติ ซึ่งเป็นการเรียนรู้แบบลงมือกระทำด้วยตนเอง ผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนสามารถเรียนได้เป็นอย่างดี และค้นพบความรู้ที่ซับซ้อนได้ด้วยตัวเอง โดยที่ครูไม่ต้องอธิบายรายละเอียดเพิ่มเติม

เจียง - หลิน และคณะ (Jeng - Lin and Other 2002 : 164-170) ได้ทำการศึกษาผลการวิจัยเกี่ยวกับการรับรู้ด้วยภาพเสมือนจริง โดยใช้ภาพจากสถานที่จริงพบว่าการมองภาพ

ตั้งแต่ 100 องศาขึ้นไปจนถึง 180 องศา ส่งผลให้ผู้เรียนมีความรู้สึกร่วมมีส่วนร่วมในเหตุการณ์ มีความสามารถในการจดจำเพิ่มขึ้น และมีความเพลิดเพลินในการเรียนเพิ่มขึ้นเช่นกัน

ฟุงชุน และคณะ ( Fung Chun and Orther : 2000) ได้ทำการศึกษาผลของการใช้ สิ่งแวดล้อมเสมือนที่มีต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ในวิทยาลัยครูไทนาน (National Teacher Tinan College) ภาควิชาวิทยาศาสตร์โลก (Earth Science) โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 80 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลองที่เรียนจากเว็บไซต์ด้วยภาษาเวอร์เมอว และกลุ่มควบคุมที่เรียนผ่านด้วย เว็บไซต์รูปแบบธรรมดา ในวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา ซึ่งเรียนรู้จากสภาพแวดล้อมเสมือน เกี่ยวกับ แม่น้ำ ภูเขา เมือง ด้วยภาพแบบสามมิติ การแก้ปัญหาของสิ่งแวดล้อม โดยวัดความเข้าใจ จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ปรากฏว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยกลุ่มที่ เรียนจากเว็บไซต์ด้วยภาษาเวอร์เมอว สามารถทำคะแนนสอบหลังการเรียนได้สูงกว่ากลุ่มที่เรียน ด้วยเว็บไซต์รูปแบบธรรมดา

สรุปจากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศพบว่า เมื่อนำรูปแบบ ความเสมือนจริงมาใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการเรียนรู้ในเรื่องต่าง ๆ พบว่ารูปแบบความเสมือนจริง สามารถช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น ได้รับความสนใจผู้เรียนให้ศึกษาค้นคว้าได้ด้วยตนเอง มีความสนุกสนานจากการเรียน และทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงวิจัยและพัฒนา (Research and Development) มีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดสมุทรสาคร โดยมีวิธีการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

#### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

**ประชากร** ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชายและหญิงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสมุทรสาครบูรณะ อำเภอเมืองสมุทรสาคร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสมุทรสาครที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 552 คน 12 ห้องเรียน

**กลุ่มตัวอย่าง** กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/12 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 46 คนที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 ซึ่งเป็นห้องที่ยังไม่เคยเรียน เรื่อง ป่าชายเลน โดยผู้วิจัยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Sample Random sampling) เลือกกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้การจับฉลาก

#### แบบแผนการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ซึ่งมีกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม ที่มีการวัดก่อนและหลังการทดลอง (One Group Pretest-Posttest Design) โดยทำการทดสอบก่อนการทดลอง จากนั้นทำการทดลองด้วยการให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง เรียนเนื้อหาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังทางการเรียนทันที โดยมีแบบแผนการทดลองดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แบบแผนการทดลอง

กลุ่มทดลอง	ทดสอบก่อนเรียน	ตัวแปร	ทดสอบหลังเรียน
EG :	T1	X	T2

กำหนดให้

- EG คือ กลุ่มทดลอง
- T1 คือ การทดสอบก่อนเรียน
- T2 คือ การทดสอบหลังเรียน
- X คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จัดทำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1. ประเด็นการสนทนากลุ่มเพื่อให้ได้รูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
3. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน เรื่อง ป่าชายเลน เป็นแบบทดสอบ ชนิด 4 ตัวเลือก
4. แบบสอบถามความพึงพอใจ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน

### การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน

**ขั้นตอนการดำเนินการกลุ่มสนทนา** ในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีขั้นตอนในการดำเนินการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน โดยมีลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาประเด็นความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญในด้านต่าง ๆ โดยใช้วิธีการกลุ่มสนทนา (focus group Discussion) เพื่อให้ได้รูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบภาพพาโนรามาเสมือน

จริง 360 องศา เรื่อง ปาชายเลน โดยกำหนด และคัดเลือกผู้เข้าร่วมกลุ่มสนทนาเป็นผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในด้านต่างๆ โดยทำการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 9 ท่าน ได้แก่

- 1.1 อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 คน
- 1.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อคอมพิวเตอร์และ  
ด้านการออกแบบภาพพานอรามา จำนวน 2 คน
- 1.3 ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาปาชายเลน จำนวน 2 คน
- 1.4 ปราชญ์ชาวบ้าน จำนวน 2 คน
- 1.5 ครูผู้สอนเรื่องปาชายเลนในโรงเรียนจังหวัดสมุทรสาคร จำนวน 2 คน

2. ผู้วิจัยดำเนินการกลุ่มสนทนา (Focus Group Discussion) โดยมีขั้นตอนการดำเนินการกลุ่มสนทนา ดังนี้

2.1 ผู้วิจัยศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย แบบกลุ่มสนทนา (focus group Discussion) และการวิจัยเชิงคุณภาพเพื่อกำหนดกรอบของแนวคำถามที่จะใช้ในการสนทนากลุ่ม

2.2 ประมวลข้อมูลความรู้ที่ได้จากการศึกษา กำหนดประเด็นคำถามนำการอภิปรายในการใช้กลุ่มสนทนา โดยขอคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดกลุ่มสนทนา และด้านภาษา จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content Validity) ความชัดเจน ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2543: 115-116) และหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยมีเกณฑ์พิจารณาคือ

ถ้าแน่ใจว่าสอดคล้อง	ให้คะแนน	+1
ถ้าไม่แน่ใจว่าสอดคล้อง	ให้คะแนน	0
ถ้าแน่ใจว่าไม่สอดคล้อง	ให้คะแนน	-1

โดยพิจารณาความเหมาะสมของคำถามนำกลุ่มสนทนาที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จึงจะถือว่าคำถามนำกลุ่มสนทนานั้นมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (สุมาลี จันทรชลอ 2542:126) พบว่าคำถามนำมีค่า 1.00 และนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขสำนวนภาษาของคำถามนำกลุ่มสนทนา ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

2.3 ผู้วิจัยทำเรื่องขออนุญาตหนังสือขอเชิญผู้เชี่ยวชาญ จากทางบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร เพื่อขอเชิญผู้เชี่ยวชาญด้านต่างๆ จำนวน 9 ท่าน เพื่อมาร่วมกลุ่มสนทนา

2.4 ผู้วิจัยดำเนินการจัดกลุ่มสนทนา ตามประเด็นคำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และผ่านการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญ โดยมีขั้นตอนดังนี้

2.4.1 ชั้นเตรียมการและประสานงาน ผู้วิจัยได้ติดต่อประสานงาน เชิญผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 9 คน ได้แก่อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อคอมพิวเตอร์และด้านการออกแบบภาพพาโนรามา จำนวน 2 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาป้าชายเลน จำนวน 2 คน ประชาชนชาวบ้าน จำนวน 2 คน และครูผู้สอน เรื่อง ป้าชายเลน โรงเรียนในจังหวัดสมุทรสาคร จำนวน 2 คน โดยกำหนด วัน เวลา สถานที่ และอธิบายประเด็นคำถามนำกลุ่มสนทนาไว้ล่วงหน้า หลังจากนั้นจึงได้ติดต่อประสานงานบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร เพื่อดำเนินการออกหนังสือเชิญอย่างเป็นทางการอีกครั้ง

2.4.2 ชั้นจัดเตรียมสถานที่และอุปกรณ์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการและขออนุญาตใช้สถานที่ คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา ห้อง ศษ 2124 และขอใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ Projector เครื่องบันทึกเสียง และจัดเตรียมบุคลากรสำหรับช่วยจดบันทึกข้อมูลและปฏิบัติหน้าที่อื่น ๆ ตามความจำเป็นในการสนทนากลุ่ม

2.4.3 ชั้นดำเนินการกลุ่มสนทนา ผู้วิจัยได้ดำเนินการสนทนากลุ่ม ในวันที่ 29 มิถุนายน พ.ศ.2549 ระหว่างเวลา 13.30 -15.30 น. ณ ห้องประชุม 2124 ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา โดยผู้วิจัยแนะนำตนเองพร้อมทั้งแนะนำผู้เข้าร่วมกลุ่มสนทนาทุกคน ประกอบด้วย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ 1 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อคอมพิวเตอร์และด้านการออกแบบภาพพาโนรามา 2 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาป้าชายเลน 2 คน ประชาชนชาวบ้าน 2 คน ครูผู้สอนเรื่องป้าชายเลนในโรงเรียนจังหวัดสมุทรสาคร 2 คน (รายละเอียดภาคผนวก ก)

จากนั้นผู้วิจัย ได้เริ่มสนทนาด้วยกัน โดยการพูดคุยถึงวัตถุประสงค์ของการจัดกลุ่มสนทนา และการวิจัย เพื่อสร้างความคุ้นเคยและเป็นกันเองระหว่างผู้เข้าร่วมกลุ่มสนทนาในครั้งนี้เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่เป็นกรนำภาพเสมือนจริง 360 องศา มาประกอบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยผู้วิจัยเปิดประเด็นถึงความสำคัญของป้าชายเลนจังหวัดสมุทรสาครว่า เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญของจังหวัดและเป็นพื้นที่สำหรับประกอบอาชีพประมงชายฝั่งทะเลของคนในท้องถิ่น ผู้เข้าร่วมสนทนากลุ่มได้กล่าวถึงนักเรียนระดับมัธยมว่าเป็นคนในพื้นที่เกือบทั้งหมด ผู้ปกครองส่วนใหญ่ประกอบอาชีพประมงชายฝั่งซึ่งเกี่ยวข้องกับป้าชายเลนโดยตรง วัตถุประสงค์ส่วนหนึ่งคือให้นักเรียนได้เรียนรู้ว่าพ่อแม่ของนักเรียนประกอบอาชีพกับทะเล ซึ่งมีป้าชายเลนเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ ขยายพันธุ์ อนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนให้โตและจับสัตว์น้ำขึ้นมาขายเพื่อได้เงินเลี้ยงชีพ เมื่อประมาณ 20 ปีที่แล้ว สมัยเป็นนักเรียน เมื่อกลับ

จากโรงเรียนก็ไปทะเลเพื่อจับปูทะเล “โดยการดมกลิ่นคราบปูทะเล ถ้ามีกลิ่นคาวแสดงว่าปูเพิ่งลอกคราบ ก็สามารถเอามือล้วงเข้าไปในรูเพื่อจับปู” เป็นการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากธรรมชาติ ที่จะสื่อให้นักเรียนได้รู้ว่า ความเป็นอยู่พื้นฐานที่นักเรียนอยู่ในพื้นที่ ประกอบอาชีพของการประมงชายฝั่ง โดยใช้เทคโนโลยีหลายๆ อย่างเพื่อปลูกฝังให้เด็กได้เรียนรู้สภาพความเป็นจริงของเขา

ผู้เข้าร่วมสนทนากลุ่มได้กล่าวถึงความสำคัญของการเรียนรู้ เพื่ออนุรักษ์ป่าชายเลน ประโยชน์ของระบบนิเวศ และโทษของการทำลายป่าชายเลน ทั้งนี้ผู้เข้าร่วมสนทนากลุ่มที่เป็นปราชญ์ชาวบ้าน ได้ให้ข้อมูลของป่าชายเลน จังหวัดสมุทรสาคร ว่าป่าชายเลนจังหวัดสมุทรสาครถูกคลื่นกัดเซาะหายไปในทะเลเป็นระยะทางกว่าสองกิโลเมตร จึงต้องช่วยกันหาแนวทางป้องกัน อนุรักษ์ ป่าชายเลน และมีความคิดเห็นว่ บทเรียนคอมพิวเตอร์นี้ จะมีประโยชน์สำหรับการเรียนรู้ของนักเรียนและเยาวชน ให้เห็นความสำคัญของป่าชายเลน และก่อให้เกิดจิตสำนึก ในการอนุรักษ์ป่าชายเลนต่อไป ซึ่งผู้เข้าร่วมสนทนากลุ่มได้ให้การสนับสนุนอย่างเต็มที่ เนื่องจากเป็นงานวิจัยที่มีประโยชน์

2.4.4 ขั้นตอนการจัดกลุ่มสนทนา ผู้วิจัย ได้สรุปผลข้อมูลการกลุ่มสนทนา โดยการกล่าวขอบคุณ และมอบของที่ระลึกให้กับผู้เข้าร่วมกลุ่มสนทนาทุกคน

2.5 สรุปผลการจัดกลุ่มสนทนา ในแต่ละประเด็นคำถามจากเครื่องบันทึกเสียง และข้อมูลที่ได้จากการจดบันทึก

2.6 ทำการวิเคราะห์ผลจากการสนทนากลุ่ม และนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบอีกครั้ง ผลการวิเคราะห์สรุปได้ดังนี้

**ประเด็นที่ 1** การเรียนรู้เรื่องป่าชายเลนสำหรับสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดสมุทรสาคร ท่านคิดว่าควรมีวัตถุประสงค์การเรียนรู้อะไรบ้าง

ผู้เข้าร่วมสนทนามีความคิดเห็นว่า ผู้เรียนเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นวัยที่ยังค่อนข้างเล็ก และรู้จักเรื่องเกี่ยวกับป่าชายเลนยังไม่ดีพอ เห็นควรกำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ เรื่อง ป่าชายเลน สรุปได้ดังนี้

- 1) ให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับป่าชายเลน
- 2) ให้นักเรียนรู้ว่าองค์ประกอบของป่าชายเลนประกอบไปด้วยอะไรบ้าง
- 3) ให้นักเรียนเข้าใจระบบนิเวศของป่าชายเลน
- 4) ให้นักเรียนรู้ประโยชน์ของป่าชายเลนเชิงอนุรักษ์
- 5) ให้นักเรียนรู้จักคุณค่าเชิงนิเวศของป่าชายเลน

**ประเด็นที่ 2** การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดสมุทรสาคร ท่านคิดว่าควรประกอบไปด้วยเนื้อหาอะไรบ้าง

ผู้เข้าร่วมสนทนากลุ่มมีความคิดเห็นว่า เนื้อหาที่ผู้เรียนเรียนควรมีความสัมพันธ์โดยตรงกับตัวนักเรียน โดยเฉพาะบริบทของป่าชายเลนในจังหวัดสมุทรสาคร สรุปขอบข่ายเนื้อหาได้ ดังนี้

- 1) ความหมายของป่าชายเลน และลักษณะของป่าชายเลน
- 2) ชนิดของพืชและสัตว์ต่างๆ ที่พบในป่าชายเลนและบริเวณชายฝั่งทะเล
- 3) ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต และป่าชายเลน
- 4) ลักษณะของระบบนิเวศในป่าชายเลน
- 5) ประโยชน์ของป่าชายเลน ในลักษณะเชิงอนุรักษ์
- 6) โทษของการทำลายป่าชายเลน

**ประเด็นที่ 3** ท่านคิดว่าควรใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ใดบ้างมาประกอบการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน

ผู้เข้าร่วมสนทนากลุ่มได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย แบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดสมุทรสาคร สรุปได้ดังนี้

- 1) รูปแบบการนำเสนอบทเรียน ควรให้ผู้เรียนใช้เวลาในการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ แบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน ประมาณ 40 นาที โดยมีการแบ่งการนำเสนอเนื้อหาบทเรียนออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

**ตอนที่ 1** มีความยาวประมาณ 10 นาที เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน ด้วยการนำเสนอเรื่องราวองค์ความรู้โดยรวมเกี่ยวกับป่าชายเลน โดยให้ผู้เรียนได้ชมคลิปวิดีโอเกี่ยวกับองค์ความรู้โดยรวมของป่าชายเลน เพื่อเป็นการสร้างพื้นฐาน เรื่อง ป่าชายเลน ให้กับผู้เรียน

**ตอนที่ 2** มีความยาวประมาณ 30 นาที เป็นการนำเสนอบทเรียนที่ให้ผู้เรียนได้ศึกษาบริบทของป่าชายเลนในจังหวัดสมุทรสาคร จากภาพพาโนรามา 360 องศา โดยมีการแบ่งเป็นจุดการเรียนรู้ต่างๆ ตามวัตถุประสงค์ มีการเชื่อมโยงโดยการคลิก

Hot sport เพื่อเข้าสู่จุดการเรียนรู้ต่าง ๆ ในส่วนที่เป็นองค์ความรู้ ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เรื่องราว ปาชายเลน จังหวัดสมุทรสาคร ตามลำดับเนื้อหาที่ได้กำหนดไว้ในบทเรียน

2) ภาพที่ใช้ประกอบบทเรียนเป็นภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหวที่ถ่ายทำ จากสถานที่จริงในบริเวณต่าง ๆ ในจังหวัดสมุทรสาคร และภาพเคลื่อนไหว (Animation) ที่สร้าง จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์มีแผนผังหรือแผนที่ประกอบ เพื่อให้เห็นภาพรวมของพื้นที่ปาชายเลนใน บริเวณต่าง ๆ ของจังหวัดสมุทรสาคร

**ประเด็นที่ 4** ท่านคิดว่ารูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบ ภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ปาชายเลน สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 จังหวัดสมุทรสาคร ควรมีลักษณะการนำเสนออย่างไรบ้าง

ผู้เข้าร่วมสนทนากลุ่มมีความเห็นเกี่ยวกับการใช้โปรแกรมในการสร้าง และ นำเสนอบทเรียน สรุปผลได้ดังนี้

1) โปรแกรมสำหรับการพัฒนาบทเรียน ควรใช้โปรแกรม Author ware หรือ โปรแกรม Dream weaver เป็นโปรแกรมหลักในการนำเสนอบทเรียน เนื่องจากสามารถ ประยุกต์ใช้ร่วมกับโปรแกรมอื่น ๆ ได้หลายโปรแกรม

2) โปรแกรมที่ใช้สำหรับการนำเสนอภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา ควรเลือกใช้โปรแกรมที่สามารถนำเสนอร่วมกับโปรแกรม Author ware และโปรแกรม Dream weaver ได้ เช่น โปรแกรม Realviz Stitcher , 360 Degree of freedom หรือ Ulead Cool 360 ที่ใช้สำหรับนำเสนอภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา โดยสามารถ Zoom in เพื่อดูภาพระยะใกล้ หรือ Zoom out เพื่อดูภาพมุมกว้างได้

3) โปรแกรมสำหรับตกแต่งภาพถ่ายจากกล้องดิจิทัล เพื่อให้ภาพที่นำมา เชื่อมโยงกันมีความกลมกลืน มีความสมจริง ควรใช้โปรแกรม Photoshop เป็นโปรแกรมสำหรับ ตกแต่งภาพ

4) โปรแกรมประยุกต์อื่น ๆ ที่สามารถนำมาใช้ในการสร้างภาพเคลื่อนไหว (Animation) ประกอบการนำเสนอบทเรียน และสร้างความสนใจต่อผู้เรียน เช่น Flash , Swish Max

**ประเด็นที่ 5** การเรียนรู้เรื่อง “ปาชายเลน” ผ่านบทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา ท่านคิดว่าควรมีวิธีการวัดผลและประเมินผล อย่างไร

ผู้เข้าร่วมสนทนากลุ่มได้ให้ความคิดเห็นว่า การประเมินผลการเรียนรู้ เรื่อง ปาชายเลน ด้วยภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 นั้น

เป็นการวัดความรู้ความเข้าใจ จากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน มากกว่าการวัดความคิดเห็น จึงควรใช้วิธีการประเมินผลด้วยรูปแบบตัวเลือก (Multiple Choice)

จากแนวคิดในการออกแบบ บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดสมุทรสาคร ผู้เชี่ยวชาญได้ให้แนวทางไว้จากเทคนิคกลุ่มสนทนา การใช้โปรแกรมในการสร้างและการนำเสนอ บทเรียน ตลอดจนวิธีการประเมินผลผู้เรียน สามารถสรุปรายละเอียด ได้ดังรายละเอียดในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการจัดกลุ่มสนทนาเกี่ยวกับรูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน

การนำเสนอ	เวลา	รูปแบบ/โปรแกรมที่ใช้
ตอนที่ 1	ประมาณ 10 นาที	- ให้อู Clip VDO องค์ความรู้รวมเกี่ยวกับป่าชายเลน จังหวัดสมุทรสาคร
ตอนที่ 2	ประมาณ 30 นาที	- โปรแกรมหลักที่ใช้ในการนำเสนอ ได้แก่ Authorware หรือ Dreamweaver - โปรแกรมที่ใช้นำเสนอภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา ได้แก่ Realviz Sticher , 360 Degree of freedom - โปรแกรมที่ใช้ในการตกแต่งภาพ ได้แก่ Photoshop - โปรแกรมที่นำมาใช้สร้างภาพ Animation ได้แก่ Flash , Swish Max - วิธีการวัดและประเมินผล ควรใช้รูปแบบ Multiple Choice

ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน

1. ทำการเขียนแผนโครงเรื่อง (Storyboard) และบทเรียน ในส่วนของการ

ออกแบบกราฟิก การนำเสนอเนื้อหา ตลอดจนองค์ประกอบภาพตามทฤษฎี และงานวิจัยที่ได้ค้นคว้าตามรูปแบบที่ได้จากกลุ่มสนทนาและคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยทำการศึกษาวิธีการเขียนแผนโครงเรื่องจากหนังสือ และตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หลังจากนั้น ได้ลงมือเขียนแผนโครงเรื่อง (Storyboard) เสร็จแล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องด้านการออกแบบ และด้านเนื้อหา หลังจากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ จนได้แผนโครงเรื่อง (Storyboard) ที่สมบูรณ์

2. จากนั้นนำแผนโครงเรื่อง (Storyboard) ที่ผ่านการตรวจสอบมาปรับปรุงแก้ไขแล้ว มาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน จังหวัดสมุทรสาคร

3. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่สร้างเสร็จแล้ว ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ จำนวน 3 ท่าน และด้านเนื้อหาป่าชายเลน จำนวน 3 ท่าน ประเมินประสิทธิภาพตามแบบประเมินที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น ผลการประเมินพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่องป่าชายเลน ด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดี ( $\bar{x}=4.08$  S.D.=0.66) และด้านสื่ออยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{x}=4.64$  S.D.=0.47) (รายละเอียด หน้า 121-122) และนำข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์มาปรับปรุงแก้ไข บทเรียนคอมพิวเตอร์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น และให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบอีกครั้ง

4. หลังจากปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้ว นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่อง ป่าชายเลน มาทดสอบหาประสิทธิภาพทั้ง 3 ขั้นตอน ตามเกณฑ์ 80/80 กับนักเรียนที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างตามขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง	จำนวน 3 คน
ขั้นตอนที่ 2 ทดลองกับกลุ่มย่อย	จำนวน 9 คน
ขั้นตอนที่ 3 ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มทดลอง	จำนวน 30 คน

### ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน ตามขั้นตอนที่ได้กำหนดไว้ โดยนำไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสมุทรสาครบูรณะ อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร แบบหนึ่งต่อหนึ่ง ทดลองกลุ่มย่อย และทดลองกลุ่มตัวอย่างกลุ่มทดลอง เรียงตามลำดับ สรุปผลได้ดังนี้

### ขั้นตอนที่ 1 ขั้นทดลองกับกลุ่มตัวอย่างแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One-on-One tryout)

นำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา ไปทดลองกับนักเรียนที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน เป็นนักเรียนกลุ่มเก่ง ปานกลาง และอ่อน กลุ่มละ 3 คน โดยพิจารณาจากผลเกรดเฉลี่ยในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2549 จากนั้นนำข้อเสนอแนะและข้อบกพร่องของโปรแกรมที่ได้ มาปรับปรุงแก้ไข โดยกำหนดเกณฑ์ 60/60 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ปรากฏดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงผลการทดลองหาประสิทธิภาพ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน ขั้นทดลองกับกลุ่มตัวอย่างแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One To One tryout)

การทดลอง	คะแนนเฉลี่ย		ประสิทธิภาพ
	$E_1$	$E_2$	$E_1 / E_2$
แบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One To One tryout)	61.10	66.66	61.10/66.66

จากตารางที่ 8 พบว่าผลการวิเคราะห์ข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างที่เข้ารับการทดลอง แบบหนึ่งต่อหนึ่ง ปรากฏว่าผลประสิทธิภาพของคะแนนซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละในการปฏิบัติกิจกรรมระหว่างการเรียนด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์แบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา ( $E_1$ ) มีค่าเท่ากับ 61.10 และผลประสิทธิภาพของคะแนนซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละในการทำแบบทดสอบหลังการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ ( $E_2$ ) มีค่าเท่ากับ 66.66 แสดงว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์แบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน เมื่อนำไปทดลองใช้กับผู้เรียนที่เป็นตัวแทนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน มีประสิทธิภาพ 61.10 / 66.66 ซึ่งผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความพึงพอใจจากแบบสอบถาม ที่ผู้เข้ารับการทดลองได้เสนอแนะว่าข้อความบรรยายเนื้อหาบางตอนไม่ชัดเจน มีความละเอียดน้อย ทำให้การศึกษบทเรียนไม่ต่อเนื่อง ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะให้ข้อความบรรยายมีความชัดเจนและมีขนาดใหญ่มากขึ้นกว่าเดิม

### ขั้นตอนที่ 2 ขั้นทดลองกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มย่อย (Small Group tryout) ได้นำ

บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา ไปทดลองกับนักเรียนที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 9 คน เป็นนักเรียนกลุ่มเก่ง ปานกลาง และอ่อน กลุ่มละ 3 คน โดยพิจารณาจากผลเกรดเฉลี่ยในวิชาวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2549 จากนั้น

นำข้อเสนอแนะและข้อบกพร่องของโปรแกรมที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขโดยกำหนดเกณฑ์ 70/70 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แสดงผลการทดลองหาประสิทธิภาพ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน ชั้นทดลองกับกลุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มย่อย (Small Group tryout)

การทดลอง	คะแนนเฉลี่ย		ประสิทธิภาพ
	$E_1$	$E_2$	$E_1 / E_2$
แบบกลุ่มเล็ก (Small Group tryout)	71.85	80.00	71.85/80.00

จากตารางที่ 9 พบว่าผลการวิเคราะห์ข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างที่เข้ารับการทดลองแบบกลุ่มย่อย ปรากฏว่าผลประสิทธิภาพของคะแนนซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละในการปฏิบัติกิจกรรมระหว่างการเรียนด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์แบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา ( $E_1$ ) มีค่าเท่ากับ 71.85 และผลประสิทธิภาพของคะแนนซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละในการทำแบบทดสอบหลังการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ ( $E_2$ ) มีค่าเท่ากับ 80.00 แสดงว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์แบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน เมื่อนำไปทดลองใช้กับผู้เรียนที่เป็นตัวแทนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 9 คน มีประสิทธิภาพ 71.85/80.00 ซึ่งผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความพึงพอใจจากแบบสอบถามที่ผู้เข้ารับการทดลองได้เสนอแนะว่าเสียงดนตรีประกอบในจุดการเรียนรู้ที่ 3 หน้าที่ 2 มีเสียงดังเกินไป ทำให้รบกวนการฟังเสียงบรรยายเนื้อหา ผู้วิจัยจึงได้ทำการปรับปรุงแก้ไขให้เสียงดนตรีประกอบบทเรียนในจุดการเรียนรู้ที่ 3 หน้าที่ 5 และจุดการเรียนรู้อื่นๆ ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นให้เบาลง อยู่ในระดับที่ไม่เป็นการรบกวนการฟังเสียงบรรยายเนื้อหา

**ขั้นตอนที่ 3** ชั้นทดลองกับกลุ่มตัวอย่างทดลองสื่อ (Field Tryout) นำบทเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วจากขั้นตอนที่ 2 ใช้ทดสอบกับนักเรียนที่มีคุณสมบัติ ใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน เป็นนักเรียนกลุ่มเก่ง ปานกลาง และอ่อน อย่างละ 10 คน โดยมีขั้นตอนในการปฏิบัติเช่นเดียวกับการทดลองจริง จากนั้นนำข้อเสนอแนะและข้อบกพร่องของโปรแกรมที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และพร้อมที่จะนำไปใช้ในการทดลองจริงต่อไป ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ปรากฏดังตารางที่ 10

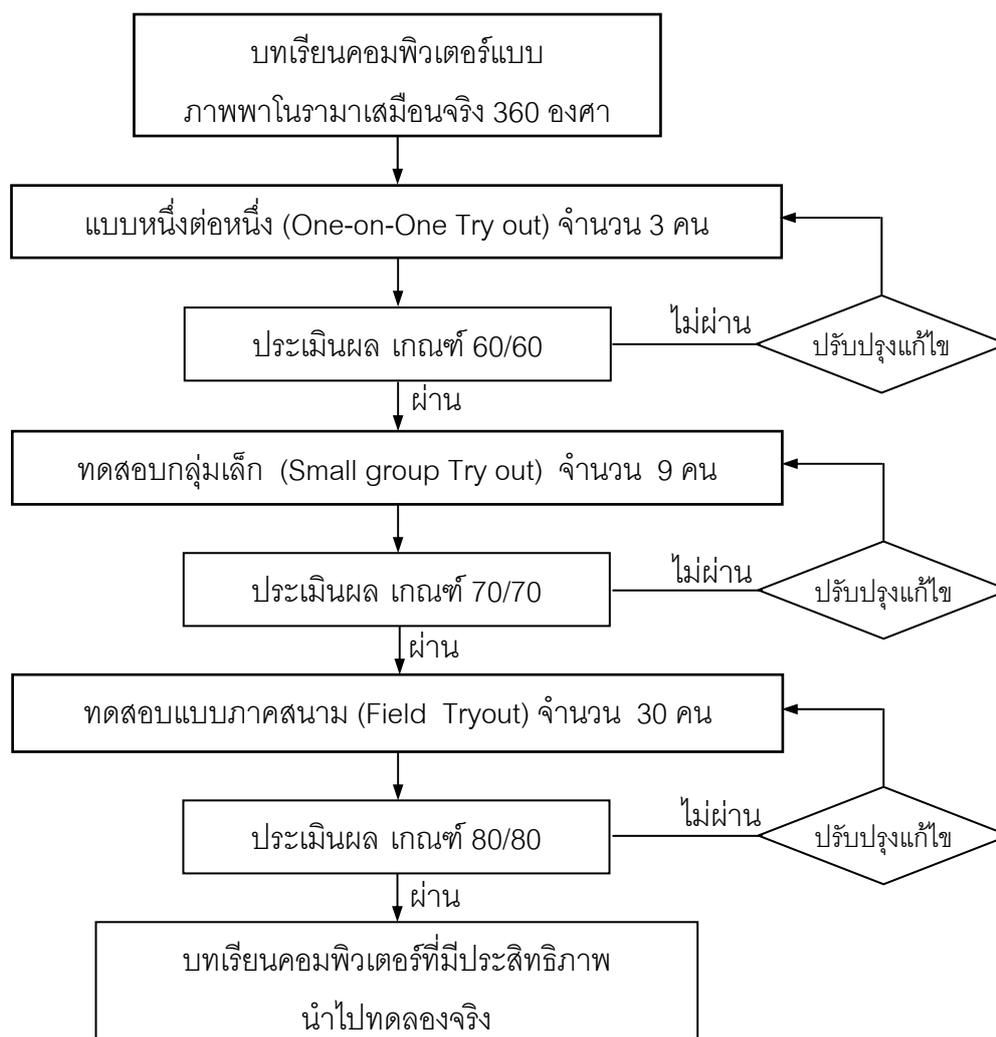
ตารางที่ 10 แสดงผลการทดลองหาประสิทธิภาพ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบ ภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน ชั้นทดลองกับกลุ่ม ตัวอย่างทดลองสื่อ (Field Tryout)

การทดลอง	คะแนนเฉลี่ย		ประสิทธิภาพ
	$E_1$	$E_2$	$E_1 / E_2$
กลุ่มตัวอย่างทดลองสื่อ (Field Tryout)	80.62	86.54	80.62/86.54

จากตารางที่ 10 พบว่าผลการวิเคราะห์ข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง ที่เข้ารับการทดลองกับ กลุ่มตัวอย่างทดลองสื่อ (Field Tryout) ปรากฏว่าผลประสิทธิภาพของคะแนนซึ่งเป็นค่าเฉลี่ย ร้อยละในการปฏิบัติกิจกรรมระหว่างการเรียนด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์แบบภาพพาโนรามา เสมือนจริง 360 องศา ( $E_1$ ) มีค่าเท่ากับ 80.62 และผลประสิทธิภาพของคะแนนซึ่งเป็นค่าเฉลี่ย ร้อยละในการทำแบบทดสอบหลังการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ ( $E_2$ ) มีค่าเท่ากับ 86.54 แสดงว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์แบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน เมื่อนำไปทดลองใช้กับผู้เรียนที่เป็นตัวแทนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน มีประสิทธิภาพ 80.62/86.54 ซึ่งมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ตามที่ตั้งไว้



แผนภาพที่ 9 ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน



แผนภาพที่ 10 ขั้นตอนการพัฒนาหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา

### การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบที่นำมาใช้ในการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพ ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยมีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร เนื้อหา และวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในการสร้างแบบทดสอบ โดยทำการวิเคราะห์หลักสูตรและวิเคราะห์เนื้อหา จากนั้นจึงกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และรายละเอียด เรื่อง ป่าชายเลน จังหวัดสมุทรสาคร ที่ได้แนวจากการจัดกลุ่มสนทนาโดยการศึกษาจากเอกสาร ตำราวิชาการ

2. ดำเนินการสร้างแบบทดสอบตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ได้จากการสนทนากลุ่ม โดยสร้างเป็นแบบข้อคำถามในการทดสอบชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก และมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว จำนวน 62 ข้อ

3. นำแบบทดสอบที่ได้เสนอผู้เชี่ยวชาญด้านภาษา และอาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ความเหมาะสมของภาษา เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหา และจุดประสงค์ (Index of Item Objective Congruence : IOC) ที่มีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป โดยโดยมีเกณฑ์พิจารณา ดังนี้

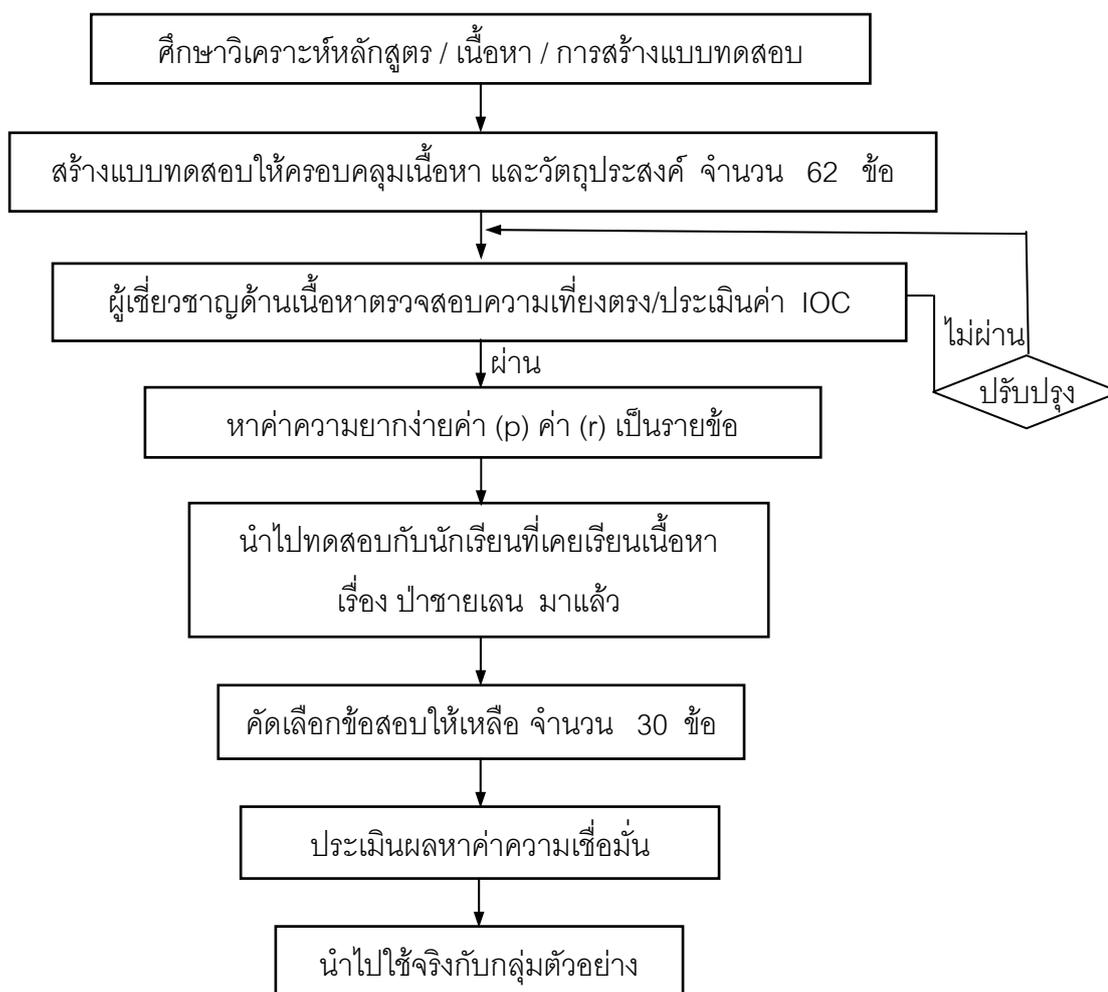
ถ้าแน่ใจว่าสอดคล้อง	ให้คะแนน	+1
ถ้าไม่แน่ใจว่าสอดคล้อง	ให้คะแนน	0
ถ้าแน่ใจว่าไม่สอดคล้อง	ให้คะแนน	-1

4. นำแบบทดสอบที่ผ่านการประเมินค่า IOC จากผู้เชี่ยวชาญแล้วมาวิเคราะห์พบว่าแบบทดสอบของผู้วิจัยที่ผ่านการคัดเลือกมีค่า 1.00 และดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นจึงนำไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับเดียวกับ กลุ่มตัวอย่างที่เคยเรียนเรื่องปาชายเลนมาแล้ว เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสมุทรสาครบูรณะ จำนวน 40 คน เพื่อตรวจสอบหาค่าความยาก-ง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยมีค่าระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก 0.20 ขึ้นไปมาเป็นแบบทดสอบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน โดยทำการประเมินหาค่าแบบทดสอบเมื่อวันที่ 29 พฤศจิกายน 2550 เวลา 09.00-10.00 น. ณ ห้องเรียนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2

5. นำผลการประเมินแบบทดสอบมาวิเคราะห์ เพื่อคัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ พบว่าข้อสอบที่คัดเลือกมีค่าความยาก-ง่าย (p) ระหว่าง 0.23-0.78 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.94 มาเป็นแบบทดสอบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน

6. นำแบบทดสอบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder- Richardson) KR-20 (อ้างถึงใน พงษ์รัตน์ ทวีรัตน์ 2540 :123) ผลการวิเคราะห์พบว่าแบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่น 0.76

7. นำแบบทดสอบที่ผ่านขั้นตอนการหาประสิทธิภาพ จำนวน 30 ข้อ ไปใช้เป็นแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ในการทดลองจริง



แผนภาพที่ 11 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ

ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบภาพนิ่งและภาพด้วยภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน ซึ่งรูปแบบคำถามเป็นแบบมาตราส่วน (Rating scale) จำนวน 12 ข้อ โดยมีเกณฑ์ในการให้คะแนนตามหลักการของ ลิเคอร์ท (Likert) ดังนี้

- |   |         |  |
|---|---------|--|
| 5 | หมายถึง | นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับที่ดีมากที่สุด |
| 4 | หมายถึง | นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมาก            |
| 3 | หมายถึง | นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับปานกลาง        |
| 2 | หมายถึง | นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับน้อย           |
| 1 | หมายถึง | นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด     |

### ขั้นตอนในการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจมี ดังนี้

1. ศึกษาวิธีการสร้างคำถามจากเอกสารตำรา และจากแบบสอบถามที่ผู้วิจัยท่านอื่น ๆ สร้างขึ้น รวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์เสมือนจริงตามหลักการของลิเคิร์ต (Likert , อ้างถึงในพวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2543 : 107-108)
3. นำข้อคำถามที่สร้างเสร็จแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาและภาษา (IOC )
4. ปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ
5. นำแบบสอบถามไปตรวจสอบความเหมาะสมของภาษากับกลุ่มเป้าหมาย ที่เป็นตัวแทนกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 30 คน เพื่อปรับภาษา
6. นำแบบสอบถามที่ผ่านขั้นตอนทั้งหมดไปใช้จริง ดังแผนภาพที่ 12

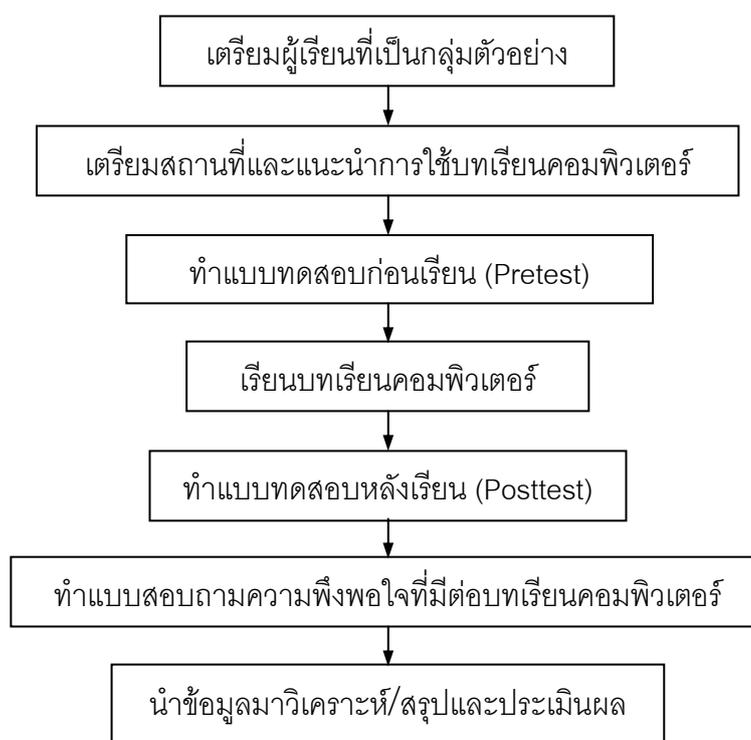


แผนภาพที่ 12 การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์  
มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน

### การดำเนินการทดลอง

การดำเนินการทดลองมีขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. จัดเตรียมกลุ่มตัวอย่าง โดยทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ยังไม่เคยเรียนเนื้อหาเรื่องปาชายเลน 1 ห้องเรียน จำนวน 46 คน เพื่อทำการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่องปาชายเลน
2. เตรียมสถานที่และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ คือห้องคอมพิวเตอร์โรงเรียนสมุทรสาครบูรณะ ที่ได้ติดตั้งบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา จำนวน 46 เครื่อง โดยให้นักเรียนได้เรียนคอมพิวเตอร์ระบบมัลติมีเดีย 1 เครื่องต่อ 1 คน
3. ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest)
4. ให้นักเรียนเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ปาชายเลน จังหวัดสมุทรสาคร
5. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest)
6. ให้ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจ ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ แบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ปาชายเลน
7. วิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล



แผนภาพที่ 13 ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง

### การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐานโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับการหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน ใช้สถิติในการคำนวณแต่ละส่วน ดังนี้

1. การวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน และหลังเรียน จากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา ทำการวิเคราะห์โดยใช้สถิติ t-test dependent ในการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนสองกลุ่มสัมพันธ์กันโดยเกิดจากกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียวทำคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน

### สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. การหาค่าสถิติพื้นฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้ค่าเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ (วิเชียร เกตุสิงห์ 2530 : 79) โดยคำนวณจากสูตร ดังนี้

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

- เมื่อกำหนดให้
- |           |                         |
|-----------|-------------------------|
| $\bar{x}$ | = ค่าเฉลี่ยเลขคณิต      |
| $\sum x$  | = ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด |
| $n$       | = จำนวนนักเรียน         |

2. การวิเคราะห์หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน โดยใช้สูตร ดังนี้

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

- เมื่อกำหนดให้
- |            |                                   |
|------------|-----------------------------------|
| $S.D.$     | = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน    |
| $\sum x$   | = ผลรวมของคะแนนทั้งหมด            |
| $\sum x^2$ | = ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง |
| $n$        | = จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง    |

3. การคำนวณหาค่าระดับความยากง่าย (Level of Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (บุญชม ศรีสะอาด 2535 : 81) โดยคำนวณจากสูตร

$$p = \frac{Ru - Rl}{2f}$$

$$r = \frac{Ru - Rl}{f}$$

เมื่อกำหนดให้	$P$	=	ระดับความยากง่าย
	$r$	=	อำนาจจำแนก
	$Ru$	=	จำนวนคนกลุ่มสูงที่ตอบถูก
	$Rl$	=	จำนวนคนกลุ่มต่ำที่ตอบถูก
	$f$	=	จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

4. การวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ โดยใช้สูตร IOC (Index of Objective Congruency)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

IOC = ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$  = ผลรวมคะแนนความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาวิชาทั้งหมด

$N$  = จำนวนผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาวิชา

5. การหาความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร KR 20 ของ คูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson อ้างถึงใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2538 : 198) ใช้สูตร ดังนี้

$$r_u = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{s_i^2} \right\}$$

เมื่อกำหนดให้  $n$  = จำนวนข้อของเครื่องมือวัด

- $P$  = สัดส่วนของผู้ทำได้ในข้อหนึ่งๆ นั้น คือสัดส่วน  
 ของคนทำถูกกับคนทั้งหมด  
 $q$  = สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ หรือ  $1-P$   
 $s_t^2$  = คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือฉบับนั้น

6. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐานโดยใช้การวิเคราะห์โดยใช้สถิติ t-test dependent

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

- เมื่อกำหนดให้  $\sum D$  = คือผลรวมค่าความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่  
 $(\sum D)^2$  = ผลรวมค่าความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่ยกกำลังสอง  
 $n$  = จำนวนผู้เรียน  
 โดยมี  $df = n-1$

7. การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์โดยใช้สูตร ดังนี้

$$E = E_1 : E_2$$

- เมื่อกำหนดให้  $E_1$  = การประเมินพฤติกรรมต่อเนื่องของการกระทำกิจกรรมหรือ  
 ความรู้ที่เกิดขึ้นระหว่างเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์  
 $E_2$  = การประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้ายโดยพิจารณาจาก  
 คะแนนสอบหลังการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์

โดย  $E_1 = \frac{\sum X}{\frac{N}{A}} \times 100$

$\sum x$  = คะแนนรวมของผู้เรียนจากการการกระทำกิจกรรมหรือ  
 ความรู้ที่เกิดขึ้นระหว่างเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์

$A$  = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

$N$  = จำนวนผู้เรียน

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

$\sum F$  = คะแนนรวมของผลลัพธ์ระหว่างเรียน

$B$  = คะแนนเต็มของการสอบ

$N$  = จำนวนผู้เรียน

8. การศึกษาแบบสอบถามความพึงพอใจ ของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น วิเคราะห์ โดยหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำมาแปลความหมาย ตามค่าระดับของเบสท์ (Best 1981 : 184) โดยคำนวณจากสูตร ดังนี้

$4.50 \leq \bar{X} \leq 5.00$  แปลความหมายว่า นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับ ที่มากที่สุดต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์

$3.50 \leq \bar{X} \leq 4.49$  แปลความหมายว่า นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับ ที่มากต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์

$2.50 \leq \bar{X} \leq 3.49$  แปลความหมายว่า นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับ ปานกลางต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์

$1.50 \leq \bar{X} \leq 2.49$  แปลความหมายว่า นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับ น้อยต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์

$1.00 \leq \bar{X} \leq 1.49$  แปลความหมายว่า นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับ น้อยที่สุดต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัย เรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดสมุทรสาคร

ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

**ตอนที่ 1** การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่าง ก่อน และหลังการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดสมุทรสาคร

**ตอนที่ 2** การวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดสมุทรสาคร

**ตอนที่ 1** การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง เรื่อง ป่าชายเลน

ผลจากการทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง ป่าชายเลน จากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสมุทรสาครบูรณะ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ก่อนและหลังการเรียน จำนวน 46 คน

ตารางที่ 11 แสดงการวิเคราะห์การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน

การทดสอบวัดผล การเรียนรู้	N	คะแนน เต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t
ก่อนเรียน (Pretest)	46	30	21.61	2.83	13.12*
หลังเรียน (Posttest)	46	30	27.33	2.47	

\*P<0.05

จากตารางที่ 11 พบว่า คะแนนผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 46 คน ก่อนและหลังการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน โดยค่าเฉลี่ยคะแนนผลการเรียนรู้ของผู้เรียนหลังการเรียนรู้ ( $\bar{X} = 27.33$ , S.D.=2.47) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ( $\bar{X} = 21.61$ , S.D.=2.83) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน และคะแนนหลังเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน

ผลจากการให้ผู้เรียนตอบแบบสอบถามความพึงพอใจ ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน จำนวน 46 คน ดังรายละเอียดในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 แสดงความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน

ข้อ	รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ					$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
		5	4	3	2	1			
1	<b>ด้านเนื้อหา</b>								
1.1	เนื้อหาเข้าใจง่าย	33 71.70%	11 19.10%	2 2.61%	- -	- -	4.67	0.56	มากที่สุด
1.2	เนื้อหาที่น่าสนใจ	33 71.70%	10 17.40%	3 3.91%	- -	- -	4.65	0.60	มากที่สุด
1.3	เนื้อหาที่มีประโยชน์	40 87.00%	6 10.40%	- -	- -	- -	4.87	0.34	มากที่สุด
2	<b>ด้านภาพและตัวอักษร</b>								
2.1	ภาพชัดเจน น่าสนใจ	30 65.20%	12 20.90%	3 3.91%	1 0.87%	- -	4.54	0.72	มากที่สุด
2.2	ภาพประกอบสวยงาม เหมาะสมสอดคล้องเนื้อหา	29 63.00%	14 24.30%	3 3.91%	- -	- -	4.57	0.62	มากที่สุด
2.3	ตัวอักษรอ่านง่าย ชัดเจน	29 63.00%	16 27.80%	- -	1 0.87%	- -	4.59	0.62	มากที่สุด
2.4	รูปแบบตัวอักษรเหมาะสม	34 73.90%	11 19.10%	1 1.30%	- -	- -	4.72	0.50	มากที่สุด

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ					$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
		5	4	3	2	1			
3	<b>ด้านการนำเสนอบทเรียน</b>								
3.1	ผู้เรียนเลือกบทเรียนได้ตาม ความสนใจ	33 71.70%	10 17.40%	2 2.61%	1 0.87%	-	4.63	0.68	มากที่สุด
3.2	ความเหมาะสมของเวลาใน การใช้บทเรียน	24 52.20%	19 33.00%	3 3.91%	-	-	4.46	0.62	มาก
4	<b>ภาพรวมของบทเรียน คอมพิวเตอร์</b>								
4.1	หลังจากเรียนด้วยบทเรียน คอมพิวเตอร์แล้ว นักเรียนมี ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ ป้าชายเลน เพิ่มขึ้น	32 69.60%	13 22.60%	1 1.30%	-	-	4.67	0.52	มากที่สุด
4.2	บทเรียนคอมพิวเตอร์ ทำให้ นักเรียนมีความสนุกสนาน กับการเรียนรู้	28 60.90%	15 26.10%	3 3.91%	-	-	4.54	0.62	มากที่สุด
4.3	โดยภาพรวมนักเรียนคิดว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มี คุณค่าในระดับใด	28 60.90%	17 29.60%	1 1.30%	-	-	4.59	0.54	มากที่สุด
	<b>รวมทั้งหมด</b>	<b>67.57%</b>	<b>22.31%</b>	<b>2.87%</b>	<b>0.01%</b>	<b>-</b>	<b>4.62</b>	<b>0.57</b>	<b>มากที่สุด</b>

จากตารางที่ 12 พบว่าความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป้าชายเลน อยู่ในระดับมากที่สุด และมาก โดยภาพรวมอยู่ระดับเหมาะสมมากที่สุด ( $\bar{X}=4.62$ , S.D.=0.36) เมื่อนำมาพิจารณารายข้อ พบว่าทุกข้ออยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด และข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 3 ลำดับแรก คือ 1) เนื้อหา มีประโยชน์ ( $\bar{X}=4.87$ , S.D.= 0.34) 2) รูปแบบตัวอักษรเหมาะสม ( $\bar{X}=4.72$ , S.D.= 0.50) หลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์แล้ว 3) นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับป้าชายเลนเพิ่มขึ้น ( $\bar{X}=4.67$ , S.D.= 0.52) สำหรับความคิดเห็นที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ ข้อ 3.2 ความเหมาะสมของเวลาในการใช้บทเรียน ซึ่งมีความเหมาะสมในระดับมาก ( $\bar{X}=4.46$ , S.D.= 0.62)

ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์จากคำถามปลายเปิด  
สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ทำให้ผู้เรียนสนใจเรียนมากขึ้น
2. เป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน

## บทที่ 5

### สรุปผล การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสมุทรสาครบูรณะ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 1 ห้องเรียนใช้วิธีการสุ่มแบบสุ่มอย่างง่าย ( Sample Random sampling)

#### การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียน ก่อนและหลังเรียนของผู้เรียนที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย แบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน
3. เพื่อศึกษาระดับความพึงพอใจของนักเรียน ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา

#### ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน
2. ตัวแปรตาม (Dependent Variable)
  - 2.1 ผลสัมฤทธิ์จากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน
  - 2.2 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน

#### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสมุทรสาครบูรณะ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสมุทรสาคร ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 552 คน 12 ห้องเรียน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/12 จำนวน 1 ห้องเรียน (จำนวน 46 คน) ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 ซึ่งเป็นห้องที่ยังไม่เคยเรียน เรื่อง ปาชาายเลน โดยผู้วิจัยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Sample Random sampling) เลือกกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้การจับฉลาก

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ปาชาายเลน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพเท่ากับ  $80.62/86.54$  ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด  $80/80$

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน (pretest) และหลังเรียน (posttest) เรื่อง ปาชาายเลน ประกอบด้วยข้อคำถามชนิดปรนัยแบบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง  $0.23-0.78$  ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง  $0.20 - 0.94$  และค่าความเชื่อมั่น (KR 20) เท่ากับ  $0.76$

3. แบบสอบถามความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ปาชาายเลน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นมาตรฐานประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 12 ข้อ ที่ผ่านการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ  $1.00$

### สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ปาชาายเลน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดสมุทรสาคร ตามเกณฑ์  $80/80$  โดยใช้สูตร  $E_1/E_2$

2. วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ปาชาายเลน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดสมุทรสาคร เป็นค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติ t-test แบบ dependent

3. การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ปาชาายเลน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดสมุทรสาคร เป็นค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ )

### สรุปผลการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง

360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดสมุทรสาคร

1. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.62/86.54 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยค่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน ( $\bar{X} = 27.33$ , S.D.=2.47) สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน ( $\bar{X} = 21.61$ , S.D.=2.83) และค่า t ที่คำนวณได้ ( $t=13.12$ ) มีค่ามากกว่าค่าวิกฤติที่กำหนดไว้ สรุปได้ว่า คะแนนหลังการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.62$ )

### การอภิปรายผล

1. การหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย แบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน ในขั้นหาประสิทธิภาพกับกลุ่มตัวอย่าง พบว่า บทเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 80.62 / 86.54 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80 สอดคล้องกับงานวิจัยของโกมล ชัยธัมมาวุธ (2546 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง สิ่งแวดล้อมศึกษา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 44 คน จากการสุ่มอย่างง่าย ผลการวิจัยพบว่า มีประสิทธิภาพ 90.63/86.48 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ตามสมมติฐาน ชีระ ดิษยรัตน์(2547 : 55) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง โลกและดวงดาว ผลการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเท่ากับ 89.13/86.67 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 รักศักดิ์ เลิศคงคาทิพย์ (2543 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยการพัฒนาระบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ป่าชายเลน สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ภาควิชามานุษยวิทยา มหาวิทยาลัยศิลปากร ภาควิชาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2543 จำนวน 48 คน ผลการศึกษาพบว่าประสิทธิภาพของบทเรียน

คอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ปาชายเลน เท่ากับ 86.2/85.6 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ทั้งนี้ เป็นเพราะบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย แบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ปาชายเลน ผู้วิจัยมีดำเนินการสร้างอย่างเป็นระบบ และได้ผ่านกระบวนการหาประสิทธิภาพอย่างเป็นลำดับขั้นตอน และได้ผ่านการปรับปรุงแก้ไขตามขั้นตอนกระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยผ่านการให้ข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ นอกจากนี้ยังเป็น เพราะผู้วิจัยได้นำเสนอบทเรียนในรูปแบบมัลติมีเดียที่ประกอบไปด้วยภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว (VDO) และเสียงบรรยายประกอบดนตรี ทำให้บทเรียนมีความน่าสนใจ สามารถกระตุ้นและสร้างความสนใจของผู้เรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ สานิตย์ กายาผาด (2542 : 57) ได้วิจัยและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง เรียนมัลติมีเดียด้วยมัลติมีเดีย ผลการศึกษาพบว่า บทเรียนมีความน่าสนใจและผู้เรียนมีความสนุกสนานกับการเรียนในอยู่ในเกณฑ์สูง แบกเตอร์ (Baxter 1996 : 8) ได้วิจัยเรื่องปฏิสัมพันธ์ก่อนการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้ มัลติมีเดีย วิชาคอมพิวเตอร์ โดยใช้มัลติมีเดียนำเข้าสู่บทเรียนก่อนการเรียน พบว่านักเรียน สามารถเรียนรู้ได้ดี มีความเข้าใจในเนื้อหาและทักษะเบื้องต้น นอกจากนี้ผู้วิจัยได้นำเทคโนโลยี ความเสมือนจริง คือ ภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เข้ามาประกอบกับบทเรียน คอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ที่ผู้เรียนสามารถมองเห็นสิ่งแวดล้อมผ่านหน้าจคอมพิวเตอร์ได้ 360 องศา จึงเป็นประสบการณ์ที่แปลกใหม่และทำให้บทเรียนมีความน่าสนใจ สอดคล้องกับงานวิจัย ของ รอดดริก (Rodriguez 2002 , อ้างถึงใน ทัดดาว บุตรชอุย 2548 : 74 ) ได้วิจัยเรื่องการสร้าง บทเรียนคอมพิวเตอร์เสมือนจริง เรื่อง ระบบกระดูกในร่างการมนุษย์ ในวิชากายวิภาค ผลการ ทดลองพบว่า ผู้เรียนได้รับความสนุกสนาน และสามารถจดจำภาพได้ดีขึ้น และสามารถควบคุม การเรียนรู้ได้ด้วยตนเองมากขึ้น และมีทัศนคติที่ดีต่อบทเรียน

จากผลการวิจัยดังกล่าวข้างต้น แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพา โนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่องปาชายเลน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดสมุทรสาคร ที่ผ่านกระบวนการพัฒนาอย่างเป็นระบบ จัดสร้างตามลำดับขั้นตอนตามที่ ออกแบบไว้ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองได้ สามารถนำมาเป็นสื่อในการเรียนรู้ หรือเป็นสื่อเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความสนใจ

2. การวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และหลัง เรียน จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยหลัง เรียน ( $\bar{X} = 27.33$ , S.D.=2.47) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ( $\bar{X} = 21.61$ , S.D.=2.83) จาก ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่าคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยค่อนข้างมาก เป็นเพราะ

ผู้เรียนมีความรู้เดิมเกี่ยวกับป้าชายเลนอยู่บ้าง และค่า SD ของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน มีการกระจายไม่ต่างกันมาก เป็นเพราะบริบทของของผู้เรียนอยู่ในพื้นที่ป้าชายเลน จึงมีความรู้เรื่องป้าชายเลน ในระดับที่ใกล้เคียงกัน ส่วนคะแนนหลังการเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนนั้น เป็นเพราะประสิทธิภาพของบทเรียนที่ผ่านกระบวนการพัฒนาอย่างเป็นระบบทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นหลังจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย และค่าที่  $t$  ที่คำนวณได้ ( $t=13.12$ ) มีค่ามากกว่าค่าวิกฤติที่กำหนดไว้ กล่าวคือคะแนนหลังการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป้าชายเลน ได้ผ่านกระบวนการหาประสิทธิภาพตามที่กำหนดไว้ทุกขั้นตอน จนมีความเหมาะสม ทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นจากการเรียน จึงเป็นสื่อการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ ในด้านแบบทดสอบได้ผ่านการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ความเที่ยงตรงของเนื้อหา และความเหมาะสมของการใช้ภาษาตลอดจนการหาค่าความยากง่าย ( $p$ ) ระหว่าง 0.23-0.78 ค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) 0.20 – 0.94 และค่าความเชื่อมั่น (KR 20) เท่ากับ 0.76 ของแบบทดสอบที่เหมาะสมก่อนนำไปใช้ ทำให้ผลการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป้าชายเลน มีผลคะแนนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป้าชายเลน ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และเกิดการเรียนรู้ และผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างอิสระตามความสนใจ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เปี่ยมศักดิ์ แสนศิริสุข (2541 : 95) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างโปรแกรมมัลติมีเดีย เรื่อง น้ำเพื่อชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ตรงตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ กิตติพงษ์ ดารักษ์ ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง จำนวนและภาษาชิตไทย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งผู้วิจัยได้พัฒนาการรูปแบบการนำเสนอสภาพแวดล้อมของป้าชายเลน จากสภาพจริงของป้าชายเลนจังหวัดสมุทรสาคร ด้วยภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา ที่ผู้เรียนสามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของภาพเพื่อเลือกดูป้าชายเลนในมุมมองต่างๆ ในจุดที่ตนเองต้องการดูเสมือนว่าผู้เรียนกำลังยืนดูป้าชายเลน ณ จุดนั้นๆ ทำให้มีการรับรู้ที่เสมือนกับการสำรวจ มีความเพลิดเพลิน

สนุกสนาน จากการเรียนบทเรียน ซึ่งสอดคล้องกับ John Shaffer (2002) ที่กล่าวว่า ความเสมือนจริง เป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าสู่สิ่งแวดล้อมแห่งการเรียนรู้ และมีส่วนร่วมอยู่ด้วยในการเรียนรู้ด้วยตนเองในสิ่งแวดล้อมบนพื้นฐานของเทคโนโลยี ที่สามารถเรียนรู้ได้โดยปลอดภัยและสามารถท่องเที่ยวภายในสถานที่นั้นได้อย่างสนุกสนาน ซึ่งการรับรู้ทางตาด้วยการมองเห็นเป็นประสาทสัมผัสที่มีการรับรู้ปริมาณร้อยละ 75 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ 2523 : 41) ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีของ เจียง - หลิน และคณะ (Jeng - Lin and Other 2002 : 164-170) เกี่ยวกับการรับรู้ด้วยภาพเสมือนจริง โดยใช้ภาพจากสถานที่จริงพบว่าการมองภาพตั้งแต่ 100 องศา ขึ้นไปจนถึง 180 องศา ส่งผลให้ผู้เรียนมีความรู้สึกว่ามีส่วนร่วมในเหตุการณ์ มีความสามารถในการจดจำเพิ่มขึ้น และมีความเพลิดเพลินในการเรียนเพิ่มขึ้น ดังนั้นภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา จัดเป็นประสบการณ์จำลองที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด เมื่อนำมาจัดลำดับตามกรวยประสบการณ์ของเอดการ์ เดล (Edgar dele 1969:107)

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน เป็นสื่อที่มีประสิทธิภาพทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น สามารถนำไปใช้เป็นการเรียนรู้ให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นได้

3. ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน ทั้งหมด 12 รายการ พบว่า ส่วนใหญ่อยู่ในระดับดีมาก โดย 3 ลำดับแรกที่ได้คะแนนสูง มีดังนี้

3.1 เนื้อหามีประโยชน์ มีค่าเฉลี่ย 4.87 เนื่องจากเนื้อหาส่วนใหญ่เป็นเรื่องป่าชายเลนที่มีอยู่ทั่วไป และเป็นพื้นป่าชายเลนในจังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งผ่านการวิเคราะห์จากการบวณการสนทนากลุ่ม จากผู้เชี่ยวชาญหลากหลายสาขา เช่น นักวิชาการด้านป่าชายเลน ครูผู้สอน รวมทั้งปราชญ์ชาวบ้าน ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้เป็นบริบทจากพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร และจากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากตำราวิชาการ เอกสารอ้างอิงข้อมูลป่าชายเลนในจังหวัดสมุทรสาคร จากสถานีวิจัยและพัฒนาป่าชายเลนที่ 5 จังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งเป็นเรื่องใกล้ตัวผู้เรียนที่อาศัยอยู่ในจังหวัดสมุทรสาคร โดยวิเคราะห์ขอบเขตเนื้อหาจากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ให้มีความเหมาะสมกับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากนั้นได้ผ่านขั้นตอนการหาประสิทธิภาพได้ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาที่เป็นนักวิชาการด้านป่าชายเลน ได้แก่ หัวหน้าสถานีวิจัยและพัฒนาป่าชายเลนที่ 5 จังหวัดสมุทรสาคร และอาจารย์ด้านป่าชายเลนจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตรวจสอบความถูกต้อง

ของเนื้อหา จึงทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์มีเนื้อหาที่ถูกต้องตามสภาพจริง น่าสนใจ และมีประโยชน์กับผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดสมุทรสาคร

3.2 รูปแบบตัวอักษรเหมาะสม มีค่าเฉลี่ย 4.72 ผู้วิจัยทำการศึกษาลักษณะการออกเลือกใช้ตัวอักษรประกอบบทเรียนจากตำราและตัวอย่างเว็บไซต์ที่ได้รับรางวัล ซึ่งได้เลือกรูปแบบตัวอักษร -JS Duangtaas เพื่อให้ประกอบการนำเสนอเนื้อหาภายในบทเรียนให้มีรูปแบบที่เหมาะสมกับการออกแบบหน้าจอกจากสตอรี่บอร์ด (Story board) ทำให้ตัวอักษรอยู่ในระดับสายตาผู้เรียน อ่านง่าย และมีขนาดตัวอักษรที่เหมาะสมกับขนาดหน้าจอคอมพิวเตอร์ โดยเลือกใช้สีตัวอักษรสีเขียวเข้มบนพื้นหลังสีอ่อนเพื่อให้มีความสอดคล้องกับหัวข้อเรื่องป่าชายเลน การจัดวางตัวอักษรที่ได้ระยะพอสมควรทำให้ข้อความไม่แน่นจนเกินไป การเน้นตัวอักษรขนาดใหญ่สำหรับหัวข้อเรื่อง เพื่อสร้างความสนใจผู้เรียน โดยปรับขนาดตัวอักษรให้เหมาะสมกับพื้นที่ ทำให้ผู้เรียนรู้สึกสบายตา โดยที่จำนวนของเนื้อหา ไม่มากบรรทัดจนเกินไป ทั้งนี้จะพิจารณาจากกลุ่มผู้เรียนเป็นสำคัญ

3.3. หลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์แล้ว นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับป่าชายเลนเพิ่มขึ้น มีค่าเฉลี่ย 4.67 การผู้วิจัยได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่องป่าชายเลนซึ่งเป็นสิ่งที่ผู้เรียนได้พบเห็นและเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีในท้องถิ่นของผู้เรียนอยู่แล้ว ดังนั้นผู้เรียนซึ่งเป็นคนในท้องถิ่น ควรจะมีมุมมองในบริบทของป่าชายเลนจังหวัดสมุทรสาครมากกว่าบุคคลที่ไม่ได้อาศัยอยู่ในจังหวัดสมุทรสาคร ด้วยเหตุผลนี้จึงทำให้ผู้วิจัยพัฒนาบทเรียนที่เป็นสภาพจริงของพื้นที่ป่าชายเลน ผู้วิจัยจึงนำภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา มาประกอบในบทเรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นสภาพป่าชายเลนที่เป็นภาพจากสถานที่จริง และสามารถศึกษาสำรวจสิ่งต่างๆ จากภาพวิดีโอสั้นๆ (Clip VDO) ที่เป็นองค์ความรวมเพื่อให้เกิดความเข้าใจก่อนศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมจากจุดการเรียนรู้ต่างๆ ภายในบทเรียนที่เป็นภาพจำลองของพื้นที่ป่าชายเลนในจังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งเป็นผลจากการนำเสนอที่มีแบบแผน จึงเป็นปัจจัยสำคัญทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นเมื่อได้เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังพบว่ามียุทธการประเมินเพียงข้อเดียวที่อยู่ในระดับดี คือ ความเหมาะสมของเวลาในการใช้บทเรียน มีค่าเฉลี่ยที่ 4.46 โดยวิเคราะห์จากข้อเสนอแนะของผู้เรียน ที่ควรเพิ่มเวลาในการเรียนให้มากกว่านี้ เนื่องจากต้องการใช้เวลาในการสำรวจป่าชายเลนจากภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา ภายในจุดการเรียนรู้ ทั้ง 6 จุดการเรียนรู้ และผู้เรียนได้ให้ข้อคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับภาพพาโนรามาที่ควรชัดเจนมากกว่านี้ โดยผู้วิจัยได้ทดลองใช้ภาพที่มีความละเอียดสูงแล้ว ปรากฏว่าทำให้การโหลดภาพใช้เวลานาน มีการตอบสนองของบทเรียน

ที่ซ้ำใช้และเวลานาน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายการเรียน

อย่างไรก็ตามโดยภาพรวมแล้ว พบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน อยู่ในระดับมากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 4.62 สอดคล้องกับงานวิจัยของ สมศักดิ์ อัมพรวิสิทธิ์โสภ (2548 : บทคัดย่อ) พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความ พึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทยชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง รามเกียรติ์ ตอนศึกโมยราพ อยู่ในระดับมากที่สุด ทั้งนี้ เป็นเพราะผู้วิจัยได้นำเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์ในรูปแบบมัลติมีเดีย และด้านความเสมือนจริง มารวมเข้าด้วยกัน ประกอบกับกระบวนการวิจัยที่เป็นไปตามแบบแผนที่กำหนด เช่นเดียวกับ ทัดดาว บุตรชอุย (2548 : 109-110) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบภาพนิ่ง และแบบพาโนรามาเสมือนจริง พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นต่อบทเรียนอยู่ในระดับดีมาก จึงทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน เป็นสื่อการเรียนการสอนที่ทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น เมื่อผู้เรียนได้เรียนแล้วจะเกิดความเพลิดเพลิน เหมาะที่จะนำไปใช้ในการเรียนการสอนเรื่องป่าชายเลน กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพราะจากข้อเสนอแนะจากแบบสอบถามของผู้วิจัย พบว่าเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน และต้องการที่จะเรียนบทเรียนนี้อีก

### ข้อสังเกตจากการทดลอง

จากการทดลองผู้วิจัยพบข้อสังเกต ดังนี้

1. จากการดำเนินการขั้นตอนต่าง ๆ ในการทดลองที่ผ่านมา พบว่า ขั้นตอนการเตรียมกลุ่มตัวอย่าง การเตรียมสถานที่และติดตั้งโปรแกรมเพิ่มเติม นั้น ควรมีการเตรียมการ และติดต่อประสานงานกับทางสถานศึกษาล่วงหน้าก่อนการทดลองมากกว่า 1 เดือนก่อนการทดลอง ทั้งนี้ เพื่อให้ทางสถานศึกษาได้มีโอกาสจัดเตรียมกลุ่มตัวอย่างและความพร้อมสถานที่ ละอุปกรณ์ เนื่องจากต้องใช้เวลาในการจัดการต่างๆ และสถานศึกษาอาจมีกิจกรรมภายใน ซึ่งมีผลกระทบต่อการทำงานของกลุ่มตัวอย่างได้

2. จากการทดลองผู้วิจัยสังเกตว่า ผลของคะแนนก่อนเรียน ผู้เรียนมีผลคะแนนเฉลี่ยค่อนข้างสูง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะผู้เรียนเป็นคนในพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร จึงมีพื้นฐานความรู้เดิมเกี่ยวกับป่าชายเลนอยู่บ้าง แต่จากผลคะแนนหลังการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ฯ พบว่าผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นเพราะประสิทธิภาพของบทเรียนจึงทำให้ผู้เรียนมีความรู้ เรื่อง ป่าชายเลนจังหวัดสมุทรสาคร เพิ่มขึ้น

3. ในการพัฒนาบทเรียนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ผู้วิจัยควรมีทักษะความชำนาญในการใช้โปรแกรมต่างๆ โปรแกรม เนื่องจากว่าบางโปรแกรมมีข้อจำกัด และไม่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานร่วมกับโปรแกรมอื่นๆ ได้ ผู้สร้างบทเรียนจึงต้องมีการพัฒนาทักษะความชำนาญก่อนนำโปรแกรมมาใช้พัฒนาบทเรียน

### ข้อเสนอแนะทั่วไป

ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ควรเลือกใช้โปรแกรมในการพัฒนาบทเรียนที่สามารถนำมาประยุกต์ร่วมกับเทคนิคต่าง ๆ ได้ เพื่อให้การถ่ายทอดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น
2. การลงพื้นที่บันทึกสื่อที่ใช้ประกอบการพัฒนาบทเรียน เช่น ภาพวิดีโอ ภาพนิ่ง ต้องมีการวางแผนและเตรียมพร้อมในการบันทึกเป็นลำดับขั้นตอน เนื่องจากปัจจัยทางธรรมชาติที่ไม่สามารถควบคุมได้ เช่น ปัจจัยน้ำขึ้นน้ำลง สภาพภูมิอากาศ
3. การทดลองควรมีการกำหนดช่วงระยะเวลาที่แน่นอน และจัดเตรียมสภาพแวดล้อมสำหรับการเรียนของผู้เรียน เพื่อให้ได้ผลการทดลองแบบครบถ้วน

### ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่เป็นรูปแบบเกมเสมือนจริง ที่นำมาประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอนเรื่องอื่น ๆ เช่น เรื่อง เกมการแข่งขันปลูกป่าชายเลน
2. ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับการนำภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา มาผลิตสื่อเพื่อวิจัยเกี่ยวกับสถานที่ท่องเที่ยว แหล่งเรียนรู้
3. ควรมีการศึกษานำความเป็นจริงเสมือนในรูปแบบอื่นมาศึกษาในการเรียนการสอนหลาย ๆ ระดับ เช่น ห้องปฏิบัติการเสมือนจริง พิพิธภัณฑ์เสมือนจริง

## บรรณานุกรม

### ภาษาไทย

กรมวิชาการ. “ป่ายเล่นปาเชื่อมโยงระหว่างแผ่นดินและผืนน้ำทะเล.” ใน รักษ์ป่าไม้.

กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2542.

\_\_\_\_\_. การจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และ  
วัฒนธรรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1- 6 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน  
พุทธศักราช 2544. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2546.

\_\_\_\_\_. การพัฒนาสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเว็บไซต์ เพื่อการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ.

กรุงเทพมหานคร : องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.), 2546

กระทรวงศึกษาธิการ. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544. กรุงเทพมหานคร :

โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.), 2545.

\_\_\_\_\_. สาระมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มวิทยาศาสตร์ ในหลักสูตรการศึกษา  
ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์องค์การรับส่ง  
สินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.), 2544.

กาญจนา คุณารักษ์. การออกแบบการเรียนการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 2. นครปฐม : โรงพิมพ์  
มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2545.

กิดานันท์ มลิทอง. เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์  
แห่งจุฬาลงกรณ์, 2543.

กิตติพงศ์ ดารักษ์. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องสำนวนและภาษา  
ไทย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาหลักสูตรและวิธีสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2547.

โกมล ชัยธัมมาวุธ. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง สิ่งแวดล้อมศึกษา  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยี  
การศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2546.

คณะกรรมการฝ่ายประมวลเอกสารและจดหมายเหตุฯ. วัฒนธรรม พัฒนาการทาง  
ประวัติศาสตร์ เอกลักษณ์และภูมิปัญญาจังหวัดสมุทรสาคร. กรุงเทพมหานคร  
: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2544.

- จันทร์ฉาย เตมียาการ. การเลือกใช้สื่อทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร :  
ไอเดียเนสต์โร, 2533.
- จิตติยา ศรียา. "การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การอนุรักษ์ทรัพยากรทาง  
ทะเล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น." วิทยานิพนธ์ปริญญา  
มหาบัณฑิต สาขาสิ่งแวดล้อมศึกษา มหาวิทยาลัยมหิดล, 2545.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. เทคโนโลยีและสื่อทางการศึกษา. นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัย  
ธรรมาธิราช, 2523.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 2 ตุลาคม 2549.  
เข้าถึงได้จาก [http://www.NECTEC's Web Based Learning Learn on the  
Internet by NECTEC - Thailand.htm](http://www.NECTEC's_Web_Based_Learning_Learn_on_the_Internet_by_NECTEC_-_Thailand.htm).
- ฐาปนีย์ ธรรมเมธา. สื่อการสอนเบื้องต้น. นครปฐม : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย  
ศิลปากร, 2539.
- ทัตดาว บุตรจ้อย. "การเปรียบเทียบผลของภาพนิ่งและภาพพาโนรามาเสมือนจริงประกอบ  
บทเรียนคอมพิวเตอร์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการจำ  
ภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีการรับรู้ภาพแบบแฮพติก."  
วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา  
มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2548.
- ทิสนา แคมมณี. ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มี  
ประสิทธิภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์  
มหาวิทยาลัย, 2545.
- ธนาคารกสิกรไทย. "ยุทธศาสตร์ไทยในยุคโลกาภิวัตน์." ใน การประชุมสมัชชาการศึกษา  
การศึกษาไทยในยุคโลกาภิวัตน์ : สู่ความก้าวหน้าและความมั่นคงของชาติ  
ในทศวรรษหน้า. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : มปท, 2539.
- ธีระ ดิษยรัตน์. "การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง โลกและดวงดาว."  
วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา  
มหาวิทยาลัยบูรพา, 2547.
- นิวัติ เรืองพานิช. การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. พิมพ์ครั้งที่ 2.  
กรุงเทพมหานคร : สหมิตรออฟเซต, 2537.

- นิวัติ เรืองพานิช. ทรัพยากรป่าไม้. กรุงเทพมหานคร : รั้วเขียว, 2537.
- บุญชม ศรีสะอาด. การพัฒนาการสอน. กรุงเทพมหานคร : สุวีริยาสาส์น, 2537.
- \_\_\_\_\_. การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : สุวีริยาสาส์น, 2535.
- บุปผชาติ ทัพทิกรณ์ และคณะ. ความรู้เกี่ยวกับสื่อมัลติมีเดียเพื่อการศึกษา.  
กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2544.
- ปรัชญา เวสารัชช์. “บทที่ 1 หลักการจัดการศึกษา.” ใน ชุดฝึกอบรมครูประมวลสาระ.  
กรุงเทพมหานคร : ภาพพิมพ์, 2545.
- ประกอบ คุณวรักษ์ และคณะ. “รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ สภาพความพร้อมของ  
หน่วยงานทางการศึกษาต่อการปฏิรูปการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ.”  
นครปฐม : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2543.(อัดสำเนา)
- เปี่ยมศักดิ์ แสนศิริสุข. “การสร้างโปรแกรมมัลติมีเดีย เรื่อง น้ำเพื่อชีวิต สำหรับนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยี  
การศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2541.
- พรพิไล เลิศวิชา. มัลติมีเดียเทคโนโลยี กับโรงเรียนในศตวรรษที่ 21. พิมพ์ครั้งที่ 2.  
กรุงเทพมหานคร : ไทยวัฒนาพานิช, 2544.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 8.  
กรุงเทพมหานคร : สำนักงานทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2542.
- พาสณา จุลรัตน์. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : มปท, 2548.
- พิชัย นิลทองคำ. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542. กรุงเทพมหานคร :  
อศตยา, 2542.
- พุทธิพงษ์ จิตรปฎิมา. การสื่อสารล้ำยุค. กรุงเทพมหานคร : นานมีบุ๊คส์, 2542.
- ไพโรจน์ ตีรณธนากุล และคณะ. การออกแบบและการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน  
e-Learning. กรุงเทพมหานคร : ศูนย์สื่อเสริม, 2546.
- ไพโรจน์ สุวรรณกร. ชีวิตและงานอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ การอนุรักษ์ทรัพยากรและ  
สิ่งแวดล้อม. กรุงเทพมหานคร : ด้านสุภากรพิมพ์, 2543.
- ภิรมย์ ณ นคร. ภูมิศาสตร์เศรษฐกิจ. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์การศาสนา, 2515.

- มิ่งขวัญ ทรัพย์ถาวร. “การเปรียบเทียบการควบคุมการเคลื่อนที่แบบแบบอิสระและแบบจำกัดของบพเรียนเสมือนจริงบนเว็บที่มีต่อความเข้าใจในการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.” วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต ภาควิชาสัตตศาสตร์ คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.
- มุกดา สุขสมาน. ชีวิตกับสภาพแวดล้อม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2536.
- ยีน ภู่วรรณ และ สมชาย นำประเสริฐชัย. ไอซีทีเพื่อการศึกษาไทย. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2546.
- รุ่ง แก้วแดง. ปฏิวัติการศึกษาไทย. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร : พิมพ์ณัฐ เซ็นเตอร์, 2542.
- ลัดดา สุขปรีดี. เทคโนโลยีการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์พิมพ์ณัฐ, 2522.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร : สุวีริยาสาส์น, 2538.
- วรวงศ์ วรชาติอุดพงศ์. ออกแบบกราฟิก. กรุงเทพมหานคร : ศิลปบรรณการ, 2535.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. การจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพมหานคร : พริกหวานกราฟิก, 2545.
- วันชัย อิงปัญญาภ. ปายายเลน. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร : ไทยวัฒนาพานิช, 2542.
- วิชัย เทียนน้อย. การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ อักษรวัฒนา, 2533.
- \_\_\_\_\_. มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพมหานคร : ไอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮ้าส์, 2533.
- วิเชียร เกตุสิงห์. หลักการสร้างและวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย. กรุงเทพมหานคร : ไทยวัฒนาพานิช, 2530.
- ศรีสกุล วินุลย์วงศ์. “การศึกษามลภาวะเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในรายวิชา ส.101 ประเทศของเรา ที่สอนโดยการใช้แหล่งทรัพยากรชุมชนกับการสอน ปกติ.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2544.
- ศิริพงศ์ พยอมแย้ม. เทคนิคงานกราฟิก. กรุงเทพมหานคร : ไอเดียเนสต์, 2537.

- ศิวินิต อรรถวุฒิกุล. “ผลของรูปแบบการนำทางในบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีรูปแบบความคิดที่ต่างกัน.” วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.
- สมศักดิ์ อัมพรวิสิทธิ์โสภ. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทยชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง รามเกียรติ์ ตอน ศึกไม่ยราพ.” วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2548.
- สมสิทธิ์ จิตรสถาวร. เทคนิคการจัดการศึกษานอกสถานที่. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2535.
- सानิตย์ กายาผาด. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง เรียนมัลติมีเดียด้วยมัลติมีเดีย.” วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต เทคโนโลยีสื่อสารการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2542.
- สารานุกรมไทยโดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เล่ม 3. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์หอรัษฎากรพิพัฒน์, 2538.
- สนิท อักษรแก้ว. ป้าชายเลนนิเวศวิทยาและการจัดการ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2541.
- สุรพล พยอมแย้ม. จิตวิทยาพื้นฐานสำหรับการศึกษา. นครปฐม : มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2540.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. 20 วิธีจัดการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ภาพพิมพ์, 2545.
- สำนักงานปฏิรูปการศึกษา. รายงานการปฏิรูปการศึกษาต่อประชาชน. กรุงเทพมหานคร : อัมรินทร์พรินตึงแอนด์พับลิชชิง, 2544.
- สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร. รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช 2540. กรุงเทพมหานคร : กองการพิมพ์สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร, 2540.
- อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์. คอมพิวเตอร์เพื่อการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ มหานคร : ดราฟแมนพลัส, 2530.

อรรถวุฒิ กันทะวงศ์. เรื่องของป่าชายเลน. [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 12 พฤษภาคม 2548.

เข้าถึงได้จาก <http://www.talaythai.com/Education/43206483/>

43206483.php3

เอกวิทย์ แก้วประดิษฐ์. เทคโนโลยีการศึกษา:หลักการและแนวคิดสู่ปฏิบัติ. สงขลา :

มหาวิทยาลัยทักษิณ, 2545.

อำนาจ เดชชัยศรี. นวัตกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : องค์การคำ

คุรุสภา, 2544.

Mongkon Chanpaisan. A study of virtual model utilization for increasing

communication capability in design stage 2002. [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ

12 พฤษภาคม 2548. เข้าถึงได้จาก<http://library.car.chula.ac.th:82/>

search\*tha/dvirtual+reality/dvirtual+reality.

## ภาษาต่างประเทศ

Alan, R.W., Phillip E.McClean and Slator M.Brain. The Virtual Cell : An

Interactive Virtual Environment for Cell Biology [Online]. Accessed

June 2004. Available from [http://www.ic.ndsu.edu/abstracts/ed-](http://www.ic.ndsu.edu/abstracts/ed-media.htm)

media.htm.

Baxter, A.Q. Infotech interactive : Increasing student participation using

multimedia [Online]. Accessed March 2004. Available form

<http://ericae2.educ./db/riecije/cd400819.html>.

Bruce, D. Karen, and R Frank. Nerve Garden : a Public Terrarium in

Cyberspace. USA, [Online]. Accessed September 2004. Available

from : <http://www.biota.org/papers/ngalife.htm>.

Chan Bin. A Virtual Walk Through Systemfor Complex Indoor Environments.

Hong Kong : University of Hong Kong, 1999.

Dale, Edgar. Audio Visual Methods in Teaching. New York : the Dryden

Press, 1969.

- Dwyer, F.M. Strategies for Improve Visual Learning. Pennsylvania : Learning Service , 1978.
- James Jang - Weei Lin and orther. Effect of Field of View on Presence, Enjoyment, and Simulator Sickness in a Virtual Environments. IEEE Computer Society. Virtual Reality Conference 24-28 March 2002. Orlando : Printing House, 2002.
- John Shaffer. Virtual Reality In education [Online]. Accessed December 2002. Available from : [http://www.newhorizons.org\\_strategies\\_technology\\_shaffer.htm](http://www.newhorizons.org_strategies_technology_shaffer.htm).
- John vince. Virtual reality system. Cambridge : Great Britain at the University press. Cambridge, 1995.
- Kalawsky, R.S. Exploiting Virtual Reality Techniques in Education an Training : Technological Issues [Online]. Accessed October 2004. Available from : <http://www.lboro.ac.uk>.
- Kristen Nelson. Teaching in the cyberage. Linking the internet and brain theory. New York : Sky Light Training and Publishing : 2000.
- Li Fung-Chun, et al. Create Virtual Reality of River to Enhance Student Learning of Natinal Tainan TeachersCollege in Earth Science. Tainan : Taiwan, 2000.
- Moher, T., Johnson A.Y. and Cho Y.Lin. First-Person Science Inquiry 'in the Field' [Online]. Accessed 15-18 May 2001. Available from : [http://www.ice.eecs.uic.edu/papers/pap\\_project.php3?indi=189](http://www.ice.eecs.uic.edu/papers/pap_project.php3?indi=189).
- Rigole, N. Virtual Reality : What VRML Has to Offer Distance Education [Online]. Accessed 4 February 2005. Available from : <http://www.mindspring.com/~rigole/vr.htm>.
- Sutherland, I.E., The Ultimate Display. Vol.2. New York : Congress, 1965.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัย

## รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัย

### ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อมัลติมีเดีย

1. อาจารย์ ดร.สุรพล บุญลือ  
อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิวรรณ จันทร์เทพย์  
อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์  
มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง
3. อาจารย์ดวงดาว รุ่งเจริญเกียรติ  
อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์  
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

### ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาป้าชายเลน

1. รองศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย ตันชนะสุทธิ  
อาจารย์ประจำภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. นายเฉลิมชัย โชติกมาศ  
หัวหน้าสถานีวิจัยและพัฒนาป้าชายเลนที่ 5 จังหวัดสมุทรสาคร
3. อาจารย์ประสาร เขียมวิจารณ์  
ครูผู้สอน โรงเรียนพันท้ายนรสิงห์วิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษสมุทรสาคร

ภาคผนวก ข

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการเข้าร่วมกลุ่มสนทนา (Focus Group)

### รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการเข้าร่วมสนทนากลุ่ม (Focus Group)

- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| 1. รศ.สมหญิง เจริญจิตธรรม      | หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา<br>คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร               |
| 2. รศ.ดร.สิทธิชัย ตันณะสถิตย์  | อาจารย์ประจำภาควิชาอนุรักษวิทยา<br>คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์              |
| 3. ผศ.ดร.ดิเรกฤทธิ์ บัวเวช     | อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์<br>สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์<br>มหาวิทยาลัยศิลปากร |
| 4. อาจารย์ ดร.อนิรุทธิ์ สติมัน | อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา<br>คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร          |
| 5. นางสาวสุนันทา ธรรมกิจวัฒน์  | เจ้าหน้าที่ประจำศูนย์คอมพิวเตอร์<br>มหาวิทยาลัยศิลปากร                             |
| 6. อาจารย์ประสาร เขียมวิจารณ์  | ครูผู้สอน โรงเรียนพันท้ายนรสิงห์วิทยา<br>สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามุทสาคร         |
| 7. อาจารย์สมพร ไตรีน           | ครูผู้สอน โรงเรียนสมุทรสาครบูรณะ<br>สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามุทสาคร              |
| 8. นายสมชาย ดวงล้อมจันทร์      | แกนนำเครือข่ายอนุรักษ์ชายฝั่งทะเล<br>จังหวัดสมุทรสาคร                              |
| 9. นายรินทร์ บุญร่วม           | เลขาธิการมประมงจังหวัดสมุทรสาคร  |

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)  
ของแบบทดสอบก่อนเรียน(Pretest) และหลังเรียน(Posttest)

ตารางที่ 13 แสดงค่า IOC ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน(Pretest) และหลังเรียน (Posttest)

ข้อที่	ระดับความคิดเห็น					สรุปผล
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ผลรวม	IOC	
1	1	1	1	3	1	ใช้ได้
2	1	1	1	3	1	ใช้ได้
3	1	1	1	3	1	ใช้ได้
4	1	1	1	3	1	ใช้ได้
5	1	1	1	3	1	ใช้ได้
6	1	1	1	3	1	ใช้ได้
7	1	1	1	3	1	ใช้ได้
8	1	1	1	3	1	ใช้ได้
9	1	1	1	3	1	ใช้ได้
10	1	1	1	3	1	ใช้ได้
11	1	1	1	3	1	ใช้ได้
12	1	1	0	2	0.66	ใช้ได้
13	1	1	1	3	1	ใช้ได้
14	1	1	1	3	1	ใช้ได้
15	1	1	1	3	1	ใช้ได้
16	1	1	1	3	1	ใช้ได้
17	1	1	1	3	1	ใช้ได้
18	1	1	1	3	1	ใช้ได้
19	1	1	1	3	1	ใช้ได้
20	1	1	1	3	1	ใช้ได้
21	1	1	1	3	1	ใช้ได้
22	1	1	1	3	1	ใช้ได้
23	1	1	1	3	1	ใช้ได้
24	1	1	1	3	1	ใช้ได้
25	1	1	1	3	1	ใช้ได้

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ข้อที่	ระดับความคิดเห็น					สรุปผล
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ผลรวม	IOC	
26	1	1	1	3	1	ใช้ได้
27	1	1	1	3	1	ใช้ได้
28	1	1	1	3	1	ใช้ได้
29	1	1	1	3	1	ใช้ได้
30	1	1	0	2	0.66	ใช้ได้
31	1	1	1	3	1	ใช้ได้
32	1	1	1	3	1	ใช้ได้
33	1	1	1	3	1	ใช้ได้
34	1	1	1	3	1	ใช้ได้
35	1	1	1	3	1	ใช้ได้
36	1	1	1	3	1	ใช้ได้
37	1	1	1	3	1	ใช้ได้
38	1	1	1	3	1	ใช้ได้
39	1	1	1	3	1	ใช้ได้
40	1	1	1	3	1	ใช้ได้
41	1	1	1	3	1	ใช้ได้
42	1	1	1	3	1	ใช้ได้
43	1	1	1	3	1	ใช้ได้
44	1	1	1	3	1	ใช้ได้
45	1	1	1	3	1	ใช้ได้
46	1	1	1	3	1	ใช้ได้
47	1	1	1	3	1	ใช้ได้
48	1	1	1	3	1	ใช้ได้
49	1	1	1	3	1	ใช้ได้
50	1	1	1	3	1	ใช้ได้
51	1	1	1	3	1	ใช้ได้

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ข้อที่	ระดับความคิดเห็น					สรุปผล
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ผลรวม	IOC	
52	1	1	1	3	1	ใช้ได้
53	1	1	1	3	1	ใช้ได้
54	1	1	1	3	1	ใช้ได้
55	1	1	1	3	1	ใช้ได้
56	1	1	1	3	1	ใช้ได้
57	1	1	1	3	1	ใช้ได้
58	1	1	1	3	1	ใช้ได้
59	1	1	1	3	1	ใช้ได้
60	1	1	1	3	1	ใช้ได้
61	1	1	1	3	1	ใช้ได้
62	1	1	1	3	1	ใช้ได้

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์ค่าความยาก(p) ค่าอำนาจจำแนก(r)  
ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน(Pretest) และหลังเรียน(Posttest)

ตารางที่ 14 ค่าความยาก (P) ง่าย (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์  
ก่อนเรียน (Pretest) และหลังเรียน (Posttest) จำนวน 30 ข้อ

ข้อที่	p	ความยาก-ง่าย	r	การวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก
1	0.70	ปานกลาง	0.30	มีอำนาจจำแนก
2	0.23	ค่อนข้างยาก	0.35	มีอำนาจจำแนก
3	0.70	ปานกลาง	0.50	มีอำนาจจำแนก
4	0.43	ปานกลาง	0.35	มีอำนาจจำแนก
5	0.38	ปานกลาง	0.45	มีอำนาจจำแนก
6	0.65	ปานกลาง	0.37	มีอำนาจจำแนก
7	0.68	ปานกลาง	0.42	มีอำนาจจำแนก
8	0.40	ปานกลาง	0.42	มีอำนาจจำแนก
9	0.45	ปานกลาง	0.31	มีอำนาจจำแนก
10	0.38	ปานกลาง	0.48	มีอำนาจจำแนก
11	0.73	ปานกลาง	0.21	มีอำนาจจำแนก
12	0.78	ปานกลาง	0.40	มีอำนาจจำแนก
13	0.70	ปานกลาง	0.26	มีอำนาจจำแนก
14	0.70	ปานกลาง	0.26	มีอำนาจจำแนก
15	0.50	ปานกลาง	0.20	มีอำนาจจำแนก
16	0.55	ปานกลาง	0.20	มีอำนาจจำแนก
17	0.35	ปานกลาง	0.25	มีอำนาจจำแนก
18	0.55	ปานกลาง	0.44	มีอำนาจจำแนก
19	0.38	ปานกลาง	0.21	มีอำนาจจำแนก
20	0.58	ปานกลาง	0.50	มีอำนาจจำแนก
21	0.55	ปานกลาง	0.55	มีอำนาจจำแนก
22	0.78	ปานกลาง	0.32	มีอำนาจจำแนก
23	0.48	ปานกลาง	0.42	มีอำนาจจำแนก
24	0.50	ปานกลาง	0.26	มีอำนาจจำแนก

ตารางที่ 14 (ต่อ)

ข้อที่	p	ความยาก-ง่าย	R	การวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก
25	0.43	ปานกลาง	0.23	มีอำนาจจำแนก
26	0.73	ปานกลาง	0.44	มีอำนาจจำแนก
27	0.35	ปานกลาง	0.28	มีอำนาจจำแนก
28	0.75	ปานกลาง	0.94	มีอำนาจจำแนก
29	0.60	ปานกลาง	0.28	มีอำนาจจำแนก
30	0.78	ปานกลาง	0.66	มีอำนาจจำแนก

ภาคผนวก จ

การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์  
ก่อนเรียน(Pretest) และหลังเรียน(Posttest)

ตารางที่ 15 การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน (Pretest) และหลังเรียน (Posttest) จำนวน 30 ข้อ																																
คน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	X	X <sup>2</sup>
1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	25	625
2	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	25	625
3	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	24	576
4	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	21	441	
5	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	20	400	
6	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	24	576	
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	27	729	
8	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	23	529	
9	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	20	400	
10	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	21	441	
11	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	18	324
12	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	20	400	
13	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	19	361
14	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	16	256	
15	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	16	256
16	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	17	289	
17	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	19	361	
18	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	18	324	
19	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	18	324
20	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	17	289
21	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	18	324	
22	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	18	324	
23	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	13	169	
24	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	15	225	



ภาคผนวก จ

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 2 ด้าน

ตารางที่ 16 แสดงการประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์จากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ คุณภาพ
<b>1. ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง</b>			
1.1 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.67	0.58	ดีมาก
1.2 ความถูกต้องของเนื้อหา	3.67	0.58	ดี
1.3 ลำดับขั้นในการนำเสนอเนื้อหา	4.33	0.58	ดี
1.4 ความขัดแย้งในการนำเสนอเนื้อหา	2.33	1.53	ปานกลาง
1.5 ความน่าสนใจในการดำเนินเรื่อง	5.00	0.00	ดีมาก
1.6 ปริมาณของเนื้อหาในแต่ละบทเรียน	5.00	0.00	ดีมาก
1.7 ความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับของผู้เรียน	5.00	0.00	ดีมาก
<b>2. ข้อความ รูปภาพ และภาษา</b>			
2.1 ความถูกต้องของรูปภาพตามเนื้อหา	4.00	1.00	ดี
2.2 ความถูกต้องตามหลักภาษา	4.00	0.00	ดี
2.3 ความถูกต้องของข้อความที่ใช้ในการเชื่อมโยงเนื้อหา	3.67	0.58	ดี
2.4 ความสอดคล้องระหว่างรูปภาพกับคำบรรยาย	4.00	1.00	ดี
2.5 ความถูกต้องของสัญลักษณ์ (Icon) ที่ใช้กับเนื้อหา	3.33	2.08	ปานกลาง
<b>รวม</b>	4.08	0.66	ดี

ตารางที่ 17 แสดงการประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์จากผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อ

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ระดับ คุณภาพ
<b>1. ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง</b>			
1.1 ความเหมาะสมของภาพในการสื่อความหมาย	4.33	0.58	ดี
1.2 ความเหมาะสมของปริมาณภาพกับเนื้อหา	4.67	0.58	ดีมาก
1.3 ความกลมกลืนของภาพที่ใช้	4.67	0.58	ดีมาก
<b>2. การออกแบบหน้าจอ</b>			
2.1 รูปแบบของตัวอักษรที่ใช้ อ่านได้ง่าย	5.00	0.00	ดีมาก
2.2 ขนาดของตัวอักษรในการนำเสนอเหมาะสม	4.67	0.58	ดีมาก
2.3 ความชัดเจนของการใช้สีของตัวอักษร	4.33	0.58	ดี
2.4 ความชัดเจนของตัวอักษรบนพื้นสีต่าง ๆ	4.33	0.58	ดี
2.5 ความเหมาะสมของพื้นหลังของบทเรียน	5.00	0.00	ดีมาก
<b>3. ด้านการนำเสนอบทเรียน</b>			
3.1 ความเหมาะสมของการออกแบบหน้าจอ	4.67	0.58	ดีมาก
3.2 ความเหมาะสมของเทคนิคการนำเสนอบทเรียน	4.67	0.58	ดีมาก
3.3 ความเหมาะสมของจำนวนกรอบภาพ	4.67	0.58	ดีมาก
<b>รวม</b>	4.64	0.47	ดีมาก

ภาคผนวก ช

ผลการดำเนินการในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย  
แบบภาพพานอรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน

ผลการดำเนินการในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย  
แบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน

ตารางที่ 18 แสดงคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน จากการทดลองครั้งที่ 1 แบบหนึ่งต่อหนึ่ง

คนที่	แบบฝึกหัดระหว่างเรียน (E1)							แบบฝึกหัด หลังเรียน (30)
	ตอนที่ 1 (5)	ตอนที่ 2 (5)	ตอนที่ 3 (5)	ตอนที่ 4 (5)	ตอนที่ 5 (5)	ตอนที่ 6 (5)	รวม (30)	
1	3	3	4	3	1	4	18	21
2	1	1	3	3	2	5	15	20
3	2	3	5	4	3	5	22	19
รวม							18.33	20.00
เฉลี่ยร้อยละ							61.10	66.66
$E1 / E2 = 61.10 / 66.66$								

ตารางที่ 19 แสดงคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน จากการทดลองครั้งที่ 2 แบบกลุ่มย่อย

คนที่	แบบฝึกหัดระหว่างเรียน (E1)							แบบฝึกหัด หลังเรียน (30)
	ตอนที่ 1 (5)	ตอนที่ 2 (5)	ตอนที่ 3 (5)	ตอนที่ 4 (5)	ตอนที่ 5 (5)	ตอนที่ 6 (5)	รวม (30)	
1	4	2	5	5	3	2	21	21
2	3	2	5	5	1	3	19	24
3	4	3	4	5	3	2	21	20
4	4	4	4	5	4	4	25	27
5	2	3	4	5	3	5	22	24
6	4	2	5	4	2	3	20	26
7	3	4	5	5	4	4	25	27
8	3	4	2	3	4	2	18	23
9	4	4	2	5	4	4	23	24
รวม							21.56	24.00
เฉลี่ยร้อยละ							71.85	80.00
$E1 / E2 = 71.85 / 80.00$								

ตารางที่ 20 แสดงคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน จากการทดลองครั้งที่ 3 แบบภาคสนาม

คนที่	แบบฝึกหัดระหว่างเรียน (E1)							แบบฝึกหัด หลังเรียน (30)
	ตอนที่ 1 (5)	ตอนที่ 2 (5)	ตอนที่ 3 (5)	ตอนที่ 4 (5)	ตอนที่ 5 (5)	ตอนที่ 6 (5)	รวม (30)	
1	4	5	5	3	4	4	25	26
2	4	3	4	5	3	5	24	24
3	4	4	5	5	3	4	25	28
4	3	3	4	2	4	3	21	24
5	3	3	5	5	2	5	23	25
6	4	4	5	4	4	4	25	24
7	3	4	5	2	1	4	19	17
8	4	4	5	3	2	5	23	27
9	4	3	5	4	4	4	24	28
10	4	4	5	4	3	4	24	25
11	4	3	5	5	4	3	24	27
12	4	3	5	5	4	5	26	27
13	5	4	4	5	3	4	25	27
14	5	3	5	4	3	3	23	27
15	5	5	5	5	5	2	27	30
16	3	4	4	3	4	4	22	25
17	4	4	4	2	3	4	21	26
18	4	5	5	4	2	4	23	23
19	4	5	4	5	4	5	27	28
20	4	4	5	5	4	5	27	28
21	5	5	4	5	3	5	27	27
22	4	2	5	4	3	4	22	23
23	4	4	5	4	3	4	24	26
24	4	4	5	5	4	4	26	28
25	3	5	5	4	1	4	22	26

ตารางที่ 20 (ต่อ)

คนที่	แบบฝึกหัดระหว่างเรียน (E1)							แบบฝึกหัด หลังเรียน (30)
	ตอนที่ 1 (5)	ตอนที่ 2 (5)	ตอนที่ 3 (5)	ตอนที่ 4 (5)	ตอนที่ 5 (5)	ตอนที่ 6 (5)	รวม (30)	
26	5	4	5	5	4	5	28	29
27	4	5	5	5	4	3	26	26
รวม							24.19	25.96
เฉลี่ยร้อยละ							80.62	86.54
$E1 / E2 = 80.62 / 86.54$								

ภาคผนวก ซ

การทดสอบสมมติฐานค่า t-test ด้วยโปรแกรม SPSS for Windows

การทดสอบที่ของการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน  
ด้วยโปรแกรม SPSS for Windows (V.15)  
โดยการทดสอบค่า t-test

ตารางที่ 21 แสดงการทดสอบค่า t-test ของการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	posttest	27.3261	46	2.46806	.36390
	pretest	21.6087	46	2.83218	.41758

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	posttest & pretest	46	.384	.008

Paired Samples Test

Paired Samples Test									
		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	posttest - pretest	5.71739	2.95645	.43590	4.83943	6.59535	13.116	45	.000

ภาคผนวก ฅ  
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน (Pretest) และหลังเรียน (Posttest)  
เรื่อง ป่าชายเลน จังหวัดสมุทรสาคร

## แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังการเรียน เรื่อง ป่าชายเลน

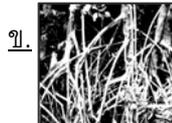
### คำชี้แจง

1. แบบทดสอบนี้ เป็นแบบวัดความรู้ความเข้าใจ เรื่อง ป่าชายเลน จังหวัดสมุทรสาคร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดสมุทรสาคร
  2. จำนวนข้อสอบมีจำนวนทั้งสิ้น 62 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน ใช้เวลาทำ 60 นาที
  3. กรุณาทำเครื่องหมาย X ลงบนตัวเลือกหน้าคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว
- 

1. ข้อใดให้ความหมายของป่าชายเลนที่ถูกต้องที่สุด
  - ก. สังกมพีชที่ขึ้นอยู่ตามชายหาด
  - ข. สังกมพีชที่ขึ้นอยู่ตามริมแม่น้ำ
  - ค. สังกมพีชที่ขึ้นอยู่ตามดินเลนทุกแห่ง
  - ง. สังกมพีชที่ขึ้นบริเวณดินเลนที่น้ำทะเลท่วมถึง
  
2. พันธุ์ไม้ในป่าชายเลนเกือบทั้งหมดเป็นพันธุ์ไม้ประเภทใด
  - ก. เป็นไม้ที่มีใบเขียวตลอดปี
  - ข. เป็นไม้ใบเลี้ยงคู่
  - ค. เป็นไม้ไม่ผลัดใบ
  - ง. เป็นไม้ล้มลุก
  
3. จังหวัดในข้อใดต่อไปนี้ ไม่มีป่าชายเลน
  - ก. ระนอง
  - ข. สมุทรสงคราม
  - ค. ปทุมธานี
  - ง. เพชรบุรี
  
4. ภาคใดในประเทศไทยที่มีป่าชายเลนมากที่สุด
  - ก. ภาคกลาง
  - ข. ภาคตะวันออก
  - ค. ภาคใต้
  - ง. ภาคเหนือ
  
5. พันธุ์ไม้ในข้อใดที่เป็น พันธุ์ไม้เด่น ในป่าชายเลน
  - ก. ต้นลำพู
  - ข. ต้นตีนเป็ด
  - ค. ต้นไทร
  - ง. ต้นโกงกาง

6. ข้อใดคือแนวเขต “ป่าสงวนแห่งชาติ” ในจังหวัดสมุทรสาคร
- ป่าอ่าวมหาชัยฝั่งตะวันออก , ป่าอ่าวมหาชัยฝั่งตะวันตก
  - ป่าอ่าวมหาชัยฝั่งตะวันออก , ป่าอ่าวมหาชัยฝั่งใต้
  - ป่าอ่าวมหาชัยฝั่งใต้ , ป่าอ่าวมหาชัยฝั่งเหนือ
  - ป่าอ่าวมหาชัยฝั่งตะวันตก , ป่าอ่าวมหาชัยฝั่งใต้
7. พันธุ์ไม้ในข้อใดเป็น **ไม้เบิกนำ** ในป่าชายเลนจังหวัดสมุทรสาคร
- ปรังทะเล
  - ตีนเป็ดทะเล
  - แสมทะเล
  - ตะบูน
8. ข้อใดเป็นปัจจัยสำคัญในการ**แบ่งเขตพันธุ์ไม้**ในป่าชายเลน
- ความถี่ในการท่วมถึงของน้ำทะเล , ปริมาณความเค็มของน้ำในดิน
  - ความหนาแน่นของพรรณไม้ , ความเค็มของน้ำในดิน
  - ความถี่ในการท่วมถึงของน้ำทะเล,ความแข็งของดิน
  - ความถี่ของพรรณไม้,ความเค็มของดิน

9. ภาพในข้อใด คือ **รากค้ำยัน**



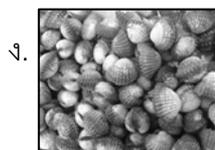
- 10.



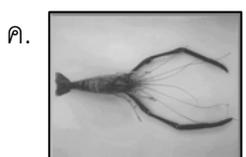
จากภาพ คือผลของพันธุ์ไม้ชนิดใด

- จาก
- แสม
- ตะบูน
- โกงกาง

11. สัตว์ในข้อใดที่เป็น **ลักษณะเด่น** ประจำป่าชายเลน



12. สัตว์ชนิดใด **ไม่พบ** ในป่าชายเลน



13. จังหวัดสมุทรสาครพบหอยสองฝาชนิดใด **มากกว่า** จังหวัดอื่นๆ ในประเทศไทย

ก. หอยแครง

ข. หอยลาย

ค. หอยหลอด

ง. หอยพิม

14. นกในข้อใด **ไม่ใช่** นกที่อาศัยในป่าชายเลน

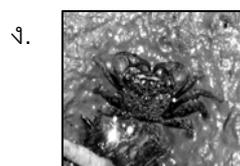
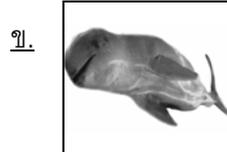
ก. นกชายเลนปากช่อม

ข. นกกระยางโทนใหญ่

ค. นกเงือก

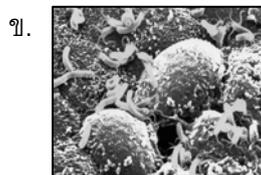
ง. นกกาน้ำ

15. สัตว์ชนิดใดที่กำลังใกล้สูญพันธุ์





20. ข้อใดต่อไปนี้อาจจัดเป็นผู้บริโภคลำดับสุดท้าย



21. ป่าชายเลนให้ประโยชน์อะไรต่อชาวบ้านที่อาศัยบริเวณป่าชายเลนมากที่สุด

ก. เป็นสถานที่พักผ่อน

ข. เป็นแนวกันชายฝั่ง

ค. ดักตะกอนสารพิษที่มากับน้ำ

ง. เป็นแหล่งผลิตทางการประมง

22. ข้อใดต่อไปนี้อีกกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับประโยชน์ของป่าชายเลน

ก. ป่าชายเลนเป็นแนวป้องกันการพังทลายบริเวณชายฝั่งทะเล

ข. รากของต้นไม้ในป่าชายเลนทำหน้าที่คล้ายตะแกรงธรรมชาติคอยกั้นกรองสิ่งปฏิกูลต่าง ๆ ที่มากับกระแสน้ำ

ค. ป่าชายเลนเป็นที่อยู่อาศัยและแหล่งอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนตามธรรมชาติ

ง. ใช้พื้นที่บริเวณป่าชายเลนเป็นแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเศรษฐกิจ

23. ข้อใดกล่าวถึงการใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าชายเลนในเขตอนุรักษ์ได้ถูกต้อง

ก. การเข้าไปทำมาหากินได้

ข. การเข้าไปปลูกป่าทดแทนได้

ค. การเข้าไปอาศัยอยู่เป็นการถาวร

ง. การเข้าไปจับจองเป็นพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

24. ข้อใดต่อไปนี้อาจไม่ใช่ประโยชน์ด้านป่าไม้ของป่าชายเลน

ก. ทำเสาเข็ม

ข. เป็นไม้ค้ำยัน

ค. เป็นแหล่งอาหารของสัตว์น้ำ

ง. ใช้ปลูกสร้างบ้านเรือน

25. ข้อใดเป็นประโยชน์ **ทางอ้อม** ของป่าชายเลน
- ก. เป็นแนวป้องกันการกัดเซาะชายฝั่ง      ข. ใช้เป็นพื้นที่หุงต้มอาหาร  
ค. นำมาทำเผาถ่าน      ง. นำมาประกอบอาหาร
26. นักเรียนสามารถมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ป่าชายเลนได้เหมาะสม **ยกเว้น** ข้อใด
- ก. คอยเฝ้าระวังไม่ให้คนมาทำลาย      ข. เชิญชวนให้ผู้ปกครองร่วมกันอนุรักษ์  
ค. ดำเนินการออกกฎหมายอนุรักษ์      ง. ทำโครงการปลูกป่าชายเลนในเขตอนุรักษ์
27. ข้อใดเป็นการ **ฟื้นฟู** สภาพป่าชายเลน
- ก. ไม่เข้าไปทำประโยชน์ในป่าชายเลน      ข. ตัดไม้มาใช้ตามความจำเป็น  
ค. ปลูกป่าทดแทนในพื้นที่ทิ้งร้าง      ง. เลิกประกอบอาชีพเกี่ยวข้อกับป่าชายเลน
28. การกระทำในข้อใดเป็นการอนุรักษ์ป่าชายเลน
- ก. นายแดง หันมาใช้เตาแก๊สแทนเตาถ่าน  
ข. ลุงแกละ ตัดไม้โกงกางมาเผาถ่านแล้วปลูกทดแทน  
ค. สมชาย เลือกตัดเฉพาะไม้โกงกางที่ได้ขนาดมาเผาถ่าน  
ง. ป้าศรี เลี้ยงปูทะเลในบ่อแทนการจับในทะเล
29. ข้อใด **ไม่ใช่** แนวทางการอนุรักษ์ป่าชายเลน
- ก. ให้ความรู้ ความเข้าใจ ถึงความสำคัญของป่าชายเลน  
ข. ส่งเสริมการครอบครองที่ดินว่างเปล่าบริเวณป่าชายเลน  
ค. สนับสนุนการปลูกป่าชายเลนอย่างต่อเนื่อง  
ง. ปรับปรุงกฎหมาย ข้อบังคับเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าชายเลน
30. ถ้านักเรียนพบกลุ่มคนที่รุกป่า และตัดไม้ **พื้นที่ป่าสงวน** นักเรียนควรทำอย่างไร
- ก. เข้าไปห้าม      ข. แจ้งครู  
ค. แจ้งผู้ปกครอง      ง. แจ้งเจ้าหน้าที่ป่าไม้

☺ ขอให้โชคดีทุกคน นะคะ....

ภาคผนวก ญ

การวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินความพึงพอใจ

**การวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินความพึงพอใจ  
ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา  
เรื่อง ป่าชายเลน**

ตารางที่ 22 แสดงค่าการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจของ  
กลุ่มตัวอย่างที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง  
360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน

ข้อ	ระดับความคิดเห็น					สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม	IOC	
1	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
2	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
4	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
5	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
6	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
7	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
8	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
9	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
10	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
11	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
12	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
ค่า IOC เฉลี่ยรวม					1.00	

ภาคผนวก ก

แบบสอบถามความพึงพอใจ ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ ฯ เรื่อง ป่าชายเลน

**แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามา  
เสมือนจริง 360 องศา เรื่อง“ป่าชายเลน”สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**

**คำชี้แจง :** แบบสอบถามฉบับนี้ สร้างขึ้นมาเพื่อสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง เรื่อง “ป่าชายเลน”

**คำแนะนำ :** ในการตอบแบบสอบถาม ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่นักเรียนเห็นด้วยเพียงข้อเดียว โดยจัดระดับของความคิดเห็น ไว้ดังนี้

ระดับ 5	หมายถึงมากที่สุด	ระดับ 2	หมายถึงน้อย
ระดับ 4	หมายถึงมาก	ระดับ 1	หมายถึงน้อยที่สุด
ระดับ 3	หมายถึงปานกลาง		

รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
<b>1. ด้านเนื้อหา</b>					
1.1 เนื้อหาเข้าใจง่าย					
1.2 เนื้อหามีความน่าสนใจ					
1.3 เนื้อหามีประโยชน์					
<b>2. ด้านภาพและตัวอักษร</b>					
2.1 ภาพชัดเจน น่าสนใจ					
2.2 ภาพประกอบสวยงาม เหมาะสมสอดคล้องเนื้อหา					
2.3 ตัวอักษรอ่านง่าย ชัดเจน					
2.4 รูปแบบตัวอักษรเหมาะสม					
<b>3. ด้านการนำเสนอบทเรียน</b>					
3.1 ผู้เรียนสามารถเลือกบทเรียนได้ตามความสนใจ					
3.2 ความเหมาะสมของเวลาในการใช้บทเรียน					
<b>4. ภาพรวมของบทเรียนคอมพิวเตอร์</b>					
4.1 หลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์แล้วนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ ป่าชายเลน เพิ่มขึ้น					
4.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ ให้นักเรียนมีความสนุกสนานกับการเรียนรู้					
4.3 โดยภาพรวมนักเรียนคิดว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์มีคุณค่า ในระดับใด					

ข้อเสนอแนะอื่นๆ.....  
.....

ภาคผนวก ก  
แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 2 ด้าน

**แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้วยสื่อมัลติมีเดียแบบภาพพานอรามาเสมือนจริง**  
**360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน**  
**ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดสมุทรสาคร**

**วัตถุประสงค์** เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสมของเนื้อหาในบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

**คำชี้แจง** โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ตามความเห็นของท่าน ตามระดับความคิดเห็นที่จัดไว้ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง มากที่สุด      ระดับ 4 หมายถึง มาก  
 ระดับ 3 หมายถึง ปานกลาง      ระดับ 2 หมายถึง น้อย  
 ระดับ 1 หมายถึง น้อยที่สุด

รายการ	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
<b>1. ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง</b> 1.1 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1.2 ความถูกต้องของเนื้อหา 1.3 ลำดับขั้นในการนำเสนอเนื้อหา 1.4 ความชัดเจนในการนำเสนอเนื้อหา 1.5 ความน่าสนใจในการดำเนินเรื่อง 1.6 ปริมาณของเนื้อหาในแต่ละบทเรียน 1.7 ความเหมาะสมของเนื้อหาต่อบรรยากาศการเรียนรู้					
<b>2. ข้อความ รูปภาพ และภาษา</b> 2.1 ความถูกต้องของรูปภาพตามเนื้อหา 2.2 ความถูกต้องตามหลักภาษา 2.3 ความถูกต้องของข้อความที่ใช้ในการเชื่อมโยงเนื้อหา 2.4 ความสอดคล้องระหว่างรูปภาพกับคำบรรยาย 2.5 ความถูกต้องของสัญลักษณ์ (Icon) ที่ใช้กับเนื้อหา					

ข้อเสนอแนะอื่นๆ.....

.....

**แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้วยสื่อมัลติมีเดียแบบภาพพานอรามาเสมือนจริง**  
**360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน**  
**ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดสมุทรสาคร**

**วัตถุประสงค์** เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสมของรูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตสื่อ

**คำชี้แจง** โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ตามความเห็นของท่าน ตามระดับความคิดเห็นที่จัดไว้ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง มากที่สุด      ระดับ 4 หมายถึง มาก  
 ระดับ 3 หมายถึง ปานกลาง      ระดับ 2 หมายถึง น้อย  
 ระดับ 1 หมายถึง น้อยที่สุด

รายการ	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
<b>1. ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง</b>					
1.1 ความเหมาะสมของภาพในการสื่อความหมาย					
1.2 ความเหมาะสมของปริมาณภาพกับเนื้อหา					
1.3 ความกลมกลืนของภาพที่ใช้					
<b>2. การออกแบบหน้าจอ</b>					
2.1 รูปแบบของตัวอักษรที่ใช้ อ่านได้ง่าย					
2.2 ขนาดของตัวอักษรในการนำเสนอเหมาะสม					
2.3 ความชัดเจนของการใช้สีของตัวอักษร					
2.4 ความชัดเจนของตัวอักษรบนพื้นสีต่าง ๆ					
2.5 ความเหมาะสมของพื้นที่หลังของบทเรียน					
<b>3. ด้านการนำเสนอบทเรียน</b>					
3.1 ความเหมาะสมของการออกแบบหน้าจอ					
3.2 ความเหมาะสมของเทคนิคการนำเสนอบทเรียน					
3.3 ความเหมาะสมของจำนวนกรอบภาพ					

ข้อเสนอแนะอื่นๆ.....

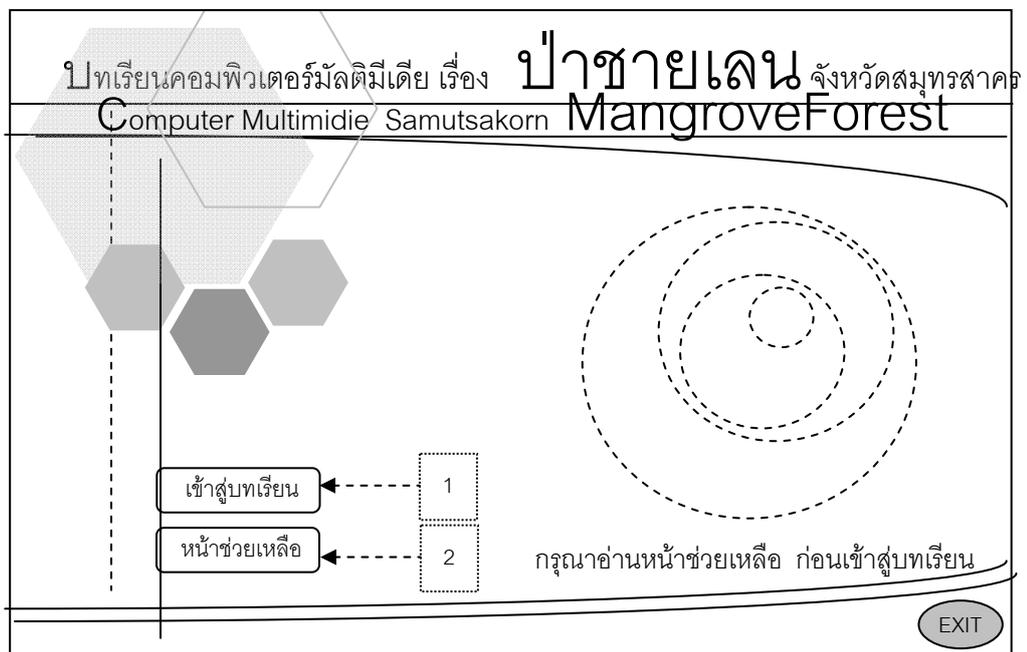
.....

ภาคผนวก ฐ

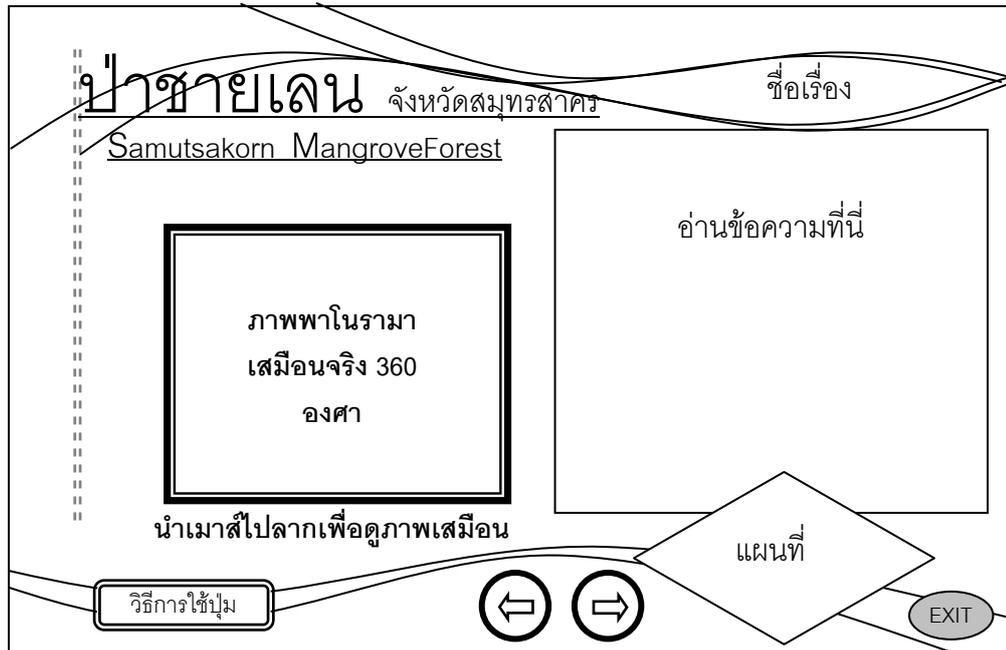
ตัวอย่างสตอรี่บอร์ด (Story Board) บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย  
เรื่อง ป่าชายเลน



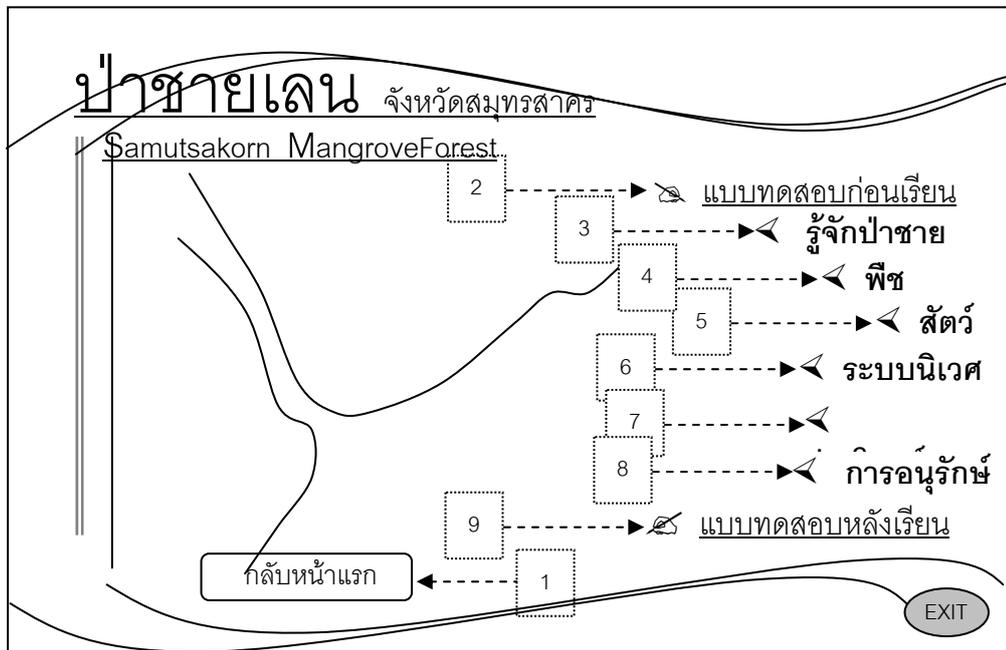
ภาพที่ 19 แสดงภาพสตอรี่บอร์ด หน้าแรกของบทเรียนคอมพิวเตอร์



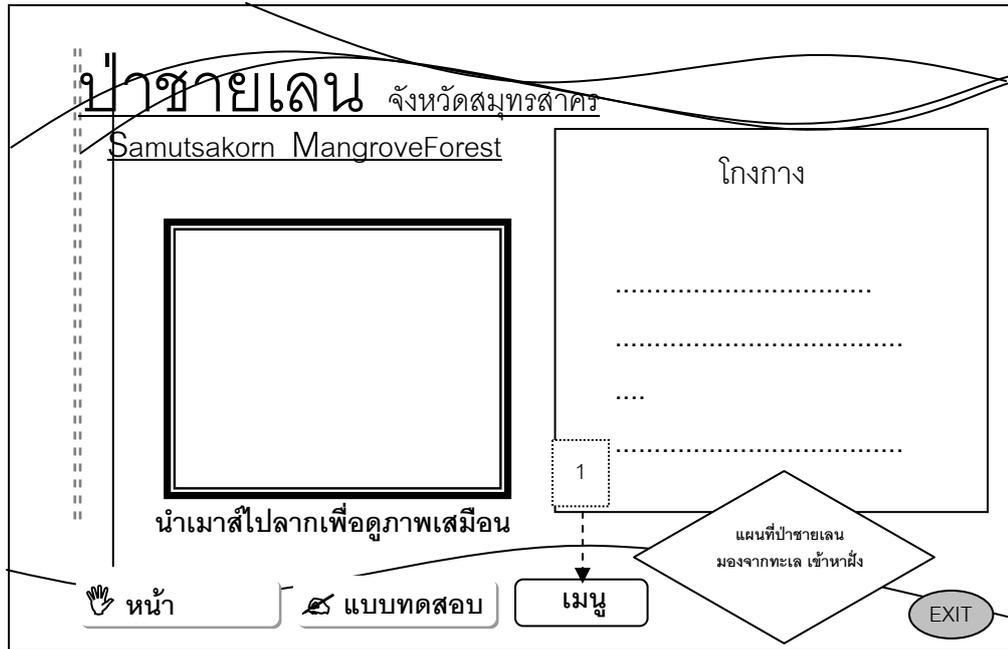
ภาพที่ 20 แสดงภาพสตอรี่บอร์ด หน้าก่อนเข้าสู่บทเรียนคอมพิวเตอร์



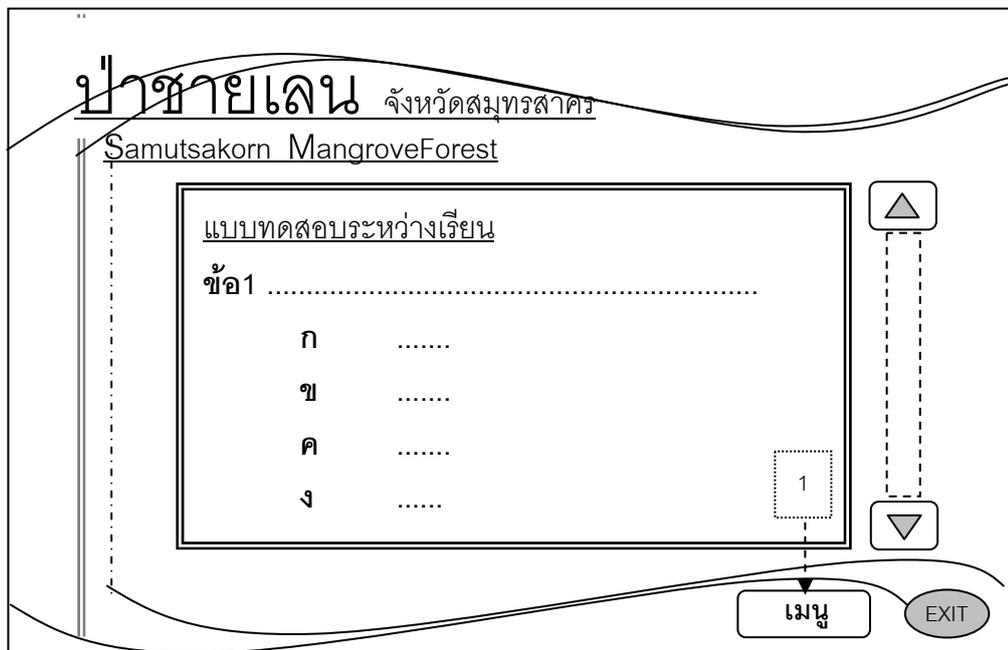
ภาพที่ 21 แสดงภาพสตอรี่บอร์ด หน้าวิธีการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์



ภาพที่ 22 แสดงภาพสตอรี่บอร์ด หน้าเมนูหลักของบทเรียนคอมพิวเตอร์



ภาพที่ 23 แสดงภาพสตอรี่บอร์ด หน้าี่แสดงการเเรียนด้วยภาพพาโนรามา 360 องศา



ภาพที่ 24 แสดงภาพสตอรี่บอร์ด หน้าแบบทดสอบระหว่างเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างบทภาพยนตร์ (Clip VDO) เรื่อง ป่าชายเลน

## ตารางที่ 23 บทโทรทัศน์ เรื่อง องค์ความรู้เรื่องป่าชายเลน

ภาพ	ลักษณะการถ่าย	เสียง
<b>Scene Intro</b>		
1. Insert Counter Number	SE. 5 Second	
2. Caption ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากร เสนอ	Fade in DSK Mid Center Fade out	เสียงดนตรี Fade in
<b>Scene 1 ป่าชายเลน ชายฝั่งทะเล</b>		
2. ภาพป่าโกงกาง ช่วงเวลาน้ำลงและน้ำขึ้นสูงสุด ตอนกลางวัน	Cut LS -> Pan Right->	เสียงดนตรี Fade down 2. ป่าชายเลน หรือป่าโกงกาง (Mangrove forest) คือ กลุ่มของสังคมพืช ซึ่งขึ้นอยู่ชายฝั่งทะเลที่เป็นดินเลน บริเวณปากแม่น้ำ หรือ อ่าว เป็นเขตที่มีน้ำขึ้นสูงสุด และน้ำลงต่ำสุด
2. ภาพต้นโกงกาง ปุ่มแสม ปลาตีน	Cut CU -> Cut	2. ประกอบไปด้วย พันธุ์ไม้ และสัตว์ ต่างๆ หลายชนิด
<b>Scene 2 ป่าชายเลน มองจากด้านในฝั่ง</b>		
1. ภาพต้นไม้ในป่าชายเลนถ่ายจากด้านในฝั่ง	LS -> Pan Left-> Cu	พันธุ์ไม้ในป่าชายเลนจะมีลักษณะที่แตกต่างจากพันธุ์ไม้ในป่าชนิดอื่นๆ เนื่องจากต้องมีการปรับตัวให้ดำรงอยู่ได้ จากสภาพน้ำขึ้นน้ำลง และสภาพความเค็มของดินเลนบริเวณชายฝั่งทะเล
2. ภาพรากต้นโกงกางที่อยู่ชายฝั่งติดทะเลเวลาน้ำลง	MS -> Hight Angle Zoom in -> Cut	

## ตารางที่ 22 (ต่อ)

ภาพ	ลักษณะการถ่าย	เสียง
4. ภาพป่าชายเลน ถ่ายจากชายฝั่งด้านนอกหยุดภาพที่ต้นโกงกาง	LS-> Pan Right->  Cut	พันธุ์ไม้หลายชนิดในป่าชายเลน จะมีการขึ้นที่ต่างกัน โดยจะขึ้นอยู่กับการขึ้นลงของน้ำทะเล และระดับความเค็มของน้ำในดิน โดยพันธุ์ไม้ที่ขึ้นด้านหน้าสุด ได้แก่ ต้นแสม
5. ภาพต้นโกงกาง /รากต้นโกงกางที่แตกแขนงออกจากลำต้นไปยังพื้นเลน	MS -> Zoom in->  Cut	โกงกาง และลำพู จนไปถึงด้านในคือ ไม้ถั่ว ไม้โปรง ไม้ผาด ตะบูน ประททะเล และชะครามตามลำดับ โดยพันธุ์ไม้เหล่านี้จะขึ้นตามระดับการท่วมถึงของน้ำทะเล และสามารถทนต่อระดับความเค็มของดินได้ตามลำดับ
6. ภาพรากต้นไม้ในป่าชายเลน  ภาพรากค้ำจุนของต้นโกงกาง	MS->tiit down  MS -> Zoom in->  CU  Cut	พรรณไม้ป่าชายเลนนั้น มีรากพิเศษที่มีลักษณะเฉพาะ โดยสามารถแบ่งได้เป็น4 ชนิด ดังนี้ ชนิดแรก ได้แก่ รากค้ำจุนเป็นรากที่แตกออกมาจากลำต้นขณะที่ยังไม่ถึงพื้นดินจะทำหน้าที่เป็นรากอากาศเมื่อถึงพื้นดินแล้วจะทำหน้าที่ค้ำยันต้นไม้ ให้ตั้งอยู่ในสภาพดินเลนที่อ่อนโดยพบได้จากต้นโกงกาง และด้วยลักษณะพิเศษของรากโกงกางนี้ จึงทำให้ต้นโกงกาง กลายเป็นต้นไม้ที่เป็นสัญลักษณ์ของป่าชายเลน

## ตารางที่ 22 (ต่อ)

ภาพ	ลักษณะการถ่าย	เสียง
7. ภาพรากลั่นแสบ / รากอากาศผุดออกมาจาก ดินเลน	CU->High Angle  Cut	ชนิดที่สอง คือ รากหายใจ พบมากจากรากลั่นแสบ และต้นลำพูทะเล รากชนิดนี้จะแตกออกจากรากแขนงที่อยู่ในดินเลน โดยจะผุดออกจากดินเลนเพื่อทำหน้าที่หายใจ รับอากาศ เมื่อระดับน้ำทะเลขึ้นสูงสุด
8. ภาพรากพูนพอน	CU-> Freeze Motion->  Cut	ชนิดที่สาม คือ รากพูนพอน พบได้ในรากตะบูน มีลักษณะเป็นแผ่นแบนคดเคี้ยวไปตามผิวดิน
9. ภาพรากหายใจคล้ายเข่า	MS -> High Angle Zoom in->Cut CU-> Freeze Motion  Fade out Screen Frame	และชนิดที่สี่ คือ รากหายใจคล้ายเข่า รากชนิดนี้มีลักษณะคดงอคล้ายหัวเข่า ส่วนที่จะสูงขึ้นเหนือระดับพื้นดิน ทำหน้าที่หายใจรับอากาศ มักพบได้จากต้นพังก่าหัวสุ่ม เสียงดนตรี Fade out
1. ภาพสัตว์ปลาตีน  ภาพปลาตีนกำลังเดินบนหาดเลน	Cu->zoom out  zoom in  Cut	นอกจากพรรณไม้ป่าชายเลนแล้วยังมีสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ที่อาศัยในป่าชายเลน ได้แก่ สัตว์น้ำ สัตว์ปีก และสัตว์บก ที่อาศัยอยู่รวมกัน จำนวนมาก โดยเฉพาะ ปลาตีน เป็นปลาที่พบได้เฉพาะพื้นที่ป่าชายเลนเท่านั้น ปลาตีนจึงได้ชื่อว่าเป็นสัญลักษณ์ของสัตว์ในป่าชายเลน

## ตารางที่ 23 (ต่อ)

ภาพ	ลักษณะการถ่าย	เสียง
2. ภาพนกชายเลนบินไป มา บริเวณริมทะเลป่า ชายเลนภาพนกปาก แฉ่นหางดำ ภาพนก ปากซ่อมหางพัด ภาพนกกระยางโทน ใหญ่	LS -> Pan Left->  Cut  CU-> Freeze Motion  Cut	ในป่าชายเลนยังเป็นศูนย์รวมของ สัตว์ปีก หลายชนิด โดยเฉพาะนก ชายเลนชนิดต่างๆ ที่หาดูได้ยาก ทั้ง ที่เป็นนกประจำถิ่น เช่นนกนางนวล นกกระยางโทนใหญ่ และเป็นนกที่ อพยพมาจากทวีปอื่น ๆ เช่น นกปากแฉ่นหางดำ นก ปากซ่อมหางพัด เป็นต้น
3. ภาพสัตว์เศรษฐกิจ ภาพกิ้งกูดดำ กิ้งแกบ้วย ภาพปลากะพง ภาพหอยพิม หอยลาย ภาพปูม้า ปูทะเล	CU-> Freeze Motion  Cut	ป่าชายเลนเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของ สัตว์ที่มีค่าทางเศรษฐกิจหลายชนิด และที่พบมากในพื้นที่ป่าชายเลน ได้แก่ กิ้งแกบ้วย กิ้งกูดดำ กิ้งเคย ปลากะพง ปูทะเล หอยแครง ที่ สำคัญคือ หอยพิม ซึ่งพบมากในป่า ชายเลนของจังหวัดสมุทรสาคร
4. ภาพลิงแสม ภาพแมงดาทะเล ภาพปลาโลมาอิรวดี หรือโลมาหัวบาตร	MS->Hight Angle CU-> Freeze Motion  Fade out Screen Frame	นอกจากนี้ยังมีสัตว์ชนิดอื่นๆ ที่ อาศัยในป่าชายเลนอีกหลายชนิด เช่น ลิงแสมแมงดาทะเล โดยเฉพาะปลาโลมาอิรวดีหรือโลมา หัวบาตร ที่เข้ามาหาอาหาร ในบริเวณปากอ่าวมหาชัย ฝั่งตะวันออก ซึ่งสามารถเป็นตัวชี้วัด ถึงความอุดมสมบูรณ์ของป่าชายเลน ของบริเวณนั้นได้เป็นอย่างดี
Scene 7 การอนุรักษ์ป่าชายเลน		

## ตารางที่ 22 (ต่อ)

ภาพ	ลักษณะการถ่าย	เสียง
1. ภาพป้ายประชาสัมพันธ์ อนุรักษ์ป่าชายเลน	Fade in Screen Frame CU-> Cut	เสียงดนตรี Fade in แนวทางการแก้ไขปัญหาการทำลาย ป่าชายเลนทำ โดยการไม่ทำลาย
2. ภาพการรณรงค์ให้ เข้าใจถึงความสำคัญ ของป่าชายเลน จาก หน่วยงานต่างๆ หรือผู้นำชุมชน	MS->Zoom Out Cut	ป่าชายเลน และรณรงค์ให้ประชาชน ผู้บุกรุกป่าชายเลน เข้าใจถึง ความสำคัญของป่าชายเลน และให้ ความร่วมมือ
3. ภาพคนปลูกป่าชายเลน แปลงป่าโกงกางที่ปลูก ขึ้นทดแทน	MS-> Cut	ทุกคนจึงต้องร่วมมือกันช่วยกัน อนุรักษ์ โดยการไม่ทำลายป่าชาย
4. ภาพป่าชายเลนที่อุดม สมบูรณ์	LS-> Cut	เลน และต้องปลูกพันธุ์ไม้ป่าชายเลน ขึ้นมา เพื่อทดแทนป่าชายเลนที่ถูก ทำลายไป ซึ่งเป็นการปกป้องรักษา ผืนป่าชายเลนที่มีค่าอันเป็น แหล่งอาหารที่สำคัญให้ยั่งยืนต่อไป
5. The end	Fade Out Screen Frame	Fade out Music

ภาคผนวก คม

ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

แบบภาพพาโนรามาเสมือนจริง 360 องศา เรื่อง ป่าชายเลน



ภาพที่ 25 แสดงหน้าจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียนคอมพิวเตอร์



ภาพที่ 26 แสดงหน้าภาพเคลื่อนไหวองค์ความรู้เกี่ยวกับป่าชายเลน



ภาพที่ 27 แสดงหน้าเมนูหลักของบทเรียนคอมพิวเตอร์



ภาพที่ 28 แสดงหน้าวิธีการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์



ภาพที่ 29 แสดงหน้าจุดการเรียนรู้ที่เป็นภาพพาโนรามา 360 องศา



ภาพที่ 30 แสดงหน้าบทเรียนเรื่องพันธุ์ไม้ในป่าชายเลน



ภาพที่ 31 แสดงหน้าบทเรียนเรื่องการแบ่งเขตพื้นที่ชุ่มน้ำในป่าชายเลน



ภาพที่ 32 แสดงหน้าบทเรียนเรื่องระบบนิเวศในป่าชายเลน



ภาพที่ 33 แสดงหน้าบทเรียนเรื่องสัตว์ที่อาศัยบริเวณป่าชายเลน



ภาพที่ 34 แสดงหน้าแบบทดสอบหลังเรียน



ภาพที่ 35 แสดงหน้าผลคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน



ภาพที่ 36 แสดงหน้าผู้จัดทำบทเรียนและอาจารย์ที่ปรึกษา

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ - สกุล	นายณภดล ฤกษ์สิริศุภกร
ที่อยู่	18 หมู่ 1 ตำบลหนองบัว อำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร 74120 โทรศัพท์ 086-6554421
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2523	สำเร็จการศึกษาระดับอนุบาล โรงเรียนวันทามารีอา จังหวัดราชบุรี
พ.ศ. 2529	สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษา โรงเรียนวัดหลักสี่ราษฎร์สโมสร อำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร
พ.ศ. 2532	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนวัดหลักสี่พัฒนราษฎร์อุปถัมภ์ อำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร
พ.ศ. 2535	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนวัดธรรมรียาภิรมย์ อำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร
พ.ศ. 2539	สำเร็จการศึกษาคณะครุศาสตร์บัณฑิต สาขาการประถมศึกษา สถาบันราชภัฏนครปฐม
พ.ศ. 2546	ศึกษาต่อระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยี การศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พ.ศ. 2551	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชา เทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร