

การพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน  
เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น

DEVELOPMENT OF TUTORING WEB BASED INSTRUCTION  
ON BASIC GRAPH THEORY

วัชรารัตน์ ทรังคัสันต์

WATCHARARATH TRANGKASAN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของกรณีศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์)

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2549

ISBN 974-15-2221-5

การพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน  
เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น

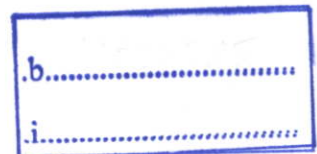
DEVELOPMENT OF TUTORING WEB BASED INSTRUCTION  
ON BASIC GRAPH THEORY



วัชรารัสมิ ตรังคสันต์

WATCHARARATH TRANGKASAN

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน..... 63466  
วัน,เดือน,ปี 29 ส.ค. 2549



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์)  
บัณฑิตวิทยาลัย  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2549

ISBN 974-15-2221-5

**DEVELOPMENT OF TUTORING WEB BASED INSTRUCTION  
ON BASIC GRAPH THEORY**

**WATCHARARATH TRANGKASAN**

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF SCIENCE IN SCIENCE EDUCATION (COMPUTER)  
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

**2006**

**ISBN 974-15-2221-5**

**COPYRIGHT 2006**

**SCHOOL OF GRADUATE STUDIES**

**KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อการทบทวน เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น
นักศึกษา	นางสาววัชรารัตน์ ตรีรงค์สันต์
รหัสประจำตัว	46065702
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	การศึกษาวิทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์)
พ.ศ.	2549
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พิระวุฒิ สุวรรณจันทร์

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาคุณภาพ ประสิทธิภาพ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 4 โดยตั้งสมมติฐานไว้ว่า การพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวนนี้ มีคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไป มีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น สูงกว่าก่อนเรียน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 ชั้นปีที่ 2 (มัธยมศึกษาปีที่ 5) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 โรงเรียนอัสสัมชัญ เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร ซึ่งใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multistage Sampling) ประกอบด้วยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) จำนวน 1 ห้อง และวิธีการสุ่มอย่างง่าย ด้วยการจับสลาก ได้นักเรียนจำนวน 30 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 20 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.37 – 0.77 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.27 – 0.67 และค่าความเชื่อมั่นเป็น 0.99

ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.81$ ) และด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.83$ ) มีประสิทธิภาพ 82.67/85.67 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

<b>Thesis Title</b>	Development of Tutoring Web Based Instruction on Basic Graph Theory
<b>Student</b>	Miss Watchararath Trangkasan
<b>Student ID.</b>	46065702
<b>Degree</b>	Master of Science
<b>Programme</b>	Science Education (Computer)
<b>Year</b>	2006
<b>Thesis Advisor</b>	Assistant Professor Dr. Lertlak Klinhom
<b>Thesis Co-Advisor</b>	Assistant Professor Peerawut Suwanjan

## **ABSTRACT**

The purposes of this research were to develop and determine the quality and efficiency as well as to compare the outcome of students pre-test and post-test achievement related to the tutoring of web based instruction on basic graph theory. The hypotheses of the research were that the development quality on tutoring of web based instruction would be at good level with the efficiency not less than 80/80 and that post-test achievement scores after studying the tutoring web based instruction on basic graph theory would be higher than the pre-test achievement scores.

The samples of this research were 30 students in forth secondary level (Mathayom Suksa 5) in the second semester of the academic year 2005 at Assumption College, Bangrak Bangkok. The samples were selected by multistage sampling methods which are cluster sampling and simple random sampling.

The research instruments were the tutoring web based instruction on basic graph theory and the achievement test comprised 20 items possessing the degree of difficulty ranging from 0.37-0.77, the degree of discrimination from 0.27-0.67 and the reliability coefficient of 0.99

The results of this research were as the followings: 1) the development quality of tutoring on web-based instruction on basic graph theory in terms of the content and the media production technique was at excellent level  $\bar{X} = 4.81$  and  $\bar{X} = 4.83$  respectively with its efficiency at 82.67/85.67, and 2) post-achievement test scores after studying the tutorial web based instruction on basic graph theory were higher than the pre-test scores at .05 significant level. Accordingly, the results were consistent with the hypotheses.

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างดีด้วยความอนุเคราะห์จาก ผศ.ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ ผศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ให้คำปรึกษา ช่วยเหลือ ตรวจสอบ แก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ ตลอดจนคำแนะนำต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ จนสำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.รวีวรรณ ชินะตระกูล, ผศ.ไพฑูรย์ พิมดิ และ รศ.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ ซึ่งเป็นคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้คำแนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์วนิดา นิรมาน, อาจารย์มลวิภา เผ่าจินดา, อาจารย์ทองคว่น ไชยชนะ, ผศ.อรรถพร ฤทธิเกิด, นายสมเกียรติ ดันตวิงศ์วามิช และอาจารย์อรรถกร ศิริบุญ ที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือประเมินคุณภาพทางด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อต่อการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณ โรงเรียนอัสสัมชัญที่ให้การสนับสนุน รวมทั้งอาจารย์ณรงค์ วีระประจักษ์, อาจารย์สมโภช โพธิ์สินสมวงศ์ และอาจารย์ปราวินา อ่ำทอง ที่ให้คำแนะนำและช่วยเหลือในด้านเนื้อหา, การออกแบบสื่อ และการทำฐานข้อมูล ตลอดจนอาจารย์ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ คำแนะนำต่างๆ และให้ความอนุเคราะห์ในการทดลองเครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัววงศ์สันต์ ที่ให้ความรัก ความห่วงใย ดูแลเอาใจใส่ ให้กำลังใจ ให้การสนับสนุน และความช่วยเหลือในทุกด้านตลอดมาจนสำเร็จการศึกษา

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนและบุคคลที่ผู้วิจัยไม่ได้กล่าวไว้ในที่นี้ ที่ให้ความช่วยเหลือให้คำแนะนำในด้านต่างๆ และเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

คุณค่า และประโยชน์ใดๆ ที่เป็นผลจากการทำวิทยานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ คุณพ่อ คุณแม่ ครู-อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน ด้วยความเคารพยิ่ง

วัชรารัตน์ ตรังคสันต์

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญรูป.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 สมมุติฐานของการวิจัย.....	3
1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	3
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	4
1.6 คำศัพท์นิยามเฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 4.....	7
2.2 บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.....	9
2.3 การวางแผนและออกแบบบทเรียน.....	19
2.4 การประเมินบทเรียน.....	32
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	41
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	45
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	45
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	45
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	55
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	56

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
<b>บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....</b>	<b>58</b>
4.1 ผลการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต .....	58
4.2 ผลการหาคุณภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต .....	59
4.3 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต .....	61
4.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียน ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.....	61
<b>บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....</b>	<b>63</b>
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	63
5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	65
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	67
<b>บรรณานุกรม .....</b>	<b>69</b>
<b>ภาคผนวก .....</b>	<b>73</b>
ภาคผนวก ก แบบประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.....	74
ภาคผนวก ข แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน .....	77
ภาคผนวก ค ตัวอย่างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.....	85
ภาคผนวก ง เนื้อหาเรื่องเรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น .....	91
<b>ประวัติผู้เขียน .....</b>	<b>106</b>

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 เนื้อหารายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 4 รหัสวิชา ค 40204 .....	8
2.2 เกณฑ์ประสิทธิภาพ.....	39
3.1 คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต....	52
4.1 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพด้านเนื้อหาของผ่านเครือข่าย อินเทอร์เน็ต .....	59
4.2 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของบทเรียน ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.....	60
4.3 ประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.....	61
4.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียน ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต .....	61

# สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แบบจำลองการออกแบบการสอน ADDIE Model.....	28
3.1 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.....	49
3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน .....	53
3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.....	55

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ ระเบียบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม อีกทั้งยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนั้น คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยพัฒนามนุษย์ให้สมบูรณ์ มีความสมดุลทั้งทางร่างกาย จิตใจ สติปัญญา และอารมณ์ สามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

คณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรม และมีโครงสร้างซึ่งประกอบด้วย กำนินิยาม บทนิยาม สัจพจน์ ที่เป็นข้อตกลงเบื้องต้น จากนั้นจึงใช้หลักและเหตุผลที่สมเหตุสมผลสร้างทฤษฎีบทต่าง ๆ ขึ้น และนำไปใช้อย่างเป็นระบบ ซึ่งคณิตศาสตร์มีความถูกต้องเที่ยงตรง คงเส้นคงวามีระเบียบแบบแผนเป็นเหตุเป็นผล และมีความสมบูรณ์ในตัวเอง รวมทั้งยังเป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ที่ศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบและความสัมพันธ์ เพื่อให้ได้ข้อสรุปและนำไปใช้ประโยชน์ ซึ่งคณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นภาษาสากลที่ทุกคนเข้าใจตรงกันในการสื่อสาร สื่อความหมาย และถ่ายทอดความรู้ระหว่างศาสตร์ต่าง ๆ (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. 2546 : 1-2)

ทฤษฎีกราฟ เป็นส่วนหนึ่งในคณิตศาสตร์ ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ทางด้านต่างๆ ได้ เช่น ทางด้านวิทยาศาสตร์ ทางด้านธุรกิจ ทางด้านสังคม และทางด้านอื่นๆ เพราะปัญหาที่เกิดขึ้นสามารถจัดให้อยู่ในรูปแบบของกราฟ โดยที่กราฟจะจำลองปัญหาซึ่งเน้นความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ (สมชาย ประสิทธิ์จูตระกูล และวิทยา วัชรวิทยากุล. 2536 : 4) กราฟมีโครงสร้างที่ง่าย ๆ ซึ่งประกอบไปด้วยจุด และเส้นที่เชื่อมต่อระหว่างจุด 2 จุด จึงทำให้การนำเอากราฟไปใช้ในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เป็นไปได้โดยง่าย ตัวอย่างหนึ่งที่เราเห็นได้ชัดเจนคือ ข่ายงานการสื่อสาร (Communication Network) ซึ่งประกอบไปด้วยศูนย์การสื่อสาร และเครือข่ายการติดต่อระหว่างศูนย์ ในการจำลองแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เรานำกราฟไปใช้ โดยใช้จุดแทนศูนย์การสื่อสาร และเส้นแทนเครือข่ายการติดต่อระหว่างศูนย์ สถานการณ์มากมายที่สามารถแสดงความสัมพันธ์ได้โดยใช้แผนภาพที่ประกอบด้วยเซตของจุดกับเส้นที่เชื่อมโยงจุดเหล่านั้น สถานการณ์ที่มีลักษณะเป็นคณิตศาสตร์นามธรรม (Mathematical Abstract) นี้นำไปสู่

มโนคติของกราฟ (นวัตน์ อนันต์จีน. 2540 : 1-5) และยังสามารถนำเอากราฟไปใช้ประโยชน์ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้มากมาย เช่น ปัญหาเกี่ยวกับการสร้างเครือข่ายของศูนย์บริการโทรศัพท์ ปัญหาเกี่ยวกับการจราจร ปัญหาเกี่ยวกับการออกแบบอาคารต่าง ๆ เป็นต้น ดังนั้น จึงมีการศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีกราฟเพื่อแสวงหาข้อเท็จจริงต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการแก้ปัญหาดังกล่าว (สมัย เหล่าวานิชย์ และพัชรพรณ เหล่าวานิชย์. 2547 : 161-162)

โรงเรียนอัสสัมชัญ ได้มีการจัดการเรียนการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 4 รหัสวิชา ค 40204 เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 ชั้นปีที่ 2 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5) สำหรับบทเรียนนี้จะกล่าวถึงเนื้อหาเพียงบางส่วนซึ่งอยู่ในทฤษฎีกราฟเท่านั้น ซึ่งจะประกอบด้วย หัวข้อต่าง ๆ ดังนี้ ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับทฤษฎีกราฟ ระดับชั้น กราฟออยเลอร์ และการประยุกต์ของกราฟ

ซึ่งการเรียนรู้เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้นเป็นเรื่องใหม่ และยังขาดสื่อที่ใช้ประกอบการสอน จึงจำเป็นต้องมีการส่งเสริม และเผยแพร่ทบทวนความรู้ อีกทั้งเนื้อหาของเรื่องนี้ยังเป็นเรื่องของสมการทางคณิตศาสตร์ การสร้างกราฟต่าง ๆ อาจจะใช้เวลานานสำหรับครูผู้สอนในการใช้สื่อจากกระดานดำวาดรูปภาพกราฟประกอบการสอน ดังนั้น ผู้วิจัยได้หาแนวทางในการแก้ไขปัญหา โดยการพัฒนาสื่อสำหรับการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนของผู้เรียน สามารถทบทวนเนื้อหาได้ทุกที่ทุกเวลาด้วยตนเอง และสามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และค้นหาข้อมูลต่าง ๆ จากอินเทอร์เน็ตได้

การเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Web-Based Instruction) เป็นการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนที่ประยุกต์ใช้คุณลักษณะของอินเทอร์เน็ต โดยนำทรัพยากรที่มีอยู่ใน เวิลด์ ไวด์ เว็บ (World Wide Web) มาเป็นสื่อกลางเพื่อส่งเสริมสนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ ในรูปแบบต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นแหล่งข้อมูล อ้างอิง เอกสารประกอบการเรียน บทเรียนสำเร็จรูป หรือแม้กระทั่งหลักสูตรวิชา เนื่องจาก เวิลด์ ไวด์ เว็บ เป็นบริการบนอินเทอร์เน็ตที่มีแหล่งข้อมูลอยู่มากมาย และหลายรูปแบบ โดยอาศัยคุณลักษณะของการเชื่อมโยงหลายมิติ (Hyperlink) ทั้งในรูปแบบของข้อความหลายมิติ (Hypertext) หรือสื่อหลายมิติ (Hypermedia) เพื่อเชื่อมโยงแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องไว้ด้วยกัน การเรียนการสอนผ่านเว็บจึงจัดเป็นรูปแบบการนำอินเทอร์เน็ตมาใช้ในการจัดการศึกษารูปแบบหนึ่งที่มีประโยชน์มาก เพราะเป็นการนำประโยชน์ของเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการ ค้นคว้าข้อมูลในการเรียนรู้ด้วยตนเอง และเป็นการสนองตอบแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นหลัก นั่นคือมีใช้การสอนที่เป็นการถ่ายทอดความรู้จากผู้สอน แต่เพียงฝ่ายเดียว แต่เป็นการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วยวิธีการที่หลากหลาย และเกิดขึ้นได้ตลอดเวลาทุกสถานที่ โดยใช้เทคโนโลยีและสื่อสารสารสนเทศต่างๆ ให้เป็นประโยชน์ ซึ่งสื่อต่างๆ เหล่านี้สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และแก้ปัญหาได้อย่างอิสระ (ณัฐกร สงคราม. 2547)

[Internet]

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญและสนใจที่จะวิจัยพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น เพื่อให้ได้สื่อการเรียนการสอนที่มีคุณภาพ และประสิทธิภาพ ตรงตามวัตถุประสงค์ ซึ่งบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้สอนในการจัดเตรียมการสอนล่วงหน้า และเป็นสื่อในการสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้ามาศึกษาทบทวนบทเรียนได้ทุกที่ทุกเวลา ผู้วิจัยคิดว่าการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในครั้งนี้จะส่งผลสัมฤทธิ์ต่อการเรียน และเป็นแนวทางในการผลิตสื่อผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้นที่มีคุณภาพ

1.2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น

1.2.3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น

## 1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1 การพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น มีคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไป

1.3.2 การพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น มีประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

1.3.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น สูงกว่าก่อนเรียน

## 1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้พัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้เทคนิคการออกแบบบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่ดัดแปลงมาจากกระบวนการเรียนการสอนของ Gange' (รุจโรจน์ แก้วอุไร. 2547) [Internet]. คือ

1. ได้รับความสนใจ (gain attention) เพื่อกระตุ้นและจูงใจแก่ผู้เรียน

2. บอกวัตถุประสงค์ (specify objectives) ในการเรียนบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตให้ผู้เรียนได้รู้ล่วงหน้า

3. เสนอเนื้อหาใหม่ (present new information) การเสนอเนื้อหาของการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์

4. ชี้แนวทางการเรียนรู้ (guide learning) เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้และประสบการณ์โดยรวมกันเป็นความรู้ใหม่

5. กระตุ้นการตอบสนอง (elicit responses) เพื่อให้ผู้เรียนได้ร่วมกระทำในกิจกรรมต่าง ๆ

6. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (provide feedback) เป็นการเร้าความสนใจแก่ผู้เรียน

7. ทดสอบความรู้ (assess performance) เป็นการประเมินการเรียน

## 1.5 ขอบเขตของการวิจัย

### 1.5.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ช่วงชั้นที่ 4 ชั้นปีที่ 2 (มัธยมศึกษาปีที่ 5) ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2548 โรงเรียนอัสสัมชัญ เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร จำนวนทั้งหมด 300 คน จำนวน 6 ห้อง

### 1.5.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ช่วงชั้นที่ 4 ชั้นปีที่ 2 (มัธยมศึกษาปีที่ 5) ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2548 โรงเรียนอัสสัมชัญ เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร ซึ่งใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multistage Sampling) ประกอบด้วยการสุ่มตัวอย่างแบบเป็นกลุ่ม (Cluster Sampling) จำนวน 1 ห้อง และวิธีการสุ่มอย่างง่าย ด้วยการจับสลาก ได้นักเรียนจำนวน 30 คน

### 1.5.3 เนื้อหารายวิชา

เนื้อหาที่ใช้ในการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น วิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 4 มีเนื้อหา ดังนี้

1. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับทฤษฎีกราฟ
2. ระดับชั้น
3. วิธีและวัฏจักร

#### 1.5.4 ตัวแปรที่ศึกษา คือ

1. ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ข้อ 1 และ ข้อ 2 คือ
  - 1.1 คุณภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น
  - 1.2 ประสิทธิภาพของผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น
2. ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ข้อ 3 จำแนกเป็น
  - 2.1 ตัวแปรต้น คือ การเรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น
  - 2.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น

#### 1.6 คำศัพท์นิยามเฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

- 1.6.1 ผู้เรียน หมายถึง นักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 ชั้นปีที่ 2 (มัธยมศึกษาปีที่ 5) ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2548 โรงเรียนอัสสัมชัญ เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร
- 1.6.2 บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน หมายถึง บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 4 สำหรับผู้เรียน โดยอาศัย เวิร์ด ไซด์ เว็บบ เป็นสื่อกลางในการเรียนระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนในลักษณะของบทเรียนที่ประกอบด้วยเนื้อหา แบบฝึกหัด และรูปภาพ ซึ่งในการออกแบบบทเรียนได้ประยุกต์หลักแนวคิดของ Gagne' มาใช้ 7 เหตุการณ์
- 1.6.3 คุณภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน หมายถึง ผลที่ได้จากการประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 4 ทางด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อ จากผู้ทรงคุณวุฒิ
- 1.6.4 ประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนระหว่างเรียนและหลังเรียน ด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ไม่ต่ำกว่า 80/80 ( $E_1/E_2$ )

80 (E<sub>1</sub>) หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการ ซึ่งคำนวณจากค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผู้เรียนได้ทำแบบทดสอบระหว่างเรียน ด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน ซึ่งไม่ต่ำกว่า 80

80 (E<sub>2</sub>) หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ซึ่งคำนวณจากค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผู้เรียนได้ทำแบบทดสอบหลังเรียน ด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน ซึ่งไม่ต่ำกว่า 80

1.6.5 แบบทดสอบ หมายถึง เครื่องมือที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นเครื่องมือสำหรับไว้ใช้ประเมินผลการเรียน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น

1.6.6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น

## บทที่ 2

# เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้องในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยตามหัวข้อต่อไปนี้

- 2.1 รายวิชาวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 4
- 2.2 บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
- 2.3 การวางแผนและออกแบบบทเรียน
- 2.4 การประเมินบทเรียน
- 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 4

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ ได้จัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 ชั้นปีที่ 2 (มัธยมศึกษาปีที่ 5) รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 4 รหัสวิชา ค 40204 จำนวนหน่วยกิต 1.5 หน่วยกิต ใช้เวลา 3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 20 สัปดาห์ รวม 60 ชั่วโมง /ปีการศึกษา

#### 2.1.1 คำอธิบายรายวิชา

ศึกษา ฝึกทักษะ กระบวนการในสาระต่อไปนี้ เช่น จำนวนเชิงซ้อน ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ความน่าจะเป็น โดยจัดประสบการณ์หรือสร้างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าโดยการปฏิบัติจริง ทดลอง สรุป รายงาน เพื่อพัฒนาทักษะ กระบวนการในการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำประสบการณ์ด้านความรู้ ความคิดทักษะกระบวนการที่ได้ไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และใช้ในชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์ รวมทั้งเห็นคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ สามารถทำงานอย่างเป็นระบบระเบียบ มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ และมีความเชื่อมั่นในตนเอง

#### 2.1.2 การแบ่งหน่วยการเรียนการสอน

เนื้อหาในการเรียนการสอน รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 4 ได้แบ่งออกเป็นบทได้ดังนี้

- บทที่ 1 จำนวนเชิงซ้อน
- บทที่ 2 ความน่าจะเป็น
- บทที่ 3 ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น

ตารางที่ 2.1 เนื้อหารายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 4 รหัสวิชา ค 40204

สัปดาห์	สาระการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
1-7	<b>บทที่ 1 จำนวนเชิงซ้อน</b> - จำนวนเชิงซ้อน - กราฟและค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเชิงซ้อน - จำนวนเชิงซ้อนในรูปเชิงขั้ว - สมการพหุนาม - ทบทวน	20 5 5 6 3 1
7-15	<b>บทที่ 2 ความน่าจะเป็น</b> - กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ - วิธีเรียงสับเปลี่ยน - ทฤษฎีบททวินาม - ความน่าจะเป็น และกฎที่สำคัญบางประการของความน่าจะเป็น - ทบทวน	25 3 5 5 4 7
16-20	<b>บทที่ 3 ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น</b> - ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับทฤษฎีกราฟ - ระดับชั้น - วิถีและวัฏจักร - กราฟออยเลอร์ - การประยุกต์ของกราฟ - ทบทวน	15 1 2 2 4 4 2

ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกเนื้อหาในบทที่ 3 เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น มาพัฒนาเป็นบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน โดยแบ่งเนื้อหาเป็นหน่วยย่อย และกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ดังนี้

#### หน่วยการเรียนรู้ย่อย

หน่วยที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับทฤษฎีกราฟ

- ประวัติของทฤษฎีกราฟ
- แนวคิดของทฤษฎีกราฟ
- บทนิยาม 1
- บทนิยาม 2

- บทนิยาม 3

หน่วยที่ 2 ระดับชั้น

- บทนิยาม 4

หน่วยที่ 3 วิถีและวัฏจักร

- บทนิยาม 5

- บทนิยาม 6

- บทนิยาม 7

- บทนิยาม 8

- บทนิยาม 9

### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับประวัติทฤษฎีกราฟ
2. นักเรียนสามารถแก้ไขปัญหาคณิตศาสตร์ต่าง ๆ โดยใช้กราฟเป็นแบบจำลองได้
3. นักเรียนสามารถหาค่า  $V(G)$  และ  $E(G)$  ของกราฟ  $G$  ใด ๆ ได้
4. นักเรียนสามารถหาความสัมพันธ์ของการประชิด และตกกระทบของกราฟ  $G$  ใด ๆ ได้
5. นักเรียนสามารถบอกชนิดของกราฟวงวน กราฟที่มีหลายชั้น กราฟเชิงเดียว
6. นักเรียนสามารถนำความรู้ของนิยามระดับชั้น ไปใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องได้
7. สามารถบอกได้ว่ามีจำนวนจุดเท่าใด และจุดใดเป็นจุดคู่ หรือจุดคี่
8. นักเรียนสามารถหาความแตกต่างและหาความยาวของแนวเดินปิด แนวเดินเปิด

รอยเดินปิด รอยเดินเปิด วิถี และวัฏจักรได้

## 2.2 บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

### 2.2.1 นิยาม Web Based Instruction

คำนิยาม Web Based Instruction (WBI) คือ “โปรแกรมเพื่อสนับสนุนการจัดการเรียนการสอน ที่มีลักษณะเป็นการเชื่อมโยงสื่อหลายมิติ ซึ่งสามารถจะใช้ทรัพยากร และเครื่องมือต่างๆ ของ เวิลด์ ไวด์ เว็บ ในระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในการสร้างให้เกิดสภาพแวดล้อมที่เอื้อและสนับสนุนต่อ การเรียนการสอน”

Parson (1997) [Internet] ได้ให้ความหมายของการเรียนการสอนผ่านเว็บว่า เป็นการสอนที่นำเอาสิ่งที่ต้องการส่งให้บางส่วนหรือทั้งหมดโดยอาศัยเว็บ โดยเว็บช่วยสอนสามารถกระทำได้ในหลากหลายรูปแบบและหลายขอบเขตที่เชื่อมโยงถึงกัน ทั้งการเชื่อมต่อบทเรียน วัสดุช่วยการเรียนรู้ และการศึกษาทางไกล

Clark (1966) [Internet] ได้ให้คำจำกัดความของการเรียนการสอนผ่านเว็บว่า เป็นการเรียนการสอนรายบุคคลที่นำเสนอ โดยการใช้เครือข่ายคอมพิวเตอร์สาธารณะหรือส่วนบุคคล และแสดงผลในรูปแบบของการใช้เว็บเบราว์เซอร์ สามารถเข้าถึงข้อมูลที่ติดตั้งไว้โดยผ่านเครือข่าย

ปรัชญนันท์ นิลสุข (2543 : 48-52) ได้ให้คำจำกัดความของการเรียนการสอนผ่านเว็บว่า หมายถึง การใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในระบบอินเทอร์เน็ตมาออกแบบ และจัดระบบเพื่อการเรียนการสอน โดยสนับสนุนและส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายเชื่อมโยงเป็นเครือข่ายที่สามารถเรียนได้ทุกที่ทุกเวลา

วิชุดา รัตนเพียร (2542 : 29) ได้กล่าวว่า การเรียนการสอนผ่านเว็บ เป็นการนำเสนอโปรแกรมบทเรียนบนเว็บเพจ โดยนำเสนอผ่านบริการ เวิลด์ ไวด์ เว็บ ในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งผู้ออกแบบและสร้างโปรแกรมการสอนผ่านเว็บจะต้องคำนึงถึงความสามารถ และบริการที่หลากหลายของอินเทอร์เน็ต และนำคุณสมบัติเหล่านั้น มาเพื่อใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอนมากที่สุด

ใจทิพย์ ณ สงขลา (2542 : 18) ได้กล่าวว่า การเรียนการสอนผ่านเว็บ หมายถึง การผนวกคุณสมบัติไฮเปอร์มีเดียเข้ากับคุณสมบัติของเครือข่าย เวิลด์ ไวด์ เว็บ เพื่อสร้างสิ่งแวดล้อมแห่งการเรียนรู้ ในมิติที่ไม่มีขอบเขตจำกัดด้วยระยะทาง และเวลาที่แตกต่างกันของผู้เรียน

การเรียนการสอนผ่านเว็บความหมายโดยรวมจึงหมายถึง การใช้โปรแกรมสื่อหลายมิติที่อาศัยประโยชน์จากคุณลักษณะ และทรัพยากรของอินเทอร์เน็ตและ เวิลด์ ไวด์ เว็บ มาออกแบบเป็นเว็บเพื่อการเรียนการสอน สนับสนุนและส่งเสริมให้เกิด การเรียนรู้ที่มีความหมาย เชื่อมโยงเป็นเครือข่ายที่สามารถเรียนได้ทุกที่ทุกเวลา โดยมีลักษณะที่ผู้สอนและผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กัน โดยผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมโยงซึ่งกันและกัน (สรรรักษ์ ห่อไพศาล. 2547) [Internet]

### 2.2.2 การใช้ Web Based Instruction (WBI) ในการจัดการเรียนการสอน

เทคโนโลยี และลักษณะสำคัญของ เวิลด์ ไวด์ เว็บ ทำให้เว็บเป็นสื่อที่สามารถนำมาใช้เป็นประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอนได้หลากหลายลักษณะ ซึ่งพอจะแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ๆ ได้ 3 กลุ่ม คือ

1. ใช้สำหรับเสริมการเรียนการสอน (Supplementary to Instructional System) คือ การใช้ WBI เพื่อเป็นสื่อเสริม เช่น ใช้ WBI เป็นบทเรียนทบทวน เป็นสื่อในการแสดง ข้อมูลรายวิชา แผนการสอน เอกสารประกอบการสอน เป็นต้น
2. ใช้เป็นส่วนประกอบของการเรียนการสอน (Complementary to Instructional System) คือ การออกแบบและใช้ WBI เป็นกิจกรรมหนึ่งของกระบวนการเรียนการสอนปกติ เช่น ใช้เป็นเครื่องมือในการอภิปรายกลุ่มย่อย เป็นต้น
3. ใช้เป็นระบบการเรียน การสอนทั้งระบบ (A Whole Instructional System) คือ การใช้ WBI เป็นทั้งระบบการเรียนการสอนหลัก ให้อาจารย์และนิสิต ดำเนินกิจกรรมการเรียน การสอน

ผ่าน WBI เช่น การจัดการเรียนการสอนทางไกลผ่านเว็บ เป็นต้น ปัจจุบันอาจจะเรียกว่า Online Learning หรือ e-Learning

### 2.2.3 แนวทางการใช้ WBI ในการเสริมการเรียนการสอน

การใช้ WBI ในการเสริมการเรียน การสอน สามารถแบ่งเป็นลักษณะที่แตกต่างกันได้ 3 ลักษณะ คือ

1. ใช้เพื่อเป็นเครื่องมือในการให้ข้อมูล ข่าวสาร (Information Tools) คือ การใช้ WBI เป็นสื่อในการให้ข้อมูล ข่าวสาร กำหนดการต่าง ๆ เกี่ยวกับรายวิชา เช่น สั่งเขปรายวิชา เอกสารประกอบการสอนสไลด์จากการสอน แหล่งเอกสารอ้างอิง ประกาศะเนนการทดสอบ เป็นต้น
2. ใช้เพื่อเป็นเครื่องมือในการสื่อสาร (Communication Tools) คือ การใช้ WBI เป็นสื่อในการสื่อสารระหว่างอาจารย์กับนิสิต หรือ ระหว่างนิสิต ซึ่งรองรับทั้งการสื่อสารในเวลาเดียวกัน (Synchronous Communication) เช่น ห้องสนทนา และการสื่อสารในเวลาเดียวกัน (Asynchronous Communication) เช่น กระดานถามตอบ (Web board) จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) ทั้งรูปแบบการสื่อสารระหว่างบุคคลต่อบุคคล (one to one) บุคคลต่อกลุ่ม (one to many) และระหว่างกลุ่ม (many to many)
3. ใช้เพื่อเป็นสื่อในการทบทวนความรู้บทเรียน (Tutoring Tools) คือ การพัฒนา WBI ให้มีลักษณะเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทบทวนความรู้ หรือแบบฝึกปฏิบัติ (Drill and Practice)

### 2.2.4 แนวทางการใช้ WBI เป็นส่วนประกอบของการเรียนการสอน

การใช้ WBI เป็นส่วนประกอบของการเรียนการสอนเป็นการใช้ WBI เพื่อเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนบางกิจกรรม เพื่อลดจุดอ่อนของการจัดการเรียนการสอนรูปแบบอื่นๆ เช่น การใช้กระดานสนทนาพร้อมกับเครื่องมือในการค้นหาเว็บ และแหล่งข้อมูลในอินเทอร์เน็ต เพื่อเป็นกิจกรรมในการฝึกฝนการค้นคว้าข้อมูลของผู้เรียน หรือการใช้กระดานสนทนา เพื่อเป็นช่องทางในการสื่อสารถามตอบ ของผู้เรียนที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction)

การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบัน ส่วนใหญ่จะเป็นรูปแบบการผสมผสานรูปแบบการเรียนสอนหลาย ๆ รูปแบบ โดยนำจุดเด่นของรูปแบบการเรียน การเสนอรูปแบบหนึ่งมาเสริมเพื่อลดจุดอ่อนของรูปแบบการเรียนการสอนอีกรูปแบบหนึ่ง เพื่อสัมฤทธิ์ผลในการเรียนการสอน

#### การใช้ WBI ร่วมกับการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน

ในช่วงแรกของการเรียน การสอนใช้ห้องเรียนเพื่อการแนะนำรายวิชา แนะนำตัวผู้สอน ผู้เรียนสร้างแรงจูงใจในการเรียนเพื่อให้ผู้เรียนติดตามเรียนบทเรียนใน WBI จนจบ ขณะที่การใช้

ห้องเรียนในช่วงหลังเป็นการสรุป เปิดให้ผู้เรียนสามารถสอบถาม ปรับความเข้าใจที่อาจจะคลาดเคลื่อน แก้ไขปัญหาข้อขัดแย้งที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียน

### **การใช้ห้องเรียนเป็นหลักและ WBI สั้น ๆ เสริม**

WBI ในช่วงแรกเป็นการแนะนำเอกสารต่าง ๆ ในการเรียนการสอน วิธีการเรียนการสอน การเตรียมผู้เรียนให้พร้อมก่อนการเรียน (อาจจะมีการทบทวนทบทวนความรู้ก่อนการเรียน) WBI ในช่วงหลังอาจจะเป็นการฝึกปฏิบัติทบทวนเสริมเพื่อทบทวน สำหรับผู้เรียนที่ต้องการ

### **ผู้สอนอำนวยความสะดวก หรือสนับสนุนการใช้ WBI ในห้องเรียน**

เป็นการจัดให้ผู้เรียนใช้บทเรียน WBI ในห้องเรียน ที่มีผู้สอนอยู่ด้วยเพื่อให้ผู้สอนช่วยในการอำนวยความสะดวกในการเรียน (Facilitator)

### **บทเรียน WBI สำหรับการสอนในห้องเรียน**

ผู้สอนสามารถใช้สื่อการสอน หรือเนื้อหาใน WBI ร่วมเป็นสื่อในการเรียนการสอนในห้องเรียน (หากต้องการใช้เนื้อหา สื่อ WBI ในการเรียนการสอนของห้องเรียน ควรจะต้องออกแบบให้จอภาพแสดงเนื้อหาแต่ละส่วนแยกเป็นอิสระจากกัน เพื่อให้สามารถเรียกใช้ได้ง่าย)

### **การใช้ WBI ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)**

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นสื่อการเรียนการสอนที่เรียนด้วยตนเอง ติดตั้งและทำงานอยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ผู้เรียนใช้อยู่ หรือเรียกบทเรียนมาจากระบบเครือข่ายท้องถิ่น (Local Area Network) ซึ่งมีข้อดีคือสามารถบรรจุสื่อการเรียนการสอนที่เป็นสื่อมัลติมีเดียขนาดใหญ่ได้ (ไม่ต้องห่วงเรื่องการใช้เวลาในการเรียกใช้ เพราะสื่ออยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้งาน หรืออยู่ในเครือข่ายท้องถิ่นที่มีความเร็วในการรับส่งข้อมูลมาก)

การใช้ WBI ร่วมกับการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เพื่อลดจุดอ่อนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อไป

- WBI ช่วยเสริมเนื้อหา หรือข้อมูลที่ทันสมัย เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เตรียมขึ้น อาจจะมีข้อมูลบางอย่างที่ไม่ทันสมัยแล้วการแก้ไขก็ทำได้ยากกว่าการใช้ WBI นำเสนอข้อมูลในอินเทอร์เน็ตเพิ่มถือเป็นข้อดีที่เป็นประโยชน์มาก

- WBI เป็นเครื่องมือในการทำกิจกรรม เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างผู้เรียน เช่น “มีข้อมูล e-mail ของเพื่อนร่วมชั้น หรือของอาจารย์ ให้ห้องสนทนา หรือกระดานสนทนา หรือกระดานสนทนาใน WBI สำหรับการทำกิจกรรมเสริม เป็นต้น”

## **2.2.5 ข้อดีของการจัดการเรียนการสอนแบบ Web Based Instruction**

1. WBI รองรับยุทธศาสตร์การสอน (Instructional Strategy) ได้หลากหลายและมีประสิทธิภาพ WBI เป็นสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนที่รองรับยุทธศาสตร์การสอนที่มีหลากหลาย เนื่องจากเป็นสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนที่ครอบคลุมทั้งเทคโนโลยี และบุคคล

(Technology based and human based) เป็นทั้งสื่อในการนำเสนอที่นำเสนอได้ทั้งข้อความธรรมดา ถึงสื่อประสม มีเครื่องมือช่วยการสื่อสารระหว่างการเรียนการสอน ทั้งแบบระหว่างบุคคล และระหว่างบุคคลกับกลุ่ม ทั้งการสื่อสารในเวลาเดียวกันและต่างเวลายัน ตัวอย่างยุทธศาสตร์ การสอนที่ใช้ WBI ได้ คือ Resource-Based Learning, Self-paced Learning, Collaborative-Cooperative Learning, Individualized Instruction เป็นต้น

2. WBI ลดเวลาในการบริหารจัดการการเรียนการสอน เนื่องจาก WBI เป็นระบบการเรียนการสอนที่ใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือ มีระบบคอมพิวเตอร์ ระบบฐานข้อมูลรองรับการพัฒนาโปรแกรมเพิ่มเติม ดังนั้นผู้พัฒนา WBI สามารถพัฒนาให้ WBI ช่วยลดภาระการบริหารจัดการการเรียนการสอน เช่น ช่วยบันทึกเวลา ความถี่ในการเข้าใช้บทเรียน เก็บคะแนน สรุปคะแนน ค่าสถิติต่างๆ บริหารคลังข้อสอบ เป็นต้น ข้อดีที่เป็นผลจากการใช้ระบบคอมพิวเตอร์มาสนับสนุนการทดสอบ ผู้สอนสามารถออกแบบให้ WBI ให้ข้อมูลป้อนกลับผู้เรียนได้ทันที หรือสามารถให้ข้อมูลเพื่อตอบสนองผู้เรียนอย่างทันที เช่น ตอบรับการส่งงานที่มอบหมาย เป็นต้น ทำให้ผู้เรียนได้รับแรงจูงใจการเรียน หรือทำกิจกรรมใน WBI

3. WBI รองรับผู้เรียนที่มีแบบการเรียนรู้ (Learning Styles) ที่หลากหลาย ผู้ออกแบบ WBI สามารถออกแบบให้ WBI ให้รองรับผู้เรียนที่มีแบบการเรียนรู้ที่หลากหลาย เช่น ในบทเรียนมีทั้งที่เป็นข้อความ กราฟฟิกให้ผู้เรียนที่เป็น Visual Learning สามารถเลือกอ่านได้ ขณะเดียวกันสามารถบรรยายเสียง หรือภาพยนต์ของอาจารย์ที่สอนสำหรับผู้เรียนที่เป็น Verbal Learning และออกแบบให้ผู้เรียนจะต้องโต้ตอบกับบทเรียนค่อนข้างบ่อย สำหรับผู้เรียนที่เป็น Kinetic Learning เป็นต้น

4. WBI ในที่อยู่ในระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จะเปิดให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ตรงกับแหล่งข้อมูลที่เป็นปัจจุบันเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับผู้เชี่ยวชาญในด้านนั้นจริงๆ (ขึ้นอยู่กับกรออกแบบการเรียนการสอน และความพร้อมในการดำเนินงาน)

5. WBI เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสผู้เรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมในการเรียนการสอนได้อย่างเท่าเทียมกัน เนื่องจากกิจกรรมที่จัดใน WBI ไม่ถูกจำกัดด้วยเวลาในการเรียนของห้องเรียน ไม่ถูกจำกัดที่ความเร็วในการคิดในการโต้ตอบของผู้เรียน ผู้เรียนทุกคนสามารถใช้เวลาในการคิดเพื่อตอบคำถาม หรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนตามความสามารถ และศักยภาพของตน

6. WBI เป็นสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนที่เปิดให้ผู้เรียนมีโอกาสเข้าถึง ชักถาม และมีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอน และเพื่อร่วมเรียนได้มากกว่ารูปแบบการเรียนการสอนอย่างอื่น และเป็นระบบที่เอื้อต่อการมีปฏิสัมพันธ์หลากหลายรูปแบบ เนื่องจากการสื่อสารและปฏิสัมพันธ์ใน WBI สามารถสื่อสารทั้งในเวลาเดียวกันและคนละเวลา ทั้งแบบระหว่างบุคคลและกลุ่ม

7. WBI เอื้อต่อการสร้างแรงจูงใจในการเรียนของผู้เรียน ในลักษณะการนำเสนอผลงานการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อให้เกิดความภูมิใจและจูงใจในการใช้ความ

พยายามทำงานตามกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้สอนอาจจะออกแบบให้ผู้เรียนสามารถนำเสนอผลงานผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้

8. ผู้สอนสามารถติดตามกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างใกล้ชิด ได้ข้อมูลสถิติการเรียน ได้ข้อมูลป้อนกลับ และสามารถประเมินผลการเรียนการสอน กิจกรรมได้จากข้อมูลหลายด้าน เช่น คะแนนผู้เรียน คำถามผู้เรียน เป็นต้น และสิ่งที่สำคัญที่สุดคือผู้สอนสามารถติดตามความก้าวหน้าของผู้เรียน ได้ใกล้ชิดในระดับบุคคล

9. ผู้สอนสามารถใช้ประโยชน์จากแหล่งความรู้หรือข้อมูลที่ทันสมัย ที่มีประโยชน์ในระบบเครือข่ายมาสนับสนุนการเรียนการสอน นอกจากทำให้เนื้อหาการเสนอสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และอาจจะช่วยลดเวลาในการเตรียมการสอนลงได้

10. ผู้สอนสามารถปรับการเรียนการสอน และกิจกรรมการสอน ได้อย่างต่อเนื่อง เนื่องจากระบบการผลิต การแก้ไขสื่อการเรียนการสอนเป็นแบบออนไลน์ รวมทั้งผู้สอนสามารถนำข้อมูล ข่าวสาร และเหตุการณ์ที่ทันสมัย (updated) เข้าเสริมในกิจกรรมการเรียนการสอนได้ตลอดเวลา ซึ่งไม่สามารถกระทำได้ในสื่อการเรียนการสอนรูปแบบอื่น ๆ

#### 2.2.6 ข้อจำกัดของการจัดการเรียนการสอนแบบ Web Based Instruction

1. ผู้สอน และผู้เรียนจะต้องคุ้นเคยกับเทคโนโลยี โดยเฉพาะการใช้เครื่องมือคอมพิวเตอร์และการใช้ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เนื่องจากการเข้าร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนใน WBI ต้องกระทำผ่านเครื่องมือ

2. การเรียนการสอนผ่าน WBI ต้องพึ่งพาเทคโนโลยี หากมีปัญหาทางเทคนิคจะทำให้การเรียนการสอนชะงักได้ ต่างจากการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนซึ่งสามารถดำเนินไปได้โดยไม่ขึ้นกับเทคโนโลยี

3. ผู้เรียน และผู้สอนควรจะสามารรถเข้าใช้เครื่องมือคอมพิวเตอร์ที่เป็นสื่อกลาง ในการเรียนการสอน WBI ได้ทุกเวลาที่ต้องการ หากมีข้อจำกัดที่จำนวนเครื่องที่ใช้ได้ หรือต้องคอยเวลา ไม่สามารรถเข้าใช้ได้อย่างสะดวกจะเป็นอุปสรรคต่อการเรียนการสอนได้

4. ผู้สอนต้องใช้เวลามากขึ้น ในกระบวนการเรียนการสอน เนื่องจากผู้เรียนทุกคนสามารถสอบถามได้ตลอดเวลา ไม่จำกัดแค่เวลาในชั้นเรียน (หรือเวลาทำงานของผู้สอน) และผู้สอนจำเป็นต้องติดตามการดำเนินไปของกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างใกล้ชิดหากต้องการทราบปัญหาของการเรียนการสอน หรือต้องการปรับปรุงการเรียนการสอนให้ดีขึ้น

5. ผู้เรียนต้องใช้เวลามากขึ้น เนื่องจากรูปแบบการเรียนการสอนจะเปลี่ยนจาก passive learning เป็น active learning มากขึ้น ในขณะที่เดียวกันการสื่อสารด้วยการเขียน (ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์) จำเป็นต้องผ่านกระบวนการคิด และแปลงเป็นข้อความ จำเป็นต้องเรียบเรียงซึ่งใช้เวลา

มากกว่าการพูด ขณะเดียวกันแหล่งข้อมูล ความรู้ในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีมาก และเชื่อมโยงต่อเนื่อง การติดตามอ่านเพื่อนำมาร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนต้องใช้เวลา

6. ในรูปแบบการเรียนการสอน WBI แบบเต็มระบบ การจัดการเรียนการสอนผ่านอินเทอร์เน็ตอย่างเดียว ผู้สอนและผู้เรียนจะขาดการปฏิสัมพันธ์แบบเห็นหน้า (face to face interaction) ซึ่งอาจจะเพิ่มความคลาดเคลื่อนในการสื่อสาร ขาดความรู้สึกจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลไป (human touch)

7. การสื่อสารและมีปฏิสัมพันธ์ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์อาจจะยังไม่เป็นที่คุ้นเคย ทั้งผู้สอนและผู้เรียน อาจจะเป็นอุปสรรคต่อการเรียนการสอน

8. การเรียนการสอน WBI อาจจะมีผลข้างเคียงต่อผู้เรียนรบกวนการทำกิจกรรมการเรียนการสอนได้ เช่น

- เชื่อมโยง WBI ผู้ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจริง เว็บอื่นจะเป็นสิ่งเร้า ดึงให้ผู้เรียนใช้หลงไปนอกบทเรียน หรือกิจกรรมการเรียนได้อย่างง่ายดาย
- เมื่อกิจกรรมการเรียนการสอนเปิดให้ผู้เรียนกระทำได้นอกเวลาเรียน อาจจะทำให้ผู้เรียนที่ไม่สนใจในการเรียนยืดยาวที่จะทำกิจกรรมการเรียนการสอนเหล่านั้น
- การออกแบบสื่อในลักษณะการเชื่อมโยงหลายมิติ (hypermedia) หากออกแบบไม่ดี จะทำให้ผู้เรียนที่เรียนกับบทเรียนสับสนและขาดแรงจูงใจในการเรียนได้ (ถึงแม้เนื้อหาพอเข้าใจ)
- ผู้เรียนที่ไม่ได้ถูกเตรียมให้คิดและประเมินสิ่งที่ได้พบ ได้รู้จากในเว็บอื่น ๆ อาจจะเชื่อมั่นในเนื้อหาที่ได้พบในเว็บมากเกินไป ซึ่งโดยปกติเอกสารและเนื้อหาที่อยู่ในอินเทอร์เน็ตอาจจะถูกหรือผิด อาจจะไม่ได้รับการตรวจสอบมาก่อน ผู้เรียนต้องใช้วิจารณญาณในการเลือก ที่เลือกใช้อย่างเหมาะสม

### 2.2.7 เนื้อหาความรู้ด้านใดจะต้องระมัดระวังในการออกแบบ WBI

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ WBI มีความเหมาะสมและเป็นประโยชน์อย่างชัดเจนในปริเขตการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) แต่สำหรับปริเขตการเรียนรู้ด้านจิตพิสัย (Affective Domain) และทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) นั้นมีผลการวิจัยหลาย ๆ ชิ้น ยังไม่เห็นความเด่นชัดในประสิทธิผลของการใช้ WBI ในปริเขตความรู้ทั้งสอง แต่ก็ไม่ได้มีความหมายว่า WBI ไม่สามารถใช้ได้ในปริเขตความรู้ทั้ง 2 เพียงแต่อาจจะต้องมีการออกแบบการเรียนการสอนที่ดี กำหนดคุณศาสตร์การสอนและกำหนดกิจกรรมที่เหมาะสม จึงสามารถทำให้การเรียนการสอนมีสัมฤทธิ์ผลได้

การจัดการเรียนการสอนที่เป็นความรู้สึก อารมณ์ จิตใจ เจตคติ ตัวอย่างเช่น สอนให้เกิดเจตคติที่ดีในวิชาชีพ การสร้างแรงบันดาลใจ ฯลฯ เช่นเดียวกับทักษะในการสื่อสาร เช่น การควบคุม

อารมณ์ การพูดจูงใจคน การนำการประชุม ฯลฯ ทักษะทางกายภาพ เช่น การฝึกโยคะ การเดินรำ ฯลฯ สามารถทำการเรียนการสอนได้ดีในการเรียน การสอนแบบเผชิญหน้า (face to face) แต่หากจะจัดการเรียนการสอนโดยใช้ WBI จำเป็นต้องออกแบบทั้งยุทธศาสตร์ วิธีการ โดยอาศัยสื่อและลักษณะของ WBI เข้าช่วยก็พอจะสามารถทำได้เช่นกัน เช่น การออกแบบการเรียนการสอน WBI ในการสอนโยคะ อาจจะทำได้ดังนี้

1. สร้างบทเรียนในการให้ความรู้ ความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับทักษะนั้น (เช่น สรีระวิทยาของร่างกาย โยคะจะช่วยให้เกิดสุขภาพดีได้อย่างไร การระวังตัว หรือการสังเกตอาการที่ต้องระวัง หากเกิดขึ้นระหว่างการทำโยคะ เป็นต้น)

2. สร้างบทเรียนอธิบายทักษะ (เช่น การทำโยคะท่าต่างๆ) ต้องเขียนอธิบายอย่างละเอียด มีภาพประกอบชัดเจน มีจุดสังเกตเมื่อฝึกทักษะนั้นถูกต้อง หรือเมื่อผิดพลาด

3. ใช้สื่อวีดิทัศน์เป็นตอน ๆ แสดงทักษะนั้นให้เห็นชัดเจน

4. ให้ผู้เรียน เรียนร่วมกับเพื่อน โดยให้พละกันสังเกตทักษะของอีกฝ่าย เพื่อเปรียบเทียบกับเนื้อหา และช่วยกันปรับให้ถูกต้องหรือซักถามปัญหาเพื่อแก้ไขได้ถูกต้อง

5. สร้างระบบติดตามความสม่ำเสมอในการฝึกปฏิบัติ เช่น ให้มีระบบที่ผู้เรียนจะต้องรายงาน หรือแจ้งทุกครั้งที่ได้ฝึกปฏิบัติครบถ้วนมีระบบเตือนหากผู้เรียนปฏิบัติไม่ครบถ้วน เป็นต้น

6. ให้การเสริมแรงจูงใจ โดยนำเสนอเนื้อหาของผู้ที่ประสบความสำเร็จในการฝึกทักษะผลที่เกิดขึ้นแก่ผู้เรียน

สิ่งที่ต้องระลึกรวมถึงคือ “การจัดการเรียน การสอน WBI ไม่ใช้การเรียน การสอนผ่านคอมพิวเตอร์เท่านั้น ผู้สอนสามารถเลือกวิธีในการสอนใน WBI ที่หลากหลาย ซึ่งหลาย ๆ วิธีเป็นวิธีที่ผู้สอนและกลุ่มผู้เรียนได้ปฏิสัมพันธ์กันใกล้ชิด ในความรู้สึกแบบมนุษย์ (human touch) ได้เช่นกัน”

### 2.2.8 เทคโนโลยีที่ใช้ใน WBI

Web Based Instruction ใช้เทคโนโลยีของอินเทอร์เน็ตและ เวิลด์ ไวด์ เว็บ ดังนั้นจำเป็นต้องมีส่วนประกอบในด้านระบบ ดังต่อไปนี้

1. Hardware ประกอบด้วย เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Web Server) ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Network Infrastructure) และเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการผลิตเว็บ

2. Software ประกอบด้วย โปรแกรมระบบปฏิบัติการ โปรแกรมสร้างเว็บซึ่งมีหลายแบบคือ

2.1 Web Page Editor โปรแกรมช่วยการสร้าง แก้ไข เว็บเพจ ที่มีเครื่องมืออำนวยความสะดวกในการสร้างเว็บเพจ เช่น Homesite , Netscape Editor เป็นต้น

2.2 Web Site Management โปรแกรมช่วยการสร้างและบริหารเว็บไซต์ ซึ่งมีเครื่องมือช่วยในการสร้าง แก้ไข เว็บเพจ เช่น Microsoft FrontPage, Macromedia Dreamwaver, Adobe Golive เป็นต้น

2.3 Web Course Management (Learning Management System) เช่น WebCT, Blackboard , Learning Space เป็นต้น

People ware บุคลากรที่เกี่ยวข้อง ควรมีอย่างน้อย 3 กลุ่ม คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา (Content Expert) ซึ่งก็คือ อาจารย์ผู้สอน, ผู้ออกแบบระบบการเรียนการสอน และผู้พัฒนาระบบ

### 2.2.9 ปัญหาทางเทคนิคและการป้องกัน การแก้ไข

การพัฒนา WBI ที่จะต้องมีการเตรียมการเพื่อการป้องกันปัญหา การวางแผนแก้ไขปัญหาที่รวดเร็ว และการให้ข้อมูลที่ชัดเจนแก่นิสิต ซึ่งจะช่วยลดความกังวลและความไม่มั่นใจในระบบ WBI ของนิสิตและทำให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนดำเนินต่อไปได้อย่างราบรื่น

ปัญหาทางเทคนิคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับ WBI ทำให้นิสิตไม่สามารถใช้ระบบ WBI อาจจะสามารถจำแนกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ ปัญหาเทคนิคที่เกิดขึ้นจากระบบ WBI และปัญหาเทคนิคที่เกิดขึ้นจากเครื่องคอมพิวเตอร์ของนิสิต ซึ่งปัญหาทั้ง 2 กลุ่ม อาจเกิดขึ้นได้ทั้งจากความผิดพลาดของระบบฮาร์ดแวร์ (เครื่องคอมพิวเตอร์ ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์อินเทอร์เน็ต) ซอฟต์แวร์ (โปรแกรมที่งานไม่ถูกต้อง) หรือเกิดจากการตั้งข้อกำหนดของฮาร์ดแวร์หรือซอฟต์แวร์ที่ไม่ตรงกัน ดังนั้นแนวทางการแก้ไขปัญหาคือต้องครอบคลุมทั้งการป้องกันการแก้ไขปัญหา และการให้คำแนะนำในการแก้ปัญหาที่ดี

### 2.2.10 แนวทางในการเตรียมการป้องกันและวิธีการตรวจสอบปัญหา

1. เลือกใช้เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายและอุปกรณ์ที่มีคุณภาพหรือเลือกใช้บริการจากศูนย์บริการที่ให้บริการสนับสนุนทางด้านเทคนิคตลอดเวลาแบบ 7x24 (7 วัน 24 ชั่วโมง)
2. ออกและสร้างแบบ WBI โดยใช้เครื่องมือทางเทคนิคที่ต้องเกี่ยวข้องกับผู้น้อยที่สุด เครื่องมือทางเทคนิคต่าง ๆ ควรเลือกแบบที่ติดตั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย และใช้งานได้จากเครื่องผู้ใช้ไม่ควรเลือกใช้เครื่องมือทางเทคนิคที่ต้องติดตั้งหรือปรับแต่งที่เครื่องผู้ใช้ เช่น การเลือกใช้เครื่องมือห้องสนทนา (Chat) ซึ่งมีหลายรูปแบบ เช่น รูปแบบที่เป็นเว็บเพจ นิสิตสามารถใช้ได้ทันทีจากโปรแกรมดูเว็บปกติ (เช่น Internet Explorer) ไม่ควรใช้โปรแกรมพิเศษอื่น ๆ เช่น ICQ หรือ Netmeeting
3. ทดสอบการทำงานของ WBI ในเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใกล้เคียงกับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่นิสิตจะใช้งาน การทดสอบระบบ WBI ในเครื่องของผู้สร้างระบบ (โดยปกติจะมีคุณลักษณะเฉพาะของเครื่องที่ดีกว่าเครื่องคอมพิวเตอร์อื่น ๆ ทั่วไป) อาจจะไม่พบปัญหาที่จะพบได้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ของนิสิต

4. มีเว็บเพจคำแนะนำการติดตั้งโปรแกรมต่าง ๆ ที่จำเป็นในการใช้งานระบบ WBI ทั้งการติดตั้งและการปรับแต่งโปรแกรมที่เหมาะสมในการใช้ระบบ WBI หากมีโปรแกรมพิเศษที่ติดตั้งนิติต้องติดตั้งเพิ่ม ควรจะมีจุดเชื่อมโยง (hyperlink) สำหรับการไป Download โปรแกรมนั้นมาใช้งานให้ด้วยหากคำแนะนำมีจำนวนมาก หรือขณะที่ปฏิบัติตามคำแนะนำในการติดตั้งโปรแกรมจำเป็นต้องเริ่มการทำงานของเครื่องใหม่ (restart) ควรจัดทำคำแนะนำเป็นแฟ้มเอกสาร (แบบ PDF หรือ Work Document) เพื่อให้ผู้ใช้สามารถ Download ไปเก็บไว้ในเครื่องสำหรับอ่านได้ในขณะที่ไม่ได้เชื่อมต่อกับระบบเครือข่าย

5. มีเว็บเพจให้คำอธิบายการใช้งาน (Tutorial) ให้ความช่วยเหลือในการแก้ไขปัญหา (Help) และเว็บเพจที่สรุปคำถามคำตอบที่น่าสนใจ (FAQ-Frequently Ask Question) เพื่อให้การสนับสนุนผู้ใช้ทั้งเพื่อแก้ไขปัญหา หรือเพื่อเรียนรู้การใช้งานระบบ WBI ที่ถูกต้อง การออกแบบการเข้าถึงเว็บเพจกลุ่มนี้ ควรจะออกแบบให้เข้าถึงได้ง่าย (ควรจะให้เข้าถึงได้จากทุกหน้าเว็บ) และมีจุดเริ่มต้นการขอความช่วยเหลือจุดเดียวกัน และแตกโครงสร้างไปยังเว็บเพจในการให้ความช่วยเหลือในลักษณะต่าง ๆ (Tutorial , Help , FAQ) คำอธิบายการใช้งาน คำแนะนำ คำถามคำตอบที่น่าสนใจ ถ้าหากมีจำนวนมากควรจัดทำเป็นคู่มือใช้งานในลักษณะแฟ้มเอกสาร (แบบ PDF หรือ Word Document)

6. มีเว็บเพจให้ทดลองเครื่องมือทางเทคนิคทั้งหมดที่ใช้ใช้งาน ก่อนการเข้าสู่กิจกรรมการเรียนการสอน เช่น ถ้าออกแบบ WBI ให้มีห้องสนทนา (Chat room) แบบทดสอบตัวเลือกเพื่อทดสอบความรู้กระดานถามตอบ (Webboard) การส่งแฟ้มการบ้าน ควรจะมีเว็บเพจสำหรับให้ผู้ใช้ได้การทดสอบการทำงาน และเรียนรู้วิธีการใช้เครื่องมือเหล่านี้ จะทำให้ระหว่างทดสอบนิติตไม่กังวลเรื่องการส่งงานผิดพลาด (เนื่องจากเป็นเพียงการทดสอบ ไม่มีผลต่อการทำงานจริง) และสามารถเรียนรู้ที่จะใช้เครื่องมือเหล่านี้ให้ถูกต้อง ซึ่งจะลดปัญหาในการใช้งานจริง และลดคำถามที่เกิดจากนิติต

7. ควรมีการนัดหมายเวลา สำหรับการทดสอบเครื่องมือเทคนิคในระบบ ที่จะต้องทดสอบพร้อมกัน เช่น การทำสอบการใช้ห้องสนทนา (Chat room)

### 2.2.11 การตรวจสอบและการแจ้งแก้ไขปัญหา

1. หมั่นตรวจสอบระบบบ่อย ๆ เนื่องจากปัญหาทางเทคนิคอาจจะเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา เพื่อให้สามารถพบปัญหาที่เกิดขึ้นก่อนนิติต จะได้ดำเนินการแก้ไขได้ทัน

2. มีเว็บเพจให้คำแนะนำช่องทางในการแจ้งปัญหา ควรมีช่องทางที่หลากหลาย เช่น หมายเลขโทรศัพท์สำหรับปัญหาที่ต้องการให้แก้ไขด่วน ที่อยู่จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail Address) ควรมีทั้งของผู้ดูแลระบบ และอาจารย์

## 2.3 การวางแผนและออกแบบบทเรียน

### 2.3.1 หลักการออกแบบบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

แนวความคิดของกาเย เพื่อให้ได้บทเรียนที่เกิดจากการออกแบบในลักษณะการเรียนการสอนจริง โดยยึดหลักการนำเสนอเนื้อหาและจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์ หลักการสอนทั้ง 9 ประการได้แก่ (รุจโรจน์ แก้วอุไร. 2547) [Internet].

1. เร่งเร้าความสนใจ (Gain Attention)
2. บอกวัตถุประสงค์ (Specify Objective)
3. ทบทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge)
4. นำเสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information)
5. ชี้แนะแนวทางการเรียนรู้ (Guide Learning)
6. กระตุ้นการตอบสนองบทเรียน (Elicit Response)
7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback)
8. ทดสอบความรู้ใหม่ (Assess Performance)
9. สรุปและนำไปใช้ (Review and Transfer)

#### 1. เร่งเร้าความสนใจ (Gain Attention)

ก่อนที่จะเริ่มการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน ควรมีการจูงใจและเร่งเร้าความสนใจให้ผู้เรียนอยากเรียน ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงควรเริ่มด้วยการใช้ภาพ แสง สี เสียง หรือใช้สื่อประกอบกันหลายๆ อย่าง โดยสื่อที่สร้างขึ้นมานั้นต้องเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและน่าสนใจ ซึ่งจะมีผลโดยตรงต่อความสนใจของผู้เรียน นอกจากเร่งเร้าความสนใจแล้ว ยังเป็นการเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนพร้อมที่จะศึกษาเนื้อหาต่อไปในตัวอีกด้วย ตามลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การเร่งเร้าความสนใจในขั้นตอนแรกนี้ก็คือ การนำเสนอบทนำเรื่อง (Title) ของบทเรียนนั่นเอง ซึ่งหลักสำคัญประการหนึ่งของการออกแบบในส่วนนี้คือ ควรให้สายตาของผู้เรียนอยู่ที่จอภาพ โดยไม่พะวงอยู่ที่แป้นพิมพ์หรือส่วนอื่นๆ แต่ถ้านำเรื่องดังกล่าวต้องการตอบสนองจากผู้เรียน โดยการปฏิสัมพันธ์ผ่านทางอุปกรณ์ป้อนข้อมูล ก็ควรเป็นการตอบสนองที่ง่ายๆ เช่น กดแป้น Spacebar คลิกเมาส์ หรือกดแป้นพิมพ์ตัวใดตัวหนึ่ง เป็นต้น

สิ่งที่ต้องพิจารณาเพื่อเร่งเร้าความสนใจของผู้เรียนมีดังนี้

1. เลือกใช้ภาพกราฟิกที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา เพื่อเร่งเร้าความสนใจในส่วนของบทนำเรื่อง โดยมีข้อพิจารณาดังนี้
  - 1.1 ใช้ภาพกราฟิกที่มีขนาดใหญ่ชัดเจน ง่าย และไม่ซับซ้อน
  - 1.2 ใช้เทคนิคการนำเสนอที่ปรากฏภาพได้เร็ว เพื่อไม่ให้ผู้เรียนเบื่อ

1.3 ควรให้ภาพปรากฏบนจอภาพระยะหนึ่ง จนกระทั่งผู้เรียนกดแป้นพิมพ์ใด ๆ จึงเปลี่ยนไปสู่เฟรมอื่นๆ เพื่อสร้างความคุ้นเคยให้กับผู้เรียน

1.4 เลือกใช้ภาพกราฟฟิกที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ระดับความรู้ และเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน

2. ใช้ภาพเคลื่อนไหวหรือใช้เทคนิคการนำเสนอภาพพิเศษเข้าช่วย เพื่อแสดงการเคลื่อนไหวของภาพ แต่ควรใช้เวลาสั้นๆ และง่าย

3. เลือกใช้สีที่ตัดกับฉากหลังอย่างชัดเจน โดยเฉพาะสีเข้ม

4. เลือกใช้เสียงที่สอดคล้องกับภาพกราฟฟิกและเหมาะสมกับเนื้อหาบทเรียน

5. ควรบอกชื่อเรื่องบทเรียนไว้ด้วยในส่วนของบทนำเรื่อง

## 2. บอกวัตถุประสงค์ (Specify Objective)

วัตถุประสงค์ของบทเรียน นับว่าเป็นส่วนสำคัญยิ่งต่อกระบวนการเรียนรู้ ที่ผู้เรียนจะได้ทราบถึงความคาดหวังของบทเรียนจากผู้เรียน นอกจากผู้เรียนจะทราบถึงพฤติกรรมขั้นสุดท้ายของตนเองหลังจบบทเรียนแล้ว จะยังเป็นการแจ้งให้ทราบล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหา รวมทั้งเค้าโครงของเนื้อหาอีกด้วย การที่ผู้เรียนทราบถึงขอบเขตของเนื้อหาอย่างคร่าวๆ จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถผสมผสานแนวความคิดในรายละเอียดหรือส่วนย่อยของเนื้อหาให้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหาในส่วนใหญ่ได้ ซึ่งมีผลทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น นอกจากจะมีผลดังกล่าวแล้ว ผลการวิจัยยังพบด้วยว่า ผู้เรียนที่ทราบวัตถุประสงค์ของการเรียนก่อนเรียนบทเรียนจะสามารถจำและเข้าใจในเนื้อหาได้ดีขึ้นอีกด้วย

วัตถุประสงค์บทเรียนจำแนกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ วัตถุประสงค์ทั่วไป และวัตถุประสงค์เฉพาะ หรือวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม การบอกวัตถุประสงค์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มักกำหนดเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื่องจากเป็นวัตถุประสงค์ที่ชี้เฉพาะสามารถวัดได้และสังเกตได้ ซึ่งง่ายต่อการตรวจวัดผู้เรียนในขั้นสุดท้าย อย่างไรก็ตามวัตถุประสงค์ทั่วไปก็มีความจำเป็นที่จะต้องแจ้งให้ผู้เรียนทราบถึงเค้าโครงเนื้อหาแนวกว้าง ๆ เช่นกัน

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการบอกวัตถุประสงค์บทเรียน มีดังนี้

1. บอกวัตถุประสงค์โดยเลือกใช้ประโยคสั้น ๆ แต่ได้ใจความ อ่านแล้วเข้าใจ ไม่ต้องแปลความอีกครั่ง

2. หลีกเลี่ยงการใช้คำที่ยังไม่เป็นที่รู้จัก และเป็นที่ยอมรับของผู้เรียนโดยทั่วไป

3. ไม่ควรกำหนดวัตถุประสงค์หลายข้อเกินไปในเนื้อหาแต่ละส่วน ๆ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดความสับสน หากมีเนื้อหามาก ควรแบ่งบทเรียนออกเป็นหัวเรื่องย่อยๆ

4. ควรบอกการนำไปใช้งานให้ผู้เรียนทราบด้วยว่า หลังจากจบบทเรียนแล้วจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ทำอะไรได้บ้าง

5. ถ้ายบทเรียนนั้นประกอบด้วยบทเรียนย่อยหลายหัวเรื่อง ควรบอกทั้งวัตถุประสงค์ทั่วไป และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยบอกวัตถุประสงค์ทั่วไปในบทเรียนหลัก และตามด้วยรายการให้เลือก หลังจากนั้นจึงบอกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละบทเรียนย่อยๆ

6. อาจนำเสนอวัตถุประสงค์ให้ปรากฏบนจอภาพทีละข้อๆ ก็ได้ แต่ควรคำนึงถึงเวลาการนำเสนอให้เหมาะสม หรืออาจให้ผู้เรียนกดแป้นพิมพ์เพื่อศึกษาวัตถุประสงค์ต่อไปทีละข้อก็ได้

7. เพื่อให้การนำเสนอวัตถุประสงค์น่าสนใจยิ่งขึ้น อาจใช้กราฟิกง่ายๆ เข้าช่วย เช่น ตีกรอบ ใช้ลูกศร และใช้รูปทรงเรขาคณิต แต่ไม่ควรใช้การเคลื่อนไหวเข้าช่วย โดยเฉพาะกับตัวหนังสือ

### 3. ทบทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge)

การทบทวนความรู้เดิมก่อนที่จะนำเสนอความรู้ใหม่แก่ผู้เรียน มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องหาวิธีการประเมิน ความรู้ที่จำเป็นสำหรับบทเรียนใหม่ เพื่อไม่ให้ผู้เรียนเกิดปัญหาในการเรียนรู้ วิธีปฏิบัติโดยทั่วไปสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็คือ การทดสอบก่อนบทเรียน (Pre-test) ซึ่งเป็นการประเมินความรู้ของผู้เรียน เพื่อทบทวนเนื้อหาเดิมที่เคยศึกษาผ่านมาแล้ว และเพื่อเตรียมความพร้อมในการรับเนื้อหาใหม่ นอกจากนี้จะเป็นการตรวจวัดความรู้พื้นฐานแล้ว บทเรียนบางเรื่องอาจใช้ผลจากการทดสอบก่อนบทเรียนมาเป็นเกณฑ์จัดระดับความสามารถของผู้เรียน เพื่อจัดบทเรียนให้ตอบสนองต่อระดับความสามารถของผู้เรียน เพื่อจัดบทเรียนให้ตอบสนองต่อระดับความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนแต่ละคน

แต่อย่างไรก็ตาม ในขั้นการทบทวนความรู้เดิมนี้อาจไม่จำเป็นต้องเป็นการทดสอบเสมอไป หากเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นเป็นชุดบทเรียนที่เรียนต่อเนื่องกันไปตามลำดับ การทบทวนความรู้เดิม อาจอยู่ในรูปแบบของการกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดย้อนหลังถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้มาก่อนหน้านี้ก็ได้ การกระตุ้นดังกล่าวอาจแสดงด้วยคำพูด คำเขียน ภาพ หรือผสมผสานกันแล้วแต่ความเหมาะสม ปริมาณมากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับเนื้อหา ตัวอย่างเช่น การนำเสนอเนื้อหาเรื่อง การต่อตัวด้านทานแบบผสม ถ้าผู้เรียนไม่สามารถเข้าใจวิธีการหาความต้านทานรวม กรณีนี้ควรจะมียุทธวิธีวัดความรู้เดิมของผู้เรียนก่อนว่ามีความเข้าใจเพียงพอที่จะคำนวณหาค่าต่างๆ ในแบบผสมหรือไม่ ซึ่งจำเป็นต้องมีการทดสอบก่อน ถ้าพบว่าผู้เรียนไม่เข้าใจวิธีการคำนวณ บทเรียนต้องชี้แนะให้ผู้เรียนกลับไปศึกษาเรื่องการต่อตัวด้านทานแบบอนุกรมและแบบขนานก่อน หรืออาจนำเสนอบทเรียนย่อยเพิ่มเติมเรื่องดังกล่าว เพื่อเป็นการทบทวนก่อนก็ได้

สิ่งที่จะต้องพิจารณาในการทบทวนความรู้เดิม มีดังนี้

1. ควรมีการทดสอบความรู้พื้นฐานหรือนำเสนอเนื้อหาเดิมที่เกี่ยวข้อง เพื่อเตรียมความพร้อมของผู้เรียนในการเข้าสู่เนื้อหาใหม่ โดยไม่ต้องคาดเดาว่าผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้เท่ากัน

2. แบบทดสอบต้องมีคุณภาพ สามารถแปลผลได้ โดยวัดความรู้พื้นฐานที่จำเป็นกับการศึกษาเนื้อหาใหม่เท่านั้น มิใช่แบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่อย่างใด

3. การทบทวนเนื้อหาหรือการทดสอบ ควรใช้เวลาสั้นๆ กระชับ และตรงตามวัตถุประสงค์ของบทเรียนมากที่สุด

4. ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกจากเนื้อหาใหม่หรือออกจากบททดสอบ เพื่อไปศึกษาทบทวนได้ตลอดเวลา

5. ถ้าบทเรียนไม่มีการทดสอบความรู้พื้นฐานเดิม บทเรียนต้องนำเสนอวิธีการกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนกลับไปคิดถึงสิ่งที่ศึกษาผ่านมาแล้ว หรือสิ่งที่มีประสบการณ์ผ่านมาแล้ว โดยอาจใช้ภาพประกอบในการกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนคิด จะทำให้บทเรียนน่าสนใจยิ่งขึ้น

#### 4. นำเสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information)

หลักสำคัญในการนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็คือ ควรนำเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ประกอบกับคำอธิบายสั้น ๆ ง่าย แต่ได้ใจความ การใช้ภาพประกอบ จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น และมีความคงทนในการจำได้ดีกว่าการใช้คำอธิบายเพียงอย่างเดียว โดยหลักการที่ว่า ภาพจะช่วยอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมให้ง่ายต่อการรับรู้ แม้ในเนื้อหาบางช่วงจะมีความยากในการที่จะคิดสร้างภาพประกอบ แต่ก็ควรพิจารณาวิธีการต่าง ๆ ที่จะนำเสนอด้วยภาพให้ได้ แม้จะมีจำนวนน้อย แต่ก็ยังดีกว่าคำอธิบายเพียงคำเดียว

ภาพที่ใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำแนกออกเป็น 2 ส่วนหลัก ๆ คือ ภาพนิ่ง ได้แก่ ภาพลายเส้น ภาพ 2 มิติ ภาพ 3 มิติ ภาพถ่ายของจริง แผนภาพ แผนภูมิ และกราฟ อีกส่วนหนึ่งได้แก่ภาพเคลื่อนไหว เช่น ภาพวิดิทัศน์ ภาพจากแหล่งสัญญาณดิจิทัลต่าง ๆ เช่น จากเครื่องเล่นภาพโฟโต้ซีดี เครื่องเล่นเลเซอร์ดิสก์ กล้องถ่ายภาพวิดิทัศน์ และภาพจากโปรแกรมสร้างภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น

อย่างไรก็ตามการใช้ภาพประกอบเนื้อหาอาจไม่ได้ผลเท่าที่ควร หากภาพเหล่านั้นมีรายละเอียดมากเกินไป ใช้เวลามากไปในการปรากฏบนจอภาพ ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ซ้ำซ้อนเข้าใจยาก และไม่เหมาะสมในเรื่องเทคนิคการออกแบบ เช่น ขาดความสมดุลย์ องค์ประกอบภาพไม่ดี เป็นต้น

ดังนั้น การเลือกภาพที่ใช้ในการนำเสนอเนื้อหาใหม่ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงควรพิจารณาในประเด็นต่างๆ ดังนี้

1. เลือกใช้ภาพประกอบการนำเสนอเนื้อหาให้มากที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เป็นเนื้อหาสำคัญๆ

2. เลือกใช้ภาพเคลื่อนไหว สำหรับเนื้อหาที่ยากและซับซ้อนที่มีการเปลี่ยนแปลงเป็นลำดับขั้น หรือเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง

3. ใช้แผนภูมิ แผนภาพ แผนสถิติ สัญลักษณ์ หรือภาพเปรียบเทียบในการนำเสนอเนื้อหาใหม่ แทนข้อความคำอธิบาย
4. การเสนอเนื้อหาที่ยากและซับซ้อน ให้เน้นในส่วนของข้อความสำคัญ ซึ่งอาจใช้การขีดเส้นใต้ การติกรอบ การกระพริบ การเปลี่ยนสีพื้น การโยงลูกศร การใช้สี หรือการชี้แนะด้วยคำพูด เช่น สังเกตที่ด้านขวาของภาพ เป็นต้น
5. ไม่ควรใช้กราฟิกที่เข้าใจยาก และไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา
6. จัดรูปแบบของคำอธิบายให้น่าอ่าน หากเนื้อหายาว ควรจัดแบ่งกลุ่มคำอธิบายให้จบเป็นตอน ๆ
7. คำอธิบายที่ใช้ในตัวอย่าง ควรกระชับและเข้าใจได้ง่าย
8. หากเครื่องคอมพิวเตอร์แสดงกราฟิกได้ช้า ควรเสนอเฉพาะกราฟิกที่จำเป็นเท่านั้น
9. ไม่ควรใช้สีพื้นสลับไปสลับมาในแต่ละเฟรมเนื้อหา และไม่ควรเปลี่ยนสีไปมา โดยเฉพาะสีหลักของตัวอักษร
10. คำที่ใช้ควรเป็นคำที่ผู้เรียนระดับนั้นๆ คำนึง และเข้าใจความหมายตรงกัน
11. ขณะนำเสนอเนื้อหาใหม่ ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทำอย่างอื่นบ้าง แทนที่จะให้กด แป้นพิมพ์ หรือคลิกเมาส์เพียงอย่างเดียวเท่านั้น เช่น การปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนโดยวิธีการพิมพ์ หรือตอบคำถาม

### 5. ชี้นำแนวทางการเรียนรู้ (Guide Learning)

ตามหลักการและเงื่อนไขการเรียนรู้ (Condition of Learning) ผู้เรียนจะจำเนื้อหาได้ดี หากมีการจัดระบบการเสนอเนื้อหาที่ดีและสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมของผู้เรียน บางทฤษฎีกล่าวไว้ว่า การเรียนรู้ที่กระจำชัด (Meaningfull Learning) นั้น ทางเดียวที่จะเกิดขึ้นได้ก็คือการที่ผู้เรียนวิเคราะห์และตีความในเนื้อหาใหม่ลงบนพื้นฐานของความรู้และประสบการณ์เดิม รวมกันเกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ ดังนั้นหน้าที่ของผู้ออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในขั้นนี้ก็คือพยายามค้นหาเทคนิคในการที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาความรู้ใหม่ นอกจากนั้น ยังจะต้องพยายามหาวิถีทางที่จะทำให้การศึกษาความรู้ใหม่ของผู้เรียนนั้นมีความกระจำชัดเท่าที่จะทำได้ เป็นต้นว่า การใช้เทคนิคต่างๆ เข้าช่วย ได้แก่ เทคนิคการให้ตัวอย่าง (Example) และตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่าง (Non-example) อาจจะช่วยทำให้ผู้เรียนแยกแยะความแตกต่างและเข้าใจมโนคติของเนื้อหาต่างๆ ได้ชัดเจนขึ้น

เนื้อหาบางหัวเรื่อง ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียอาจใช้วิธีการค้นพบ (Guided Discovery) ซึ่งหมายถึง การพยายามให้ผู้เรียนคิดหาเหตุผล ค้นคว้า และวิเคราะห์หาคำตอบด้วยตนเอง โดยบทเรียนจะค่อยๆ ชี้นำจากจุดกว้างๆ และแคบลงๆ จนผู้เรียนหาคำตอบ

ได้เอง นอกจากนั้นการใช้คำอธิบายกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดก็เป็นเทคนิคอีกประการหนึ่งที่สามารถนำไปใช้ในการชี้แนะทางการเรียนรู้ได้ สรุปแล้วในขั้นตอนนี้ผู้ออกแบบจะต้องยึดหลักการจัดการเรียนรู้ จากสิ่งที่มีประสบการณ์เดิมไปสู่เนื้อหาใหม่ จากสิ่งที่ยากไปสู่สิ่งที่ง่ายกว่า ตามลำดับขั้น

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการชี้แนะแนวทางการเรียนในขั้นนี้ มีดังนี้

1. บทเรียนควรแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของเนื้อหาความรู้ และช่วยให้เห็นว่าสิ่งข้อย่อยนั้นมีความสัมพันธ์กับสิ่งใหม่อย่างไร
2. ควรแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของสิ่งใหม่ กับสิ่งที่ผู้เรียนมีประสบการณ์ผ่านมาแล้ว
3. นำเสนอตัวอย่างที่แตกต่างกัน เพื่อช่วยอธิบายความคิดรวบยอดใหม่ให้ชัดเจนขึ้น เช่น ตัวอย่างการเปิดหน้ากล้องหลาย ๆ ค่าเพื่อให้เห็นถึงความเปลี่ยนแปลงของรูรับแสง เป็นต้น
4. นำเสนอตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่างที่ถูกต้อง เพื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ถูกต้อง เช่น นำเสนอภาพไม้ พลาสติก และยาง แล้วบอกว่าภาพเหล่านี้ไม่ใช่โลหะ
5. การนำเสนอเนื้อหาที่ยาก ควรให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมมากกว่านามธรรม ถ้าเป็นเนื้อหาที่ไม่ยากนัก ให้นำเสนอตัวอย่างจากนามธรรมในรูปธรรม
6. บทเรียนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดถึงความรู้และประสบการณ์เดิมที่ผ่านมา

#### 6. กระตุ้นการตอบสนองบทเรียน (Elicit Response)

นักการศึกษากล่าวว่า การเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใดนั้นเกี่ยวข้องกับระดับและขั้นตอนของการประมวลผลข้อมูล หากผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมคิด ร่วมกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวกับเนื้อหา และร่วมตอบคำถาม จะส่งผลให้มีความจำดีกว่าผู้เรียนที่ใช้วิธีอ่านหรือคัดลอกข้อความจากผู้อื่นเพียงอย่างเดียว

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีข้อได้เปรียบกว่าสื่อทัศนูปกรณ์อื่นๆ เช่น วิทยุทัศน์ ภาพยนตร์ สไลด์ เทปเสียง เป็นต้น ซึ่งสื่อการเรียนการสอนเหล่านี้จัดเป็นแบบปฏิสัมพันธ์ไม่ได้ (Non-interactive Media) แตกต่างจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้เรียนสามารถมีกิจกรรมร่วมในบทเรียนได้หลายลักษณะ ไม่ว่าจะเป็นการตอบคำถาม แสดงความคิดเห็น เลือกกิจกรรม และปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน กิจกรรมเหล่านี้เองที่ไม่ทำให้ผู้เรียนรู้สึกเบื่อหน่าย เมื่อมีส่วนร่วม ก็มีส่วนคิดนำหรือติดตามบทเรียน ย่อมมีส่วนผูกประสานให้ความจำดีขึ้น

สิ่งที่ต้องพิจารณาเพื่อให้การจำของผู้เรียนดีขึ้น ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกระทำกิจกรรมในบทเรียนอย่างต่อเนื่อง โดยมีข้อแนะนำดังนี้

1. เสริมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสตอบสนองต่อบทเรียนด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งตลอดบทเรียน เช่น ตอบคำถาม ทำแบบทดสอบ ร่วมทดลองในสถานการณ์จำลอง เป็นต้น
2. ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสในการพิมพ์คำตอบหรือเติมข้อความสั้นๆ เพื่อเรียกความสนใจ แต่ไม่ควรให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบที่ยาวเกินไป

3. ถามคำถามเป็นช่วงๆ โดยสลับกับการนำเสนอเนื้อหาตามความเหมาะสมของลักษณะเนื้อหา
4. เร่งเร้าความคิดและจินตนาการด้วยคำถาม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยใช้ความเข้าใจมากกว่าการใช้ความจำ
5. ไม่ควรถามครั้งเดียวหลาย ๆ คำถาม หรือถามคำถามเดียวแต่ตอบได้หลายคำตอบ ถ้าจำเป็นควรใช้คำตอบแบบตัวเลือก
6. หลีกเลี่ยงการตอบสนองซ้ำหลาย ๆ ครั้ง เมื่อผู้เรียนตอบผิดหรือทำผิด 2-3 ครั้ง ควรตรวจปรับเนื้อหาทันที และเปลี่ยนกิจกรรมเป็นอย่างอื่นต่อไป
7. เฟรมตอบสนองของผู้เรียน เฟรมคำถาม และเฟรมการตรวจปรับเนื้อหา ควรอยู่บนหน้าจอภาพเดียวกัน เพื่อสะดวกในการอ้างอิง กรณีนี้อาจใช้เฟรมย่อยซ้อนขึ้นมาในเฟรมหลักก็ได้ ควรคำนึงถึงการตอบสนองที่มีข้อผิดพลาดอันเกิดจากการเข้าใจผิด เช่น การพิมพ์ตัว L กับเลข 1 ควรเคาะเว้นวรรคประโยคยาว ๆ ข้อความเกินหรือขาดหายไป ตัวพิมพ์ใหญ่หรือตัวพิมพ์เล็ก เป็นต้น

#### 7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback)

ผลจากการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะกระตุ้นความสนใจจากผู้เรียนได้มากขึ้น ถ้าบทเรียนนั้นทำท่าย โดยการบอกเป้าหมายที่ชัดเจน และแจ้งให้ผู้เรียนทราบว่าขณะนั้นผู้เรียนอยู่ที่ส่วนใด ห่างจากเป้าหมายเท่าใด

การให้ข้อมูลย้อนกลับดังกล่าว ถ้านำเสนอด้วยภาพจะช่วยเร่งเร้าความสนใจได้ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะถ้าภาพนั้นเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน อย่างไรก็ตาม การให้ข้อมูลย้อนกลับด้วยภาพ หรือกราฟฟิคอาจมีผลเสียอยู่บ้างตรงที่ผู้เรียนอาจต้องการดูผล ว่าหากทำผิด แล้วจะเกิดอะไรขึ้น ตัวอย่างเช่น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอนแบบแขวนคอสำหรับการสอนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ ผู้เรียนอาจตอบโดยการกดเป็นพิมพ์ไปเรื่อยๆ โดยไม่สนใจเนื้อหา เนื่องจากต้องการดูผลจากการแขวนคอ วิธีหลีกเลี่ยงก็คือ เปลี่ยนจากการนำเสนอภาพในทางบวก เช่น ภาพเล่นเรือเข้าหาฝั่ง ภาพขยับยานสู่วงจันทร์ ภาพหนูเดินไปกินเนยแข็ง เป็นต้น ซึ่งจะไปถึงจุดหมายได้ด้วยการตอบถูกเท่านั้น หากตอบผิดจะไม่เกิดอะไรขึ้น อย่างไรก็ตามถ้าเป็นบทเรียนที่ใช้กับกลุ่มเป้าหมายระดับสูงหรือเนื้อหาที่มีความยาก การให้ข้อมูลย้อนกลับด้วยคำเขียนหรือกราฟจะเหมาะสมกว่า

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการให้ข้อมูลย้อนกลับ มีดังนี้

1. ให้ข้อมูลย้อนกลับทันที หลังจากผู้เรียน ได้ตอบกับบทเรียน
2. ควรบอกให้ผู้เรียนทราบว่าตอบถูกหรือตอบผิด โดยแสดงคำถาม คำตอบและการตรวจปรับบนเฟรมเดียวกัน
3. ถ้าให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้ภาพ ควรเป็นภาพที่ง่ายและเกี่ยวข้องกับเนื้อหา ถ้าไม่สามารถหาภาพที่เกี่ยวข้องได้ อาจใช้ภาพกราฟฟิคที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาก็ได้

4. หลีกเลี่ยงการใช้ผลทางภาพ (Visual Effects) หรือการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ตื่นตาเกินไปในกรณีที่ผู้เรียนตอบผิด

5. ใช้เสียงสำหรับการให้ข้อมูลย้อนกลับ เช่น คำตอบถูกต้อง และคำตอบผิด โดยใช้เสียงที่แตกต่างกัน แต่ไม่ควรเลือกใช้เสียงที่ก่อให้เกิดลักษณะการเหยียดหยามหรือดูแคลน ในกรณีที่ผู้เรียนตอบผิด

6. เฉลยคำตอบที่ถูกต้อง หลังจาก que ผู้เรียนตอบผิด 2 - 3 ครั้ง ไม่ควรปล่อยให้เสียไป

7. อาจใช้วิธีการให้คะแนนหรือแสดงภาพ เพื่อบอกความใกล้-ไกลจากเป้าหมายได้

8. พยายามส่งเสริมให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อเรียกความสนใจตลอดบทเรียน

### 8. ทดสอบความรู้ใหม่ (Assess Performance)

การทดสอบความรู้ใหม่หลังจากศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรียกว่า การทดสอบหลังบทเรียน (Post-test) เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบความรู้ของตนเอง นอกจากนี้จะยังเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าผ่านเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ เพื่อที่จะไปศึกษาในบทเรียนต่อไปหรือต้องกลับไปศึกษาเนื้อหาใหม่ การทดสอบหลังบทเรียนจึงมีความจำเป็นสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทุกประเภท

นอกจากจะเป็นการประเมินผลการเรียนรู้แล้ว การทดสอบยังมีผลต่อความคงทนในการจดจำเนื้อหาของผู้เรียนด้วย แบบทดสอบจึงควรถามแบบเรียงลำดับตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน ถ้าบทเรียนมีหลายหัวเรื่องย่อย อาจแยกแบบทดสอบออกเป็น ส่วน ๆ ตามเนื้อหา โดยมีแบบทดสอบรวมหลังบทเรียนอีกชุดหนึ่งก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบบทเรียนต้องการแบบใด

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการออกแบบทดสอบหลังบทเรียน มีดังนี้

1. ชี้แจงวิธีการตอบคำถามให้ผู้เรียนทราบก่อนอย่างแจ่มชัด รวมทั้งคะแนนรวม คะแนนรายข้อ และรายละเอียดที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ เช่น เกณฑ์ในการตัดสินผล เวลาที่ใช้ในการตอบ โดยประมาณ

2. แบบทดสอบต้องวัดพฤติกรรมตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียน และควรเรียงลำดับจากง่ายไปยาก

3. ข้อคำถามคำตอบ และการตรวจปรับคำตอบ ควรอยู่บนแฟรมเดียวกัน และนำเสนออย่างต่อเนื่องด้วยความรวดเร็ว

4. หลีกเลี่ยงแบบทดสอบแบบอัตโนมัติให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบยาว ยกเว้นข้อสอบที่ต้องการทดสอบทักษะการพิมพ์

5. ในแต่ละข้อ ควรมีคำถามเดียวเพื่อให้ผู้เรียนตอบครั้งเดียว ยกเว้นในคำถามนั้นมีคำถามย่อยอยู่ด้วย ซึ่งควรแยกออกเป็นหลาย ๆ คำถาม

6. แบบทดสอบควรเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพ มีค่าอำนาจจำแนกดี ความยากง่ายเหมาะสมและมีความเชื่อมั่นเหมาะสม

7. อย่าตัดสินคำตอบว่าผิดถ้าการตอบไม่ชัดเจน เช่น ถ้าคำตอบที่ต้องการเป็นตัวอักษรแต่ผู้เรียนพิมพ์ตัวเลข ควรบอกให้ผู้เรียนตอบใหม่ ไม่ควรชี้ว่าคำตอบนั้นผิด และไม่ควรถัดสินคำตอบว่าผิด หากผิดพลาดหรือเว้นวรรคผิด หรือใช้ตัวพิมพ์เล็กแทนที่จะเป็นตัวพิมพ์ใหญ่ เป็นต้น

8. ทดสอบชุดหนึ่งควรมีหลายๆ ประเภท ไม่ควรใช้เฉพาะข้อความเพียงอย่างเดียว ควรเลือกใช้ภาพประกอบบ้าง เพื่อเปลี่ยนบรรยากาศในการสอบ

### 9. สรุปและนำไปใช้ (Review and Transfer)

การสรุปและนำไปใช้ จัดว่าเป็นส่วนสำคัญในขั้นตอนสุดท้ายที่บทเรียนจะต้องสรุปมโนคติของเนื้อหาเฉพาะประเด็นสำคัญๆ รวมทั้งข้อเสนอแนะต่างๆ เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนความรู้ของตนเองหลังจากศึกษาเนื้อหาผ่านมาแล้ว ในขณะเดียวกันบทเรียนต้องชี้แนะเนื้อหาที่เกี่ยวข้องหรือให้ข้อมูลอ้างอิงเพิ่มเติม เพื่อแนะแนวทางให้ผู้เรียนได้ศึกษาต่อในบทเรียนถัดไป หรือนำไปประยุกต์ใช้กับงานอื่นต่อไป

การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในขั้นนี้ มีข้อเสนอแนะดังนี้

1. สรุปองค์ความรู้เฉพาะประเด็นสำคัญ ๆ พร้อมทั้งชี้แนะให้เห็นถึงความสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่ผู้เรียนผ่านมาแล้ว
2. ทบทวนแนวคิดที่สำคัญของเนื้อหา เพื่อเป็นการสรุป
3. เสนอแนะเนื้อหาความรู้ใหม่ ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้
4. บอกผู้เรียนถึงแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการศึกษาเนื้อหาต่อไป

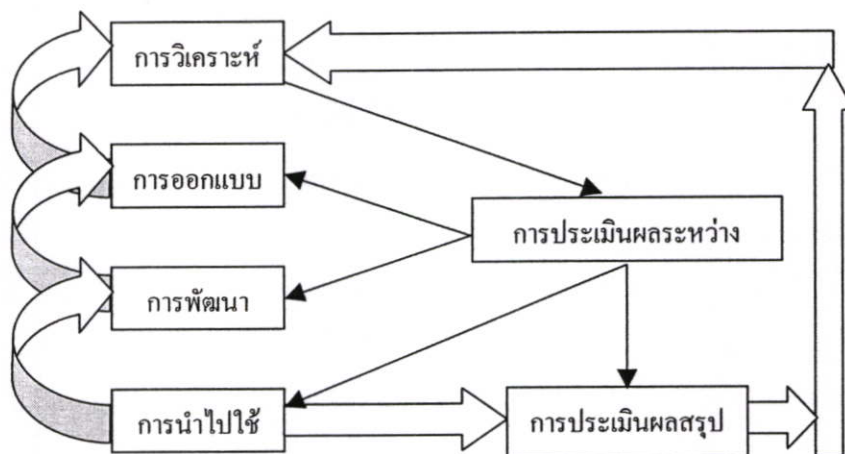
หลักการทั้ง 9 ประการนี้มีความยืดหยุ่นในตัว กล่าวคือ ผู้ออกแบบไม่จำเป็นต้องเรียงลำดับตามที่ได้กำหนดไว้และไม่จำเป็นต้องใช้ทั้งหมด โดยผู้ออกแบบสามารถนำขั้นตอนเหล่านี้ไปใช้เป็นหลักและดัดแปลงให้สอดคล้องกับปัจจัยต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ในเนื้อหาหนึ่ง ๆ

#### 2.3.2 ขั้นตอนการออกแบบบทเรียน

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือเว็บไซต์เพื่อการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ ไม่ได้เกิดจากความสามารถของโปรแกรมแต่เพียงอย่างเดียว คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ตื่นตาเร้าใจ เว็บไซต์สวยงามและเทคนิคแพรวพราวแต่ไม่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ความเป็นสื่อสำหรับการเรียนการสอนก็จะลดคุณค่าลง หลักการอันเป็นที่ยอมรับในการสร้างและพัฒนาสื่อประเภทคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเว็บช่วยสอนอย่างมีประสิทธิภาพนั้นก็คือ การออกแบบระบบการเรียนการสอน เป็นหลักการสากลที่ได้รับการยอมรับในการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนแทบทุกประเภท

เนื่องจากการออกแบบระบบการเรียนการสอนมุ่งไปที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้มากกว่าครูเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ แต่หลักการออกแบบการสอนมีค่านิยมอยู่หลายลักษณะ มีแบบจำลองและการออกแบบการเรียนการสอนหลากหลาย สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบและพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเว็บช่วยสอน อาทิเช่น การออกแบบการเรียนการสอนตามนิยามของสมาคมเทคโนโลยีและการศึกษา (AECT : The Association for Educational Communications and Technology) ก็ให้นิยามไว้ว่า เทคโนโลยีการสอนเป็นทฤษฎีและปฏิบัติของการออกแบบ การพัฒนา การนำไปใช้ประโยชน์ การจัดการและการประเมินผลของกระบวนการและทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้ สำหรับวิธีการออกแบบการสอนที่เหมาะสมในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเว็บช่วยสอนปรับมาจากหลักการของเทคโนโลยีการสอนเป็นแบบจำลองการสอน มีกระบวนการสำคัญ 5 ขั้นตอน คือ

1. การวิเคราะห์ (Analysis)
2. การออกแบบ (Design)
3. การพัฒนา (Development)
4. การนำไปใช้ (Implementation)
5. การประเมินผล (Evaluation)



รูปที่ 2.1 แบบจำลองการออกแบบการสอน ADDIE Model

การออกแบบเพื่อพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเว็บเพื่อการเรียนรู้ให้มีคุณภาพ จึงต้องมีการวางแผนและพัฒนาอย่างเป็นระบบ การวิเคราะห์ การออกแบบและพัฒนาที่เป็นกระบวนการ และชัดเจนเป็นรูปธรรมของไพโรจน์ ตรีชนานกุล, ไพบุลย์ เกียรติโกมล และศิริลักษณ์ ตรีชนานกุล มีความชัดเจนตามขั้นตอนการออกแบบการสอนได้แก่

### 1. การวิเคราะห์ (Analysis)

สร้างแผนภูมिरะดมสมอง (Brain Storm Chart) โดยเริ่มจากเขียนชื่อวิชาไว้ตรงกลาง กระดานแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญในวิชานั้น ๆ จำนวน 4-5 คนช่วยกันระดมสมองให้หัวเรื่องที่ควรสอนจะสอนในวิชานั้นเขียนโยงกับชื่อวิชาอย่างอิสระ หรือหากเป็นหัวเรื่องย่อยก็โยงกับหัวเรื่องหลักต่อไป โดยไม่ทำการลอกแบบของตำราเล่มใดเล่มหนึ่งเลย เมื่อเสร็จสิ้นการระดมสมองแผนภูมิที่ได้เป็นแผนภูมिरะดมสมอง สร้างแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ (Concept Chart) จากแผนภูมिरะดมสมองนำมาทำการวิเคราะห์ความถูกต้องของทฤษฎี หลักการ และเหตุผลความสัมพันธ์และต่อเนื่องกันอย่างละเอียด อาจมีการตัด-เพิ่มหัวเรื่องตามเหตุผลและความเหมาะสมจนสามารถอธิบายและตอบคำถามได้ ผลที่ได้เป็นแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ (Concept Chart)

สร้างแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา (Content Network Chart) นำหัวเรื่องต่างๆ จากแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์มาเขียนเป็นโครงข่าย โดยคำนึงถึงความก่อน-หลังต่อเนื่องหรือขนานกันตามหลักการเทคนิคโครงข่าย แล้วทำการวิเคราะห์เหตุผลความสัมพันธ์ของเนื้อหาโดยวิธีการวิเคราะห์ข่ายงาน (Network Analysis) จนสมบูรณ์ผลที่ได้จะเป็นโครงข่ายเนื้อหาที่ต้องการ

### 2. การออกแบบ (Design)

การกำหนดกลวิธีการนำเสนอและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Strategic Presentation Plan vs Behavior Objective) โดยเริ่มจากแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา นำมาพิจารณาในกลุ่มหัวเรื่องที่สามารถจัดไว้ในหน่วยเดียวกันได้ ภายใต้กรอบเวลาที่กำหนดไว้ดีเป็นกรอบ ๆ ไว้จนครบหัวเรื่องบนโครงข่ายเนื้อหาจากนั้นกำหนดเป็นหน่วย ๆ และกำหนดอันดับไว้แล้วเขียนกำกับด้วยวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหาแต่ละตอนให้ชัดเจน จากนั้นนำกรอบหน่วย (Module) มาลำดับการนำเสนอตามอันดับและความสัมพันธ์แนวเดียวกับแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหาซึ่งจะได้ผลเป็นแผนภูมิบทเรียน (Course Flow Chart)

สร้างแผนภูมิการนำเสนอในแต่ละหน่วย (Module Presentation Chart) ซึ่งเป็นการออกแบบการสอน (Instructional Design) จะต้องออกแบบลำดับ การนำเสนอเนื้อหาบทเรียนตามหลักการสอนจริง อันเป็นส่วนที่สำคัญมากในการประกันคุณภาพ การเรียนจากบทเรียน IMMCAI (Interactive Multi-Media Computer Assisted Instruction)

### 3. การพัฒนา (Development)

เขียนรายละเอียดเนื้อหาตามรูปแบบที่ได้กำหนด (Script Development) โดยเขียนเป็นกรอบ ๆ จะต้องเขียนให้เป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยเฉพาะถ้าเป็น IMM (Interactive Multi-Media) จะต้องกำหนดภาพ เสียง สี ฯลฯ และการกำหนดปฏิสัมพันธ์ (Interative) ไว้ให้สมบูรณ์ด้วยจัดทำลำดับเนื้อหา (Storyboard Development) เป็นการนำกรอบเนื้อหาหรือที่เขียนเป็น Script มาเรียบเรียงตามลำดับการนำเสนอตามที่ได้วางแผนไว้ ซึ่งจะยังเป็นเอกสารสิ่งพิมพ์อยู่การลำดับกรอบนี้สำคัญมาก

นำเนื้อหาที่ยังเป็นสิ่งพิมพ์มาตรวจสอบความถูกต้อง (Content Correctness) โดยเฉพาะเป็นการสร้าง IMMCI (Interactive Multi-Media Computer Instruction) ที่เป็นการเขียนตำราใหม่ทั้งเรื่อง ควรอาศัยผู้เชี่ยวชาญในวิชานั้น ๆ (Subject Specialist) เป็นผู้ตรวจสอบให้จากนั้นจะต้องนำเนื้อหาไปทดลองหาค่า Content Validity และ Reader Reliability โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป้าหมายมาทดสอบด้วย แล้วปรับปรุงให้สมบูรณ์

การสร้างแบบทดสอบส่วนต่างๆ ต้องนำมาหาความยากง่าย อำนาจจำแนกความเที่ยงและความเชื่อมั่นทุกแบบทดสอบ และต้องปรับปรุงให้สมบูรณ์ผลที่ได้ทั้งหมดทั้งเนื้อหา (ที่จัดอยู่ในโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์แล้ว) และแบบทดสอบต่างๆ รวมกันจะเป็นตัวบทเรียน (Courseware)

#### 4. การจัดทำ (Implementation)

เลือก Software หรือ โปรแกรมสำเร็จรูปที่เหมาะสมและสามารถสนองต่อความต้องการที่กำหนดไว้ เป็นตัวจัดการนำเสนอบทเรียนบนคอมพิวเตอร์

จัดเตรียมรูปภาพ เสียงหรือการถ่ายวิดีโอ หรือภาพนิ่ง หรือ Caption ไว้พร้อมที่จะใช้งาน สร้างไว้เป็นแฟ้มๆ

จัดการนำ Courseware เข้าในโปรแกรม (Coding) ด้วยความประณีต และด้วยทักษะที่ดีทำการ Edit ภาพ เสียง VDO ให้เรียบร้อยสมบูรณ์ ซึ่งจะได้บทเรียน (วิชา) บนคอมพิวเตอร์ตามที่ต้องการ (Subject) IMMCI Software)

#### 5. การประเมินผล (Evaluation)

การตรวจสอบคุณภาพ (Quality Evaluation) ของ Package จัดการให้คณะผู้เชี่ยวชาญทาง IMMCI ตรวจสอบคุณภาพของ Package ปรับปรุงให้สมบูรณ์

ทำการทดลองการดำเนินการทดสอบหาประสิทธิภาพ ด้วยกลุ่มตัวอย่างเป้าหมาย จำนวนไม่เกิน 10 คน ทำการปรับปรุง และนำผลมากำหนดกลวิธีการหาประสิทธิภาพจริงต่อไป

ทำการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพ (Efficiency  $E_1/E_2$ ) ของ Package และหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Effectiveness) จากกลุ่มตัวอย่างเป้าหมายไม่น้อยกว่า 30 คน หากได้ผลตามเป้าหมายที่ต้องการเป็นอันใช้ได้

จัดทำคู่มือการใช้ (User Manual Package หรือ Package Instruction) ควรประกอบด้วย หัวเรื่องดังนี้ บทนำ อุปกรณ์ที่ใช้งาน การกำหนดหน้าจอโมนิเตอร์ การเริ่มเข้าบทเรียน เป้าหมายของบทเรียน ข้อมูลเสริมที่สำคัญ ข้อควรระวังข้อมูลผู้พัฒนาบทเรียน และวันที่เผยแพร่

เมื่อพิจารณาตามขั้นตอนของการออกแบบระบบการสอนทั้ง 5 ขั้นตอน สอดคล้องกับขั้นตอนการออกแบบการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของ อเลสซีส และทอลลิป (Alessi and Trollip, 1991) ซึ่งมี 7 ขั้นตอน คือ

### ขั้นตอนที่ 1: ขั้นตอนการเตรียม (Preparation)

- กำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ (Determine Goals and Objectives)
- เก็บข้อมูล (Collect Resources)
- เนื้อหาที่เรียน (Learn Content)
- การนำเสนอความคิดปฏิบัติ (Generate)

### ขั้นตอนที่ 2: ขั้นตอนการออกแบบบทเรียน (Design Instruction)

- การแยกแยะความคิด (Elimination of Ideas)
- วิเคราะห์งานและมโนทัศน์ (Task and Concept Analysis)
- ออกแบบบทเรียนขั้นแรก (Preliminary Lesson Description)
- ประเมินและแก้ไขการออกแบบ (Evaluation and revision of the design)

### ขั้นตอนที่ 3: ขั้นตอนการเขียนผังงาน (Flowchart Lesson)

### ขั้นตอนที่ 4: ขั้นตอนการสร้างสตอรี่บอร์ด (Create Storyboard)

### ขั้นตอนที่ 5: ขั้นตอนการสร้าง/เขียน โปรแกรม (Program Lesson)

### ขั้นตอนที่ 6: ขั้นตอนการผลิตเอกสารประกอบการเรียน (Produce Supporting Materials)

### ขั้นตอนที่ 7: ขั้นตอนการประเมินและแก้ไขบทเรียน (Evaluate and Revise)

#### 2.3.3 การวางแผนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเว็บช่วยสอน

เมื่อเราได้ศึกษาขั้นตอนกระบวนการในการออกแบบและพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเว็บช่วยสอนมาตามลำดับ การวางแผนบทเรียนจะเป็นขั้นตอนที่จะต้องกำหนดลำดับขั้นและเงื่อนไขที่จำเป็นจะต้องกำหนดหรือควรมีในบทเรียนที่เราสร้างขึ้น สำหรับผู้ออกแบบที่เป็นนักคอมพิวเตอร์จะมีปัญหาในเรื่องขององค์ประกอบสำหรับบทเรียนและเนื้อหาที่จะนำมาใช้สำหรับผู้ออกแบบที่เป็นผู้สอนหรือครูอาจารย์ก็จะมีปัญหาว่าองค์ประกอบหรือบทเรียนจะสร้างหรือทำได้หรือไม่ ภายในสื่อที่เป็นคอมพิวเตอร์ การวางแผนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเว็บช่วยสอนจะได้กำหนดองค์ประกอบที่สำคัญและจำเป็น โดยเฉพาะสำหรับการออกแบบบทเรียน ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี

คำแนะนำสำหรับผู้สร้างและออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเว็บช่วยสอน จะมีรูปแบบคล้ายคลึงกัน กันนิ่งแฮมได้เสนอแนะหลักการในการวางแผนบทเรียนที่จะใช้สำหรับสื่อคอมพิวเตอร์ประกอบไปด้วย

1. บทนำ เป็นการบอกชื่อเรื่องที่ต้องการทำ ใครคือผู้จัดทำและเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือเว็บช่วยสอนที่จะทำโดยสรุปประมาณ 5-10 บรรทัด

2. ความมุ่งหมาย เป็นการอธิบายให้กับผู้ใช้ได้รู้ถึงความมุ่งหมายของผู้จัดทำ เช่น การเป็นสื่อเสริมสำหรับวิชา หรือการเป็นสื่อหลักสำหรับการเรียนรู้แทนครูผู้สอน ช่วงชั้นการเรียนรู้

3. หลักการ เป็นการบอกวิธีการของการจัดทำเพื่อให้ผู้ใช้ได้ทราบว่า บทเรียนจัดทำขึ้น โดยอาศัยหลักการพื้นฐานใด เช่น หลักการพื้นฐานทางการศึกษา ปรัชญาการศึกษาของผู้จัดทำ จิตวิทยาที่ใช้ในการออกแบบ การเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

4. กลุ่มเป้าหมาย เป็นการบอกถึงกลุ่มผู้ที่จะใช้สื่อว่าเป็นใคร เช่น ผลิตขึ้นสำหรับนักเรียน นักศึกษาระดับชั้นใด ช่วงอายุ หรือสำหรับครูอาจารย์นำไปประกอบการสอน

5. ความรู้ที่ควรจะมีมาก่อน เป็นเรื่องจำเป็นสำหรับบทเรียนบางรายวิชาที่จะต้องอาศัยพื้นฐานของผู้เรียนที่จะมีมาก่อน เป็นเรื่องจำเป็นสำหรับบทเรียนบางรายวิชาที่จะต้องอาศัยพื้นฐานของผู้เรียนที่จะเข้ามาใช้ เช่น บทเรียนคณิตศาสตร์สำหรับ ป. 5 ภาคเรียนที่ 2 ก็ควรจะเรียนผ่านพื้นฐานคณิตศาสตร์ในภาคเรียนที่ 1 มาแล้ว การวัดความรู้ที่ควรมีมาก่อนนิยมใช้แบบทดสอบก่อนการเรียน

6. วัตถุประสงค์ เป็นการบอกถึงวัตถุประสงค์เฉพาะเจาะจงของบทเรียน เช่น วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมว่า บทเรียนที่สร้างขึ้นต้องการให้ผู้เรียนได้มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องใดโดยเฉพาะและเมื่อจบบทเรียนจะต้องมีความรู้ความสามารถระดับใด

7. แผนการสอน เป็นการกำหนดรายละเอียดเนื้อหาและช่วงเวลาภายในบทเรียนของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ผู้เรียนหรือผู้สอนได้ทราบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นมีเนื้อหา รายละเอียดอย่างไร ใช้เวลาในการเรียนรู้เท่าใดในแต่ละเรื่อง

8. เนื้อหาสาระเป็นส่วนที่บรรจุเนื้อหาของบทเรียนวิธีการสอนกิจกรรมและสาระสำคัญต่างๆ ที่ผู้เรียนจะต้องเรียนรู้หรือผู้สอนจะต้องจัดให้ภายในบทเรียน เนื้อหาถูกต้อง ความยากง่ายเหมาะสมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และระดับชั้นของผู้เรียน

9. เครื่องมือและอุปกรณ์เป็นส่วนที่บอกความต้องการจำเป็นของบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนหรือเว็บช่วยสอนว่า จำเป็นจะต้องมีอุปกรณ์ระดับใดเพื่อให้สามารถทำงานได้ เช่น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะใช้ได้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ระดับใด หรือเว็บช่วยสอนเหมาะสมที่จะแสดงผลด้วยเบราว์เซอร์ของบริษัทรุ่นไหน

10. การวัดและประเมินผล เป็นส่วนสำคัญของการออกแบบบทเรียนที่จะต้องมีการวัดและประเมินผลการเรียนของผู้เรียนในรูปแบบต่างๆ เช่น แบบทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัดระหว่างเรียน แบบประเมินผล ข้อสอบปลายภาคเรียน เป็นต้น ซึ่งสามารถออกแบบไว้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือเว็บช่วยสอนได้

## 2.4 การประเมินผลบทเรียน

ขั้นตอนการประเมินผลเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการพัฒนาบทเรียน จะต้องทำต่อจากขั้นตอนการพัฒนาเนื้อหาสู่โปรแกรม นับเป็นพื้นฐานที่สำคัญและเป็นขั้นตอนที่ขาดไม่ได้

ในกระบวนการวิจัยเชิงพัฒนาสื่อการศึกษาที่ถูกต้อง ซึ่งจะกล่าวถึงกระบวนการในการประเมินผล บทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน ซึ่งภายในกระบวนการนี้ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ การหาคุณภาพ มัลติมีเดีย การหาประสิทธิภาพบทเรียน และประสิทธิผลการเรียนรู้ (ไพโรจน์ ตรีธรรมากุล. 2546 : 197-214)

#### 2.4.1 การตรวจสอบคุณภาพมัลติมีเดียของบทเรียน

การตรวจสอบคุณภาพมัลติมีเดียของบทเรียนที่สร้างเสร็จแล้วมี 2 ด้าน คือ

1. ตรวจสอบคุณภาพด้านสื่อ โดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีมัลติมีเดีย และ นักเทคโนโลยีทางการศึกษาหรือเทียบเท่า

2. ตรวจสอบคุณภาพทางด้านเนื้อหาบนหน้าจอ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

ในการตรวจสอบคุณภาพมัลติมีเดียของบทเรียนนี้ มีจุดมุ่งหมายสำคัญเพื่อตรวจสอบคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนที่สร้างเสร็จ ซึ่งจะเน้นการตรวจสอบตัวบทเรียนที่แสดงบน คอมพิวเตอร์ หรือ Computer Instruction Package ซึ่งจะเป็นการตรวจสอบคุณภาพของสื่อ การนำเสนอหน้าจอ ความสมบูรณ์ในด้านการเชื่อมโยงเนื้อหาและเทคนิคต่าง ๆ เช่น ลักษณะปฏิสัมพันธ์ของบทเรียน เป็นต้น

##### 2.4.1.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีมัลติมีเดีย

ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีมัลติมีเดีย เป็นผู้เชี่ยวชาญที่มีความเชี่ยวชาญในการพัฒนาสื่อ มัลติมีเดียทางการศึกษา มีหน้าที่ในการให้คำปรึกษาทางด้านการผลิตกับเจ้าหน้าที่เทคนิค รวมทั้งมี หน้าที่ในการตรวจสอบคุณภาพของสื่อ และเทคนิคในการทำ

นอกจากการตรวจสอบคุณภาพมัลติมีเดียของบทเรียนด้านดังกล่าวแล้ว จะต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาอีกครั้ง เนื่องจากในการจัดลงโปรแกรมอาจมีความคลาดเคลื่อนจากสิ่งที่เข้าใจไม่ตรงกัน ดังนั้น เพื่อป้องกันความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้น จึงต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจะต้อง ตรวจสอบความ ถูกต้องของการนำเสนอเนื้อหา ความถูกต้องของสื่อประกอบเนื้อหาต่างๆ ที่นำมา ใช้ในหน่วยการเรียน รวมทั้งการตรวจสอบความถูกต้องอื่น ๆ ซึ่งอาจจะเกิดจากความผิดพลาดใน ขณะเขียนโปรแกรม

จะเห็นได้ว่าผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาามีบทบาทสำคัญมากในการผลิตบทเรียน เพราะจะต้องดูแลการผลิตในด้านเนื้อหาอย่างใกล้ชิด ตั้งแต่ขั้นตอนการวิเคราะห์เนื้อหาจนกระทั่งผลิตออกมา เป็นบทเรียน ซึ่งสิ่งนี้จะทำให้มั่นใจได้ว่าบทเรียนที่พัฒนามีความถูกต้อง

### 2.4.1.2 เกณฑ์ในการตรวจสอบคุณภาพมัลติมีเดียของบทเรียน

โดยปกติแล้วในการตรวจสอบคุณภาพมัลติมีเดียของบทเรียน จะต้องมีเกณฑ์ที่เชื่อถือได้ ทั้งนี้เพื่อให้มีเกณฑ์ในการพิจารณาที่เป็นเกณฑ์เดียวกัน ในเนื้อหานี้จึงขอเสนอเกณฑ์หัวข้อหลัก ๆ ที่ควรคำนึงถึงในการตรวจสอบคุณภาพมัลติมีเดียของบทเรียน

เกณฑ์ในการตรวจสอบคุณภาพมัลติมีเดียของบทเรียน โดยการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 2 ด้าน คือ

1. การตรวจสอบ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา
2. การตรวจสอบ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีมัลติมีเดีย

#### (1) การตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

ในการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา ได้แบ่งเกณฑ์ออกเป็น 3 ส่วน คือ

1. เกณฑ์ตรวจสอบเนื้อหา
  - 1.1 ความถูกต้องของการนำเสนอเนื้อหาบนหน้าจอ
    - ตรวจสอบเนื้อหาบนหน้าจอถูกต้องตามกรอบการสอนที่ออกแบบไว้
    - มีวิธีการลำดับการนำเสนอเนื้อหาบนหน้าจอเหมาะสมกับการเรียนรู้
  - 1.2 ความถูกต้องของเนื้อหาที่นำเสนอ โดยสื่อที่เหมาะสม
    - ความถูกต้องตามเนื้อหาของสื่อกราฟิก
    - ความถูกต้องตามเนื้อหาของสื่อภาพนิ่ง
    - ความถูกต้องตามเนื้อหาของสื่อเสียง
    - ความถูกต้องตามเนื้อหาของสื่อภาพเคลื่อนไหว
    - ความถูกต้องตามเนื้อหาของสื่อวีดิทัศน์
  - 1.3 ความถูกต้องของวิธีการปรากฏสื่อ
    - วิธีการปรากฏสื่อกราฟิกบนหน้าจอถูกต้องเหมาะสม
    - วิธีการปรากฏสื่อภาพนิ่งบนหน้าจอถูกต้องเหมาะสม
    - วิธีการปรากฏสื่อเสียงบนหน้าจอถูกต้องเหมาะสม
    - วิธีการปรากฏสื่อภาพเคลื่อนไหวบนหน้าจอถูกต้องเหมาะสม
    - วิธีการปรากฏสื่อวีดิทัศน์บนหน้าจอถูกต้องเหมาะสม
2. เกณฑ์ตรวจสอบการปฏิสัมพันธ์
  - 2.1 การปฏิสัมพันธ์ในบทเรียน
    - การปฏิสัมพันธ์บนหน้าจอถูกต้องตามกรอบการสอน
    - วิธีการนำเสนอปฏิสัมพันธ์เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ
    - มีการให้ผลย้อนกลับอย่างเหมาะสมทันทีทันใด

## 2.2 การปฏิสัมพันธ์ในแบบฝึกหัด

- การปฏิสัมพันธ์บนหน้าจอกฎต้องตามกรอบการสอน
- มีการให้ผลย้อนกลับอย่างเหมาะสมทันทีทันใด
- วิธีการนำเสนอการย้อนกลับสร้างการเรียนรู้เพิ่มขึ้น หรือสร้างความเข้าใจให้มากขึ้น

ใจให้มากขึ้น

- วิธีการให้ผลย้อนกลับสื่อความหมายได้ชัดเจน

## 2.3 การปฏิสัมพันธ์ในแบบทดสอบ

- การปฏิสัมพันธ์บนหน้าจอกฎต้องตามกรอบการสอน
- มีวิธีการแจ้งผลการทดสอบที่เหมาะสมและสื่อความหมายชัดเจน

## 3. เกณฑ์ตรวจสอบโครงสร้างของบทเรียน

- โครงสร้างของบทเรียนเป็นไปตามที่ออกแบบไว้
- วิธีการเข้าถึงเนื้อหาง่ายและสะดวก
- การเชื่อมโยงเนื้อหาเหมาะสม เข้าใจง่าย
- ความสมบูรณ์ของการเชื่อมโยง และเปลี่ยนหน้าจอเหมาะสมกับการเรียน
- การออกจากโปรแกรม

### (2) การตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีมัลติมีเดีย

การตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีมัลติมีเดียได้แบ่งเกณฑ์ออกเป็น 3 ส่วน คือ

#### 1. เกณฑ์พิจารณาการนำเสนอมัลติมีเดีย

##### 1.1 องค์ประกอบของหน้าจอ

- องค์ประกอบในการจัดแบ่งหน้าจอ ได้แก่ ส่วนหัว ส่วนเนื้อหา และ
- องค์ประกอบในการจัดตำแหน่งต่างๆ บนหน้าจอ เช่น ตัวอักษร ภาพ

ส่วนควบคุมหน้าจอ

เป็นต้น

##### 1.2 พื้นหลัง (Background)

- สีของพื้นหลังเหมาะสมไม่รบกวนการมอง หรือการอ่านเนื้อหา
- สีของพื้นหลังเหมาะสมไม่ทำลายสายตา
- พื้นหลังเหมาะสมกับกราฟิก ภาพประกอบ ภาพเคลื่อนไหว (แอนิเมชัน) และวิดีโอ

เมชัน) และวิดีโอ

- สีของพื้นหลังเหมาะสมกับเนื้อหาที่นำเสนอ

##### 1.3 ตัวอักษร

- ขนาดของหัวข้อแต่ละระดับเหมาะสม

- รูปแบบและขนาดของตัวอักษรที่นำเสนอเนื้อหาสาระ
- สีสีนเหมาะสม
- การอ่านง่าย เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย
- การพิมพ์อักขระถูกต้อง

#### 1.4 ปุ่มต่างๆ

- ขนาดของปุ่มมีความหมาย
- ตำแหน่งที่วางปุ่มมีความเหมาะสม
- ความคงที่ของปุ่ม (ไม่เปลี่ยนตำแหน่งจนสับสน)
- การสื่อความหมายชัดเจน เข้าใจ ใช้ง่าย

#### 1.5 การเปลี่ยนหน้าจอ

- การปรับเปลี่ยนหน้าจอต่อเนื่องเหมาะสม
- การปรับเปลี่ยนหน้าจอคงที่ไม่กระโดด หรือไม่เปลี่ยนรูปแบบมากไป
- การปรับเปลี่ยนหน้าจอไม่ทำให้สับสน
- เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนหน้าจอเหมาะสม

#### 1.6 เสียง

- เสียงบรรยายชัดเจนหลักการอ่านถูกต้อง และสื่อความหมายหรือได้
- จำนวนเสียงบรรยายเหมาะสม/เพียงพอ
- เสียงดนตรีเหมาะสม
- เสียงประกอบเหมาะสม

### อารมณ์ตามเนื้อหา

#### 1.7 ภาพประกอบ

- ขนาดของภาพมีความเหมาะสม (ขนาดใหญ่-เล็ก)
- การสื่อความหมายของภาพเหมาะสม
- ความชัดเจนของภาพ

#### 1.8 ภาคเคลื่อนไหว

- ความยาว เวลาที่ใช้เหมาะสม
- ขนาดของภาพเหมาะสม (ขนาดใหญ่-เล็ก)
- การให้สีเหมาะสมต่อการมองและมีความชัดเจน
- การสื่อความหมายเหมาะสม
- ความสวยงาม

#### 1.9 วิดีทัศน์

- ความยาว เวลาที่ใช้เหมาะสม

- ขนาดของภาพเหมาะสม (ขนาดใหญ่-เล็ก)
  - ความชัดเจน
  - การสื่อความหมายเหมาะสม
2. เกณฑ์ตรวจสอบการปฏิสัมพันธ์
- 2.1 การปฏิสัมพันธ์ในบทเรียน
- มีการแจ้งให้ผู้เรียนทราบถึงปฏิสัมพันธ์ที่ชัดเจนและมีรูปแบบที่แน่นอน
  - วิธีการนำเสนอปฏิสัมพันธ์เหมาะสม
  - สื่อที่ใช้แสดงการปฏิสัมพันธ์เหมาะสม
  - เวลาที่ใช้แสดงการปฏิสัมพันธ์เหมาะสม
  - มีการให้ผลย้อนกลับอย่างเหมาะสมทันทีทันใด
- 2.2 การปฏิสัมพันธ์ในแบบฝึกหัด
- มีการให้ผลย้อนกลับอย่างเหมาะสมทันทีทันใด
  - วิธีการให้ผลย้อนกลับสื่อความหมายได้ชัดเจน
  - สื่อที่ใช้ในการให้ผลย้อนกลับเหมาะสม
  - เวลาที่ใช้แสดงการปฏิสัมพันธ์เหมาะสม
- 2.3 การปฏิสัมพันธ์ในแบบทดสอบ
- มีวิธีการแจ้งผลการทดสอบที่เหมาะสม และสื่อความหมายชัดเจน
  - สื่อที่ใช้ในการให้ผลย้อนกลับเหมาะสม
  - เวลาที่ใช้แสดงการปฏิสัมพันธ์เหมาะสม โครงสร้างบทเรียน
  - การเข้าถึงเนื้อหาง่าย
  - ความสมบูรณ์ของการเชื่อมโยง และการเปลี่ยนหน้าจอ
  - การออกจากโปรแกรมสะดวก
  - การให้โอกาสเลือกเรียนต่อจากครั้งก่อนได้
3. โครงสร้างบทเรียน
- การเข้าถึงเนื้อหาง่าย
  - ความสมบูรณ์ของการเชื่อมโยงและการเปลี่ยนหน้าจอ
  - การออกจากโปรแกรมสะดวก
  - การให้โอกาสเลือกเรียนต่อจากครั้งก่อนได้

สำหรับการประเมินคุณภาพบทเรียน มีขั้นตอนในการดำเนินการโดยการนำบทเรียนที่พัฒนาเสร็จแล้ว พร้อมแบบสอบถามประเมินคุณภาพของบทเรียนที่เป็นปลายเปิดไปให้ผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 2 ด้านทำการตรวจสอบ และหากเป็นไปได้ให้ควรรอผู้ใกล้ชิด ขณะที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินเพื่อรับฟังคำแนะนำต่าง ๆ และเมื่อได้รับการตรวจสอบแล้วมีสิ่งใดที่ต้องแก้ไข ก็ทำการปรับปรุงแก้ไข

และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญท่านนั้นตรวจสอบอีกครั้ง เมื่อผ่านการพิจารณาแล้วก็ให้ผู้เชี่ยวชาญท่านนั้น  
ลงลายเซ็นกำกับไว้ เพื่อแสดงว่าผู้เชี่ยวชาญท่านนั้นรับรองคุณภาพของบทเรียนแล้ว ก็จะได้  
บทเรียนที่สมบูรณ์พร้อมจะนำไปทดลองหาประสิทธิภาพและประสิทธิผลต่อไป

#### 2.4.2 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน

##### 2.4.2.1 การทดลองกระบวนการทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียน

หลังจากการตรวจสอบคุณภาพของบทเรียนที่สร้างขึ้นแล้ว จึงนำไปทดลองให้ผู้เรียน  
ศึกษารายบุคคลเพื่อหาข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการเรียน และนำข้อมูลนั้นมาปรับปรุงแก้ไขให้  
สมบูรณ์ก่อนไปทดลองจริง ซึ่งเป็นการทดลองหาประสิทธิภาพเพื่อหาอุปสรรคที่อาจจะเกิดขึ้น โดย  
การทำการจดบันทึกข้อมูลนั้น และนำมาปรับปรุงแก้ไขก่อนที่จะนำไปทดลองจริง

ขั้นตอนการทดลองกระบวนการทดสอบหาประสิทธิภาพ มีวิธีการดำเนินการดังนี้

1. คัดเลือกนักศึกษาที่เป็นกลุ่มเป้าหมายประมาณ 10 คน เพื่อทำการทดสอบหา  
ประสิทธิภาพ โดยเลือกกลุ่มเก่ง ปานกลาง อ่อน คละกัน
2. ให้แต่ละคนศึกษาคู่มือนักเรียน และทำการเรียนจากบทเรียนที่พัฒนาขึ้นเป็น  
รายบุคคล
3. ในระหว่างเรียนหากผู้เรียนเกิดความสงสัย อนุญาตให้ยกมือถามได้ และผู้ผลิต  
ทำการจดบันทึกปัญหาที่เกิดขึ้น
4. ผู้ผลิตทำการสังเกตปัญหา ที่อาจจะเกิดขึ้นในระหว่างทดลอง และจดบันทึก  
เป็นข้อมูล
5. นำข้อมูลที่จดบันทึกไปปรับปรุงแก้ไข ขั้นตอนการทดลอง และกระบวนการ  
ต่างๆ ให้ถูกต้อง

##### 2.4.2.2 การทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียน

การหาประสิทธิภาพของบทเรียน เป็นการทดสอบบทเรียนที่พัฒนาขึ้นกับนักศึกษาที่เป็น  
ตัวแทนของประชากร โดยนำบทเรียนที่สร้างขึ้นไปทดลอง โดยเกณฑ์ของประสิทธิภาพของ  
บทเรียนที่สร้างขึ้น สามารถกำหนดค่าออกมาเป็นตัวเลขที่จะใช้เป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่า  
ผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมในระดับที่พึงพอใจ โดยกำหนดเป็นประสิทธิภาพจากผลการทดสอบ  
ของผู้เรียนระหว่างกระบวนการเรียน ซึ่งเป็นผลเฉลี่ยเมื่อเรียนจบแต่ละหน่วยการเรียนต่อ  
ประสิทธิภาพของผลการทดสอบของผู้เรียน เมื่อเรียนจบทุกหน่วยการเรียน โดยเกณฑ์ในการหา  
ประสิทธิภาพใช้สัญลักษณ์  $E_1/E_2$

$E_1$  หมายถึง ประสิทธิภาพระหว่างกระบวนการเรียน โดยเฉลี่ย จากคะแนนเฉลี่ยของผล  
การทดสอบ เมื่อผู้เรียนเรียนจบแต่ละหน่วยการเรียน

$E_2$  หมายถึง ประสิทธิภาพจากการทดสอบหลังเรียน (Post-test) เมื่อเรียนจบทุกหน่วย การเรียน

สูตรการหาประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  (ชัยขงค์ พรหมวงศ์ และคณะ. 2542 : 491) มีดังนี้

$$\text{เมื่อ } E_1 = \frac{\sum X/n}{A} \times 100 \quad (2.1)$$

$$\text{เมื่อ } E_2 = \frac{\sum F/n}{B} \times 100 \quad (2.2)$$

เมื่อ $E_1$	คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ
$E_2$	คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
$\sum X$	คือ คะแนนรวมที่ตอบถูกของแบบทดสอบก่อนเรียน
$\sum F$	คือ คะแนนรวมที่ตอบถูกของแบบทดสอบหลังเรียน
A	คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบก่อนเรียน
B	คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน
N	คือ จำนวนผู้เรียน

เมื่อได้ค่าประสิทธิภาพออกมาเป็นตัวเลขแล้ว บางครั้งค่าที่คำนวณออกมาก็มากกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แต่ก็มีหลายครั้งที่คำนวณได้เกณฑ์น้อยกว่าที่ตั้งไว้ การยอมรับประสิทธิภาพ จะกำหนดค่าความแปรปรวนไว้  $\pm 2.5\%$  เป็นระดับที่เหมาะสม นั่นคือประสิทธิภาพ ไม่ควรต่ำกว่าเกณฑ์ 2.5% จึงยอมรับว่าชุดการสอนนั้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

#### ตารางที่ 2.2 เกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

มากกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 2.5%	ถือว่าสูงกว่าเกณฑ์
มากกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แต่ไม่เกิน 2.5%	ถือว่าเท่าเกณฑ์ที่กำหนด
น้อยกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 2.5%	ถือว่าต่ำกว่าเกณฑ์ แต่อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้
น้อยกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ $> 2.5\%$	ถือว่าต่ำกว่าเกณฑ์ ใช้ไม่ได้

#### 2.4.3 การดำเนินการทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนและประสิทธิผลการเรียน

การดำเนินการหาประสิทธิภาพและประสิทธิผล มีขั้นตอนการดำเนินการที่ละขั้นตอน 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตอนเตรียมการก่อนการทดสอบ เป็นการจัดเตรียมความพร้อมก่อนที่จะทำการทดลอง โดยการจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการทดลองให้พร้อม การจัดเตรียมสถานที่ในการทดลอง

การนัดวัน เวลา สถานที่ ให้ผู้เรียนทราบ รวมถึงการคัดเลือกกลุ่มผู้เรียน ซึ่งปกติจะใช้จำนวนไม่ต่ำกว่า 30 คน จนกระทั่งถึง 100 คน

2. แนะนำการใช้บทเรียนให้กับผู้เรียน ก่อนที่จะทดลองจะต้องแจ้งรายละเอียดที่สำคัญเกี่ยวกับขั้นตอน และวิธีการเรียนให้นักเรียนทุกคนทราบ รวมทั้งแจ้งรายละเอียดเกี่ยวกับการทดลองให้ผู้เรียนทราบ เพื่อผู้เรียนจะได้ไม่เกิดความสงสัยหรือเกิดคติดกับการเรียนบทเรียน

3. ให้ผู้เรียนทำการทดสอบก่อนเรียน หลังจากที่ผู้เรียนทราบรายละเอียดดีแล้ว จึงให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน โดยแบบทดสอบนี้ได้ผ่านเกณฑ์พิจารณาความยากง่าย อำนาจจำแนก ตามกระบวนการวัดผลทางการศึกษาแล้ว และจะต้องคู่ขนานกับแบบทดสอบหลังเรียนด้วย

การทดสอบนั้น อาจทำได้ 2 ลักษณะ คือ

1. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบลงในกระดาษคำตอบ เหมือนกับการสอบโดยปกติ
2. นำแบบทดสอบเขียนลงโปรแกรมแล้วให้ผู้เรียนทำในคอมพิวเตอร์ โดยเขียนโปรแกรมข้อสอบไว้เป็นฐานข้อมูลหรือคลังข้อสอบ โดยจำนวนของข้อสอบจะเป็นไปตามสัดส่วนของน้ำหนักความสำคัญของเนื้อหาที่กำหนดไว้ในแต่ละจุดประสงค์ และให้ผู้เรียนทำบนจอคอมพิวเตอร์ เมื่อทำเสร็จจะแสดงผลการทดสอบเลย

นำคะแนนสอบของผู้เรียนมาพิจารณา เพื่อคัดผู้ที่มีความรู้มากออกไป ทั้งนี้เพราะผู้ที่มีความรู้ในเนื้อหาแล้ว คือได้คะแนนตั้งแต่ 20% ขึ้นไป จะทำให้การทดลองไม่ได้ผล ส่วนที่เหลือถือเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการ ต้องไม่น้อยกว่า 30 คน นำไปทดลองในขั้นตอนต่อไป

4. ให้ผู้เรียนเรียนเนื้อหาแต่ละหน่วยและทำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ ในขั้นนี้ต้องอธิบายการใช้บทเรียนให้ผู้เรียนทราบพอสังเขป พร้อมแนะนำคู่มือการใช้บทเรียน จากนั้นให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาหน่วยการเรียนรู้ที่กำหนด และเมื่อเรียนจบแล้วก็ทำแบบทดสอบท้ายบทของหน่วยการเรียนรู้นั้น ในการทดลองแต่ละครั้ง ผู้ผลิตควรแจ้งกำหนดเวลาในการศึกษา และเวลาในการทำแบบทดสอบให้ชัดเจน สำหรับระยะห่างของการเรียนในแต่ละหน่วยนั้น ขึ้นอยู่กับผู้ผลิตที่จะเป็นผู้กำหนด แต่ไม่ควรทำติดกันเกินไป จะต้องมียุ่ระยะห่างของเวลาที่เหมาะสม

เมื่อได้ผลการทดสอบแล้วก็หาประสิทธิภาพของแต่ละหน่วยไว้ ทำการทดลองจนครบทั้งหมด นำประสิทธิภาพของแต่ละหน่วยมาหาค่าประสิทธิภาพเฉลี่ย ซึ่งจะเป็นค่าประสิทธิภาพ E1

5. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เมื่อเรียนจนครบทุกหน่วยการเรียนรู้แล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน Post-test วิธีการสอบเหมือนกับการทำแบบทดสอบก่อนเรียน หลังจากนั้นนำผลที่ได้มาคำนวณประสิทธิภาพ จะได้ค่า E<sub>2</sub> ซึ่งเป็นค่าประสิทธิภาพหลังเรียน

6. นำผลที่ได้มาวิเคราะห์สรุปผล นำผลการทดสอบท้ายหน่วยของแต่ละหน่วย และแบบทดสอบหลังเรียนมาวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของบทเรียน  $E_1/E_2$  และนำผลการทดสอบก่อนเรียน และผลการทดสอบหลังเรียนมาคำนวณหาประสิทธิภาพทางการเรียน

หากผลที่ได้เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้หรือสูงกว่า ถือว่าบทเรียนนี้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลทางการเรียน สามารถนำไปใช้ได้จริงได้ แต่หากไม่ผ่านเกณฑ์ จะต้องทำการปรับปรุงบทเรียนนั้น โดยพิจารณาองค์ประกอบหลายๆ องค์ประกอบ เช่น คะแนนท้ายหน่วยการเรียนรู้ใดที่มีค่าน้อยมาก ก็นำหน่วยการเรียนรู้นั้นไปปรับปรุงแล้วทดลองใหม่ จนกว่าจะได้ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เมื่อทำได้แล้วก็ถือว่าการผลิตบทเรียนมีคุณภาพสามารถนำไปใช้ เป็นบทเรียนที่ผู้เรียนใช้ศึกษาด้วยตนเองได้

## 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.5.1 งานวิจัยในประเทศ

นงคณูช เพ็ชรรัตน์ (2543 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านอินเทอร์เน็ต เรื่องความปลอดภัยของโปรแกรม ได้นำไปทดลองใช้กับนักศึกษาสาขา วิทยาการคอมพิวเตอร์ ชั้นปีที่ 4 ที่กำลังเรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2542 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล จำนวน 39 คน พบว่า คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านอินเทอร์เน็ต ด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ได้ค่าเฉลี่ย 4.62 และด้านการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมีค่าเฉลี่ย 4.33 และมีประสิทธิภาพ 83.88/82.22 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้และเป็นไปตามสมมติฐาน

นฤมล รอดเนียม (2546 : 97-98) ได้ทำการพัฒนาบทเรียนการสอนผ่านเว็บ เรื่องอินเทอร์เน็ต วิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ได้นำไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาพลศึกษา ชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2545 วิทยาลัยพลศึกษาจังหวัดชุมพร จำนวน 30 คน พบว่าประสิทธิภาพของบทเรียนการสอนผ่านเว็บ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.40/85.11 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 และคุณภาพของบทเรียนผ่านเว็บด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 4.71$ ) และคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ อยู่ในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.58)

วาทินี นุ้ยเพียร (2546 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนอินเทอร์เน็ต วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง กรมอาชีวศึกษา ชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 โรงเรียนพงษ์สวัสดิ์พัฒนาการ จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนมีประสิทธิภาพ 93.2/85.98 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 85/85

อาจณรงค์ มโนสุทธิฤทธิ์ (2546 : 67-68) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง หน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ โดยทดลองใช้กับนักเรียนมัธยมศึกษา

ปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 โรงเรียนอัสสัมชัญสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ และได้ลงทะเบียนเรียนวิชาการใช้คอมพิวเตอร์เบื้องต้น จำนวน 30 คน ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ผลการประเมินบทเรียน จากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา เท่ากับ 4.66 และผลการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อการสอนเท่ากับ 3.94 ซึ่งค่าเฉลี่ยรวมทั้ง 2 ด้าน เท่ากับ 4.30 อยู่ในเกณฑ์ดี

2. ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีผลดังนี้ ประสิทธิภาพของบทเรียนจากแบบทดสอบระหว่างเรียน เท่ากับ 80.33 และประสิทธิภาพของบทเรียนจากแบบทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 81.00 ซึ่งสอดคล้องกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ 80/80

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ซึ่งคะแนนของนักเรียนที่ได้จากแบบทดสอบก่อนเรียน เท่ากับ 9.80 และคะแนนที่ได้จากแบบสอบหลังเรียน เท่ากับ 16.20 และนำผลคะแนนมาหาค่าสถิติโดยใช้สูตร t-test แบบ dependent ได้ค่าเท่ากับ 19.48 และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับตาราง t-test แล้ว มีค่าเท่ากับ 1.599 ซึ่งแสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ธงชัย กนกโชติเลิศ (2546 : 29) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเว็บ เพื่อการทบทวน วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมเชิงเส้นและการชน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า

1. ประสิทธิภาพของโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเว็บเพื่อการทบทวนมีค่าเท่ากับ 80.25 / 81.88 เป็นไปตามเกณฑ์  $E_1/E_2$  ไม่น้อยกว่า 80/80 ที่กำหนดไว้

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนด้วยโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเว็บเพื่อการทบทวนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นเรศ เดชผล (2547 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเว็บเพื่อสอนทบทวน เรื่อง เทคโนโลยีสื่อสารและเครือข่าย โดยทดลองใช้กับนักศึกษาประดับประกาศนียบัตร ชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 สาขาพัฒนาระบบสารสนเทศ สำนักการศึกษาระบบสารสนเทศ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ จำนวน 8 คน ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเว็บเพื่อสอนทบทวน เรื่อง เทคโนโลยีสื่อสารและเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.90/83.75 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

ใหม่ เจริญธรรม (2547 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องเทคโนโลยีของแลน วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ มีคุณภาพทางด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.64$ ) คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

เน็ต ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 4.64$ ) ประสิทธิภาพเท่ากับ 83.76/84.71

ฉัฐพล จันทสร (2548 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน เรื่องสถิติเพื่อการวิจัย ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์) ชั้นปีที่ 2 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระเจ้าเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 20 คน พบว่า บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวนที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดี (ค่าเฉลี่ย = 4.43) และคุณภาพด้านการผลิตสื่ออยู่ในระดับดี (ค่าเฉลี่ย = 4.43) มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 80.33/78 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 75/75 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

ฉัฐพล คชสำโรง (2548 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน วิชาทอผ้า 1 เรื่องกระบวนการผลิตผ้าทอด้วยเครื่องทอผ้าอุตสาหกรรม สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิชาอุตสาหกรรมสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีหลักสูตร 4 ปี ชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2547 ที่เคยผ่านการเรียนวิชาทอผ้า 1 จำนวน 15 คน พบว่า บทผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวนที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ 82.88/83.11 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

ปราณิสยา อ่ำทอง (2548 : บทคัดย่อ) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน เรื่องเทคโนโลยีชีวภาพที่เกี่ยวข้องกับพืช มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.93$ ) และด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.82$ ) มีประสิทธิภาพ 80.13/82.67 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

### 2.5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

North Carolina State University (NCSU : 2004) [Internet] ได้ทำการออกแบบ และวิเคราะห์บทเรียนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต กับนักศึกษา 1,278 คน พบว่า การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จำนวน 247 คน กับนักศึกษาจำนวน 1,031 คน เรียนปกติในห้องเรียนกับอาจารย์ ทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งผลวิจัยสนับสนุนการเรียนแบบ Online ของวิทยาลัย North Carolina State University

James Ambach., Corrina Perrone และ Alexander Repening (1998 : 102-105) ได้ทำการศึกษาในเรื่องของ Remote Exploratoriums : Combining Network media and Design Environments โดยได้พัฒนาระบบการเรียนรู้ทางไกล จากแนวคิดของเว็ลด์ไวด์เว็บที่สร้างเครือข่าย ลักษณะที่เป็นการสอนข้อมูลข่าวสาร ผู้เรียนเป็นเพียงผู้รับข้อมูล ซึ่งอาจจะดูหรืออ่านผ่านไปโดยไม่มีกิจ

กรรมร่วม หรืออาจให้มีกิจกรรมร่วมกับบทเรียน โดยประยุกต์รูปแบบโปรแกรมสำหรับการสร้าง  
สรรค์การออกแบบสภาพแวดล้อม ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนมากยิ่งขึ้น

Johnson (1997 : 668-669) ได้ศึกษาความสามารถในการใช้ เวิลด์ ไวด์ เว็บ เครื่องข่ายอิน  
เทอร์เน็ต ในรูปแบบบททวนบทเรียน พบว่า เวิลด์ ไวด์ เว็บ เครื่องข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นแหล่ง  
ทรัพยากรทางความรู้ที่สามารถใช้เพื่อการศึกษา สามารถนำมาออกแบบบทเรียนเพื่อใช้ทบทวน  
ความรู้บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรียกว่า Wtutor ซึ่งผู้เรียนสามารถทำแบบฝึกหัดและรับผลย้อน  
กลับได้ทันที ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา

จากงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น จะพบว่าการนำบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมาใช้ในการ  
การเรียนการสอน จัดได้ว่าเป็นสื่อการสอนที่ดีมีประสิทธิภาพ และช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
ของผู้เรียนดีขึ้น อีกทั้งบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตยังมีรูปภาพประกอบ ทำให้ผู้เรียนเกิด  
ความสนใจในบทเรียนนั้นๆ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้คิดทำการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต  
เพื่อทบทวน เรื่องเทคโนโลยีชีวภาพที่เกี่ยวข้องกับพืช เพื่อให้ให้นักเรียนได้มีสื่อการเรียนการสอนไว้  
สำหรับทบทวนเนื้อหาบทเรียน และยังเป็นแนวทางที่ผู้สอนจะได้นำไปพัฒนารูปแบบการเรียน  
การสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น รหัสวิชา ก 40204 รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 4 ตามหลักสูตรการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ กระทรวงศึกษาธิการ ผู้วิจัยได้ ดำเนินการวิจัยตามหัวข้อต่อไปนี้

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

#### 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

##### 3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ช่วงชั้นที่ 4 ชั้นปีที่ 2 (มัธยมศึกษา ปีที่ 5) ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2548 โรงเรียนอัสสัมชัญ เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร ทั้งหมด จำนวน 300 คน จำนวน 6 ห้อง

##### 3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ช่วงชั้นที่ 4 ชั้นปีที่ 2 (มัธยมศึกษาปีที่ 5) ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2548 โรงเรียนอัสสัมชัญ เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร ซึ่งใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multistage Sampling) ประกอบด้วยการสุ่มตัวอย่างแบบเป็นกลุ่ม (Cluster Sampling) จำนวน 1 ห้อง และวิธีการสุ่มอย่างง่าย ด้วยการจับสลาก ได้นักเรียนจำนวน 30 คน

#### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ในที่นี้หมายถึงการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่าย อินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 4 โดยผู้วิจัยแบ่ง การสร้างเครื่องมือออกเป็น 3 ประเภทคือ

- 3.2.1 บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
- 3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### 3.2.3 แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

#### 3.2.1 บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ผู้วิจัยได้สร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎีและหลักการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และฝึกหัดการใช้โปรแกรมสำหรับการสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

2. ศึกษาหลักสูตร และเนื้อหาเรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 4 รหัสวิชา ค 40204

3. วิเคราะห์เนื้อหาเป็นหน่วยย่อย และกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยศึกษาเนื้อหาตลอดทั้งเรื่อง ซึ่งได้แบ่งเนื้อหาเป็น 3 หน่วยการเรียนรู้ดังนี้

หน่วยที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับทฤษฎีกราฟ

- ประวัติของทฤษฎีกราฟ
- แนวคิดของทฤษฎีกราฟ
- บทนิยาม 1
- บทนิยาม 2
- บทนิยาม 3

หน่วยที่ 2 ระดับขั้น

- บทนิยาม 4

หน่วยที่ 3 วิธีและวัฏจักร

- บทนิยาม 5
- บทนิยาม 6
- บทนิยาม 7
- บทนิยาม 8
- บทนิยาม 9

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับประวัติทฤษฎีกราฟ
2. นักเรียนสามารถแก้ไขปัญหาล่าง ๆ โดยใช้กราฟเป็นแบบจำลองได้
3. นักเรียนสามารถหาค่า  $V(G)$  และ  $E(G)$  ของกราฟ  $G$  ใด ๆ ได้
4. นักเรียนสามารถหาความสัมพันธ์ของการประชิด และตกกระทบของกราฟ  $G$

ใด ๆ ได้

5. นักเรียนสามารถบอกชนิดของกราฟวงวน กราฟที่มีหลายชั้น กราฟเชิงเดียว
6. นักเรียนสามารถนำความรู้ของนิยามระดับขั้น ไปใช้แก้ปัญหาล่างที่เกี่ยวข้องได้
7. สามารถบอกได้ว่ามีจำนวนจุดเท่าใด และจุดใดเป็นจุดคู่ หรือจุดคี่

8. นักเรียนสามารถหาความแตกต่างและหาความยาวของแนวเดินปิด แนวเดินเปิด รอยเดินปิด รอยเดินเปิด วิถี และวัฏจักรได้

4. ออกแบบหน้าจอและร่างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

5. สร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยใช้โปรแกรม Macromedia Dreamweaver, Adobe Photoshop, Macromedia Flash, PHP และ MySQL

6. นำบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่สร้างเสร็จเสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบร่างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อหาข้อบกพร่อง ซึ่งผู้วิจัยจะนำมาปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์

7. นำบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สร้างเสร็จเสนอผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 3 ท่าน เพื่อทำการประเมินหาคุณภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และขอแนะนำ เพื่อมาปรับปรุงแก้ไข ดังรายนามต่อไปนี้

#### ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

1) อาจารย์วันนิสา นิรมาณ อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนอัสสัมชัญ เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร

2) อาจารย์มลวิภา เผ่าจินดา อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนอัสสัมชัญ เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร

3) อาจารย์ทองด่วน ไชยชนะ หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนคินุกพังงาวิทยายน อำเภอเมือง จังหวัดพังงา

เมื่อผู้ทรงคุณวุฒิได้ทำการประเมินแล้ว ผลการวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้านเนื้อหา มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.81$ ) และผู้ทรงคุณวุฒิให้ข้อเสนอแนะว่า ควรเปลี่ยนวัตถุประสงค์ให้ตรงตามเนื้อหา และแก้ไขรูปภาพตัวอย่างบางรูปในเนื้อหาให้ตรงกับคำอธิบาย

#### ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรรถพร ฤทธิเกิด ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2) อาจารย์สมเกียรติ ดันติวงศ์วานิช อาจารย์หน่วยสารสนเทศ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3) อาจารย์อรรถกร ศิริบุญ อาจารย์ประจำงานเทคโนโลยีและสารสนเทศ โรงเรียนอัสสัมชัญ เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร

หลังจากผู้ทรงคุณวุฒิทำการประเมินแล้ว ผลการวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้านเทคนิคการผลิตสื่อ มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.83$ ) และ

ผู้ทรงคุณวุฒิให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงส่วนของการเน้นสีข้อความที่มีความสำคัญของเนื้อหา และการจัดรูปแบบของรูปประกอบเนื้อหา

8. นำบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองกับกลุ่มทดลอง ซึ่งเป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ช่วงชั้นที่ 4 ชั้นปีที่ 2 ที่เคยเรียนเนื้อหาในวิชานี้มาก่อน จำนวน 3 คน ซึ่งมีระดับผลการเรียน อ่อน ปานกลาง และเก่ง ระดับละ 1 คน โดยได้มาจากการคัดเลือกของครูประจำวิชา ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมและสัมภาษณ์นักเรียน และบันทึกข้อบกพร่องที่ต้องปรับปรุง แก้ไข ซึ่งสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

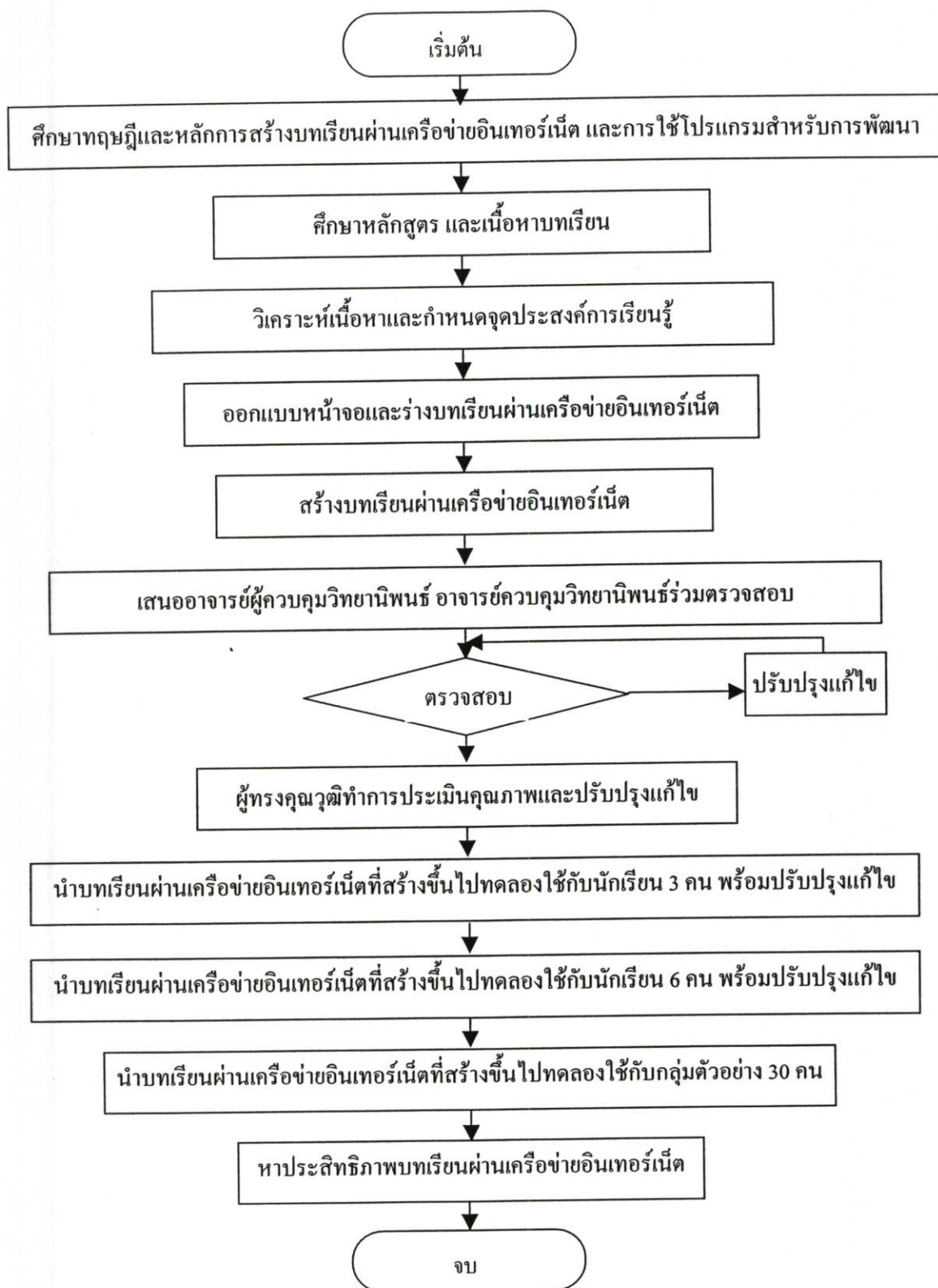
- 1) ตัวอักษรบางตัวสะกดผิด
- 2) ตัวอย่างประกอบเนื้อหามีน้อยเกินไป
- 3) แบบฝึกหัดหน่วยที่ 2 ไม่ถูกต้อง มีข้อ 5 อยู่ 2 ข้อ

9. นำบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่ได้ปรับปรุงแล้ว ไปทดลองกับเป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ช่วงชั้นที่ 4 ชั้นปีที่ 2 ที่เคยเรียนเนื้อหาในวิชานี้มาก่อน จำนวน 6 คน ซึ่งมีระดับผลการเรียน อ่อน ปานกลาง และเก่ง ระดับละ 2 คน โดยได้มาจากการคัดเลือกของครูประจำวิชา ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมและสัมภาษณ์นักเรียน และบันทึกข้อบกพร่องที่ต้องปรับปรุง แก้ไข ซึ่งสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

- 1) แบบฝึกหัดก่อนเรียนและหลังเรียนข้อที่ 5 รูปภาพไม่สมบูรณ์
- 2) แบบฝึกหัดหน่วยที่ 3 ในส่วนเฉลยแบบฝึกหัด ข้อที่ 1 ตอบว่าทางเดินปิด ต้อง

แก้ไขเป็นทางเดินเปิด

10. นำบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่แก้ไขปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง 30 คน และนำผลการทดสอบมาทำการวิเคราะห์ เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้สูตร  $E_1/E_2$



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

### 3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ศึกษาวิธีสร้างและเทคนิคการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น
3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น จำนวน 38 ข้อ เพื่อสามารถใช้ได้จริง 20 ข้อ เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก กำหนดข้อที่ตอบถูกเป็น 1 คะแนน และข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบ ให้ 0 คะแนน ให้ตรงกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้
4. หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา พิจารณาความสอดคล้องของข้อสอบ กับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

คะแนน 1 สำหรับแบบทดสอบที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้

คะแนน 0 สำหรับแบบทดสอบที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้

คะแนน -1 สำหรับแบบทดสอบที่แน่ใจว่าไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้

บันทึกผลการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละข้อ นำไปหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อความกับนิยามศัพท์เฉพาะที่ระบุไว้ โดยใช้สูตร (พร้อมพรรณ อุคมสิน. 2528 : 144)

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (3.1)$$

- เมื่อ
- |          |     |   |
|----------|-----|---|
| IOC      | คือ | ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์ |
| $\sum R$ | คือ | ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด       |
| N        | คือ | จำนวนของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา                   |

นำคะแนนที่ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินไว้ในแต่ละข้อมาหาค่าเฉลี่ยแล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ โดยกำหนดค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ถือว่าข้อสอบนั้นมีความเที่ยงตรง

จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมด 38 ข้อ ได้คำถามซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องเกิน 0.5 ทั้งหมด 32 ข้อ โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับ 1 จำนวน 23 ข้อ และมีค่าเท่ากับ 0.67 จำนวน 9 ข้อ โดยผู้ทรงคุณวุฒิได้เสนอแนะให้แก้ไขโจทย์คำถามข้อ 2 และ 4 ถ้าจะใช้เป็นแบบทดสอบก่อนเรียนต้องนำมาปรับปรุง เนื่องจากลักษณะของโจทย์เป็นคำถามที่ใช้ความจำมากเกินไป และโจทย์คำถามข้อที่ 6 โจทย์ไม่สมบูรณ์ เพิ่มโจทย์ได้รูปภาพว่า ข้อใดเป็นรูปจำลองแทนสถานการณ์ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการแก้ไขตามคำแนะนำ

5. นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องแล้ว นำเสนออาจารย์ผู้ควบคุม  
วิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบ
6. นำแบบทดสอบที่แก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ผ่านการเรียน เรื่องทฤษฎีกราฟ  
เบื้องต้น จำนวน 30 คน
7. นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาความยากง่าย ( $p$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) มีสูตรดังนี้  
สูตรหาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2535 : 237)

$$p = \frac{f_H + f_L}{N_H + N_L} \quad (3.2)$$

$$r = \frac{f_H - f_L}{N_H} \quad (3.3)$$

- เมื่อ  $p$  คือ ดัชนีความยากง่ายของแบบทดสอบ
- $r$  คือ ค่าอำนาจจำแนกแบบทดสอบ
- $f_H$  คือ จำนวนจำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง
- $f_L$  คือ จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
- $N_H$  คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มสูง
- $N_L$  คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มต่ำ

โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.2-0.8 และค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่  
0.2 ขึ้นไป จากการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ ได้คัดเลือกข้อ  
สอบไว้จำนวน 20 ข้อ โดยมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.37-0.77 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.27- 0.67

8. หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับที่ได้คัดเลือกไว้จำนวน 20 ข้อ โดยใช้สูตร  
KR-20 ของ Kuder Richardson (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2535 : 142) มีสูตรดังนี้

$$r_{tt} = \frac{K}{(K-1)} \left\{ \frac{1 - \sum pq}{S^2} \right\} \quad (3.4)$$

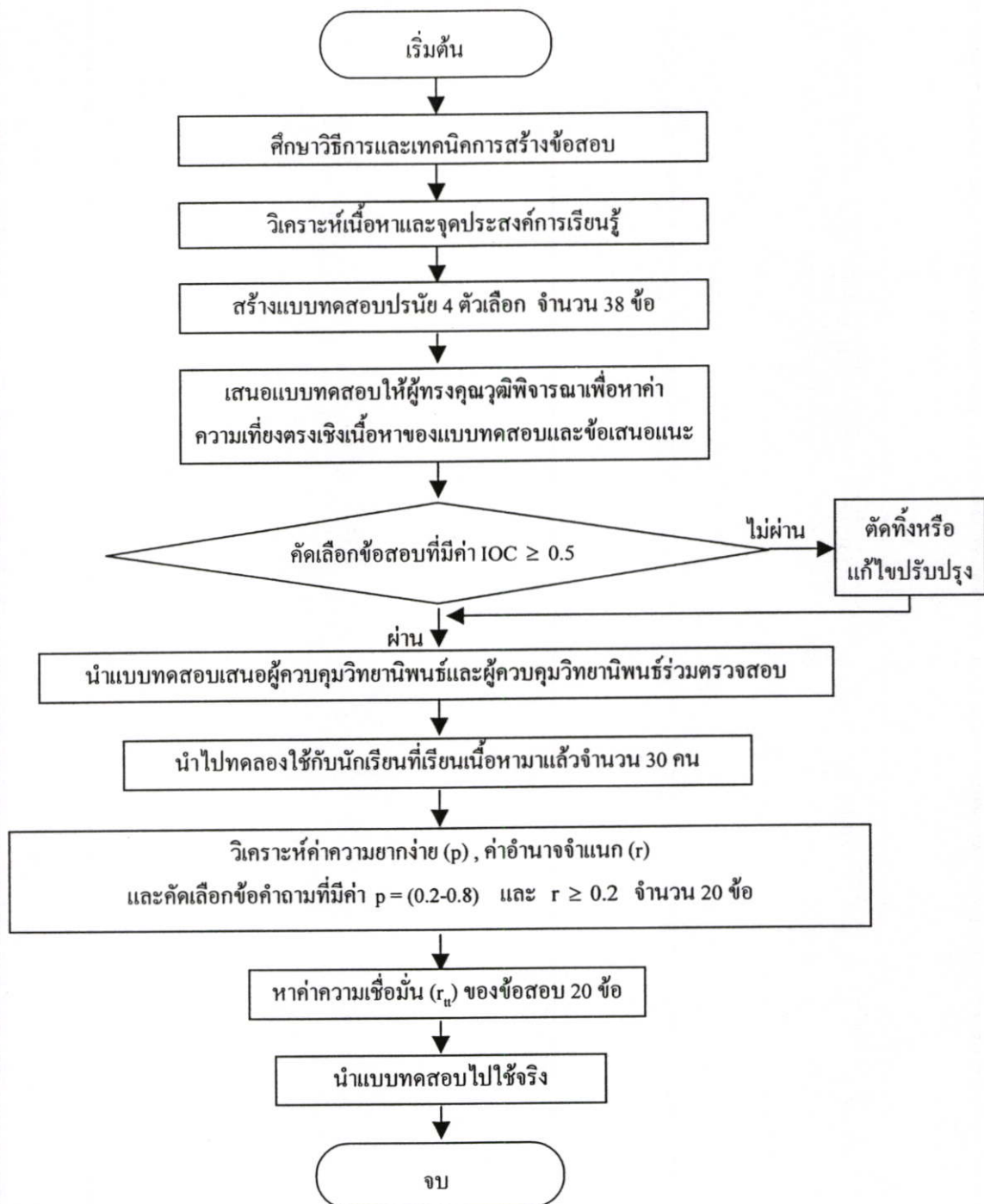
- เมื่อ  $r_{tt}$  คือ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
- $K$  คือ จำนวนข้อสอบทั้งหมด
- $p$  คือ สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ
- $q$  คือ สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ ( $1 - p$ )
- $S^2$  คือ ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

โดยได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.99

**ตารางที่ 3.1** คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

รายการ	ค่าที่ได้
ดัชนีความสอดคล้อง	0.67 – 1.00
ค่าความยากง่าย (p)	0.37 – 0.77
ค่าอำนาจจำแนก (r)	0.27 – 0.67
ค่าความเชื่อมั่น	0.99

9. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปใช้ได้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### 3.2.3 แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อ การทบทวน เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดหัวข้อและสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยผู้วิจัยได้แบ่งการประเมินออกเป็น 2 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยใช้ แบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ซึ่งเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

- 5 คะแนน หมายถึง คุณภาพดีมาก
- 4 คะแนน หมายถึง คุณภาพดี
- 3 คะแนน หมายถึง คุณภาพปานกลาง
- 2 คะแนน หมายถึง คุณภาพพอใช้
- 1 คะแนน หมายถึง คุณภาพควรปรับปรุง

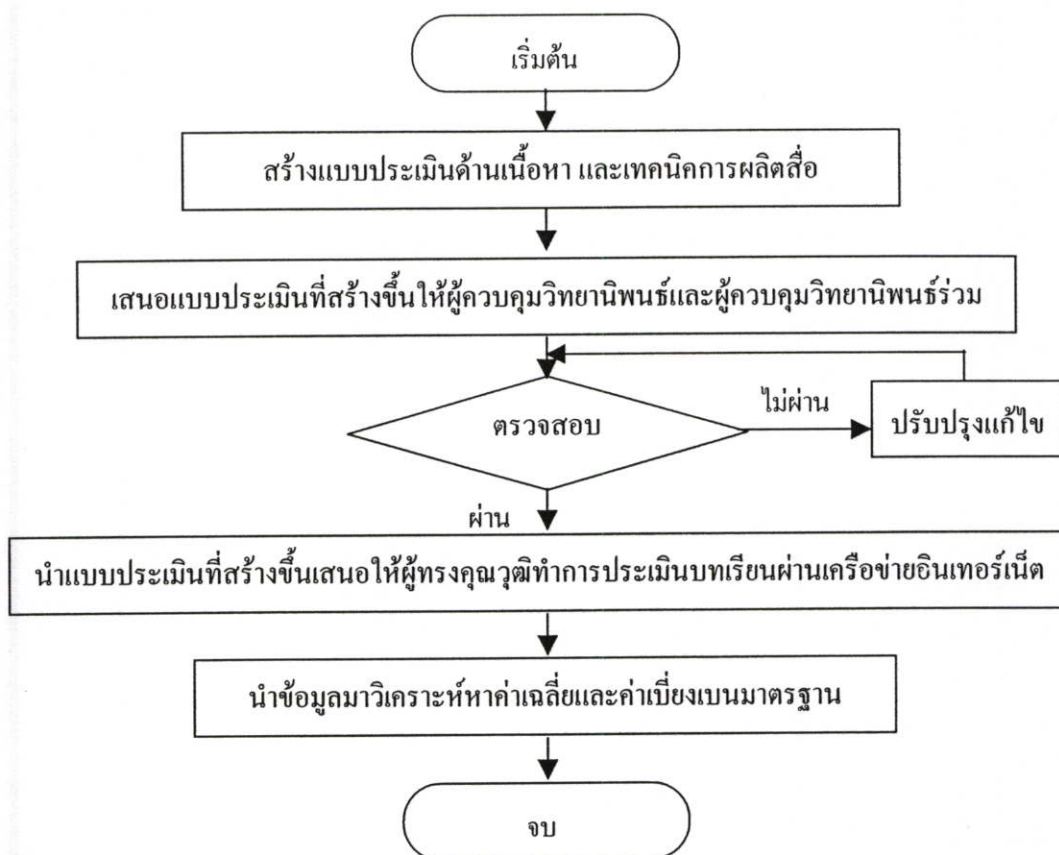
และมีเกณฑ์การแปลความหมายของค่าเฉลี่ยคุณภาพของบทเรียนผ่านเครือข่าย อินเทอร์เน็ตแต่ละข้อดังนี้

- ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง คุณภาพดีมาก
- ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง คุณภาพดี
- ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง คุณภาพปานกลาง
- ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง คุณภาพพอใช้
- ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง คุณภาพควรปรับปรุง

2. นำแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ได้ เสนอ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบ เพื่อไปปรับปรุง แก้ไขตามคำแนะนำ

3. ให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อทำการประเมินบทเรียน ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

4. นำแบบประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่ทำการประเมิน เป็นที่เรียบร้อยแล้ว มาทำการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ซึ่งการ ประเมินแต่ละส่วนจะต้องมีค่าเฉลี่ย 3.50 ขึ้นไป จึงจะถือว่าบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีคุณภาพดี และถ้าผลการประเมินต่ำกว่า 3.50 ต้องทำการแก้ไขปรับปรุงในส่วนที่บกพร่องเพื่อให้ คุณภาพที่เหมาะสม



รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

### 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อการทบทวนเรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 4 ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนในการทดลองดังนี้

1. ติดต่อขอรับหนังสือขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย จากคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. นำหนังสือขออนุญาตเก็บข้อมูลการวิจัยไปติดต่ออธิการ โรงเรียนอัสสัมชัญ เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร เพื่อขออนุญาตและประสานงานในการทดลองเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย
3. ติดต่อนัดหมายขอใช้ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ และตรวจสอบความเรียบร้อยของห้องเรียนที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
4. แจ้งให้กลุ่มตัวอย่างทราบล่วงหน้าก่อนทำการทดลอง
5. ดำเนินการทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน วันที่ 23 กุมภาพันธ์ 2549 ใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยได้แนะนำขั้นตอนการเรียน และให้นักเรียนทำแบบทดสอบ

ก่อนเรียน จากนั้นให้ทำการศึกษาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 3 หน่วยการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดท้ายหน่วย หลังจากเรียนจบแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ส่วนคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน และแบบฝึกหัดท้ายหน่วย จะถูกบันทึกไว้ในไฟล์บน Sever ซึ่ง ในระหว่างการทดลองผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยตนเอง

6. หลังจากนักเรียนทำการศึกษาบทเรียนจนครบและทำแบบฝึกหัดท้ายหน่วยจนครบทุกหน่วยการเรียนรู้แล้ว ผู้วิจัยจึงให้ทำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 20 ข้อ เพื่อทดสอบวัดความรู้ความสามารถของผู้เรียน โดยคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนจะถูกบันทึกไว้ในไฟล์บน Sever หลังจากนั้น ผู้วิจัยนำผลคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

### 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

3.4.1 หากคุณภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทางด้านเนื้อหา และด้านเทคนิค การผลิตสื่อ โดยใช้สถิติดังนี้

- 1) หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2542 : 164) ใช้สูตร

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} \quad (3.5)$$

เมื่อ	$\bar{X}$	คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
	$\sum$	คือ ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด
	X	คือ คะแนนแต่ละจำนวน
	n	คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

- 2) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2542 : 179) ใช้สูตร

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{(n-1)}} \quad (3.6)$$

เมื่อ	S.D.	คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	X	คือ ค่าคะแนนแต่ละคน
	n	คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด
	$\bar{X}$	คือ ค่าเฉลี่ยคะแนนทั้งหมด

3.4.2 การคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 โดยใช้สูตร  $E_1/E_2$  (ชัยขงค์ พรหมวงศ์ และคณะ. 2542 : 491)

$$\text{เมื่อ } E_1 = \frac{\sum X/n}{A} \times 100 \quad (3.7)$$

$$E_2 = \frac{\sum F/n}{B} \times 100 \quad (3.8)$$

เมื่อ	$E_1$	คือ ประสิทธิภาพของขบวนการ
	$E_2$	คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum X$	คือ คะแนนรวมที่ตอบถูกของแบบทดสอบก่อนเรียน
	$\sum F$	คือ คะแนนรวมที่ตอบถูกของแบบทดสอบหลังเรียน
	A	คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบก่อนเรียน
	B	คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน
	n	คือ จำนวนผู้เรียน

3.4.3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างคะแนนสอบเฉลี่ยก่อนเรียน และหลังเรียนของผู้เรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ใช้สูตรการหาค่า t-test แบบ Dependent (พรรรณี ลีกิจวัฒน์. 2541 : 138) ดังนี้

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}} \quad (3.9)$$

เมื่อ	D	คือ เป็นความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
	$\sum D$	คือ ผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
	$\sum D^2$	คือ ผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ยกกำลังสอง
	N	คือ จำนวนผู้ทำข้อสอบ

กำหนดให้  $Df = n-1$  และ  $\alpha = .05$

## บทที่ 4

# ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาหาคุณภาพ ประสิทธิภาพ และเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องทฤษฎีกราฟ เบื้องต้น รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 4 ซึ่งจะต้องมีคุณภาพในระดับดีขึ้นไป แล้วนำไปทดลองกับ นักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 ชั้นปีที่ 2 (มัธยมศึกษาปีที่ 5) ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2548 โรงเรียน อัสสัมชัญ เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนตามเกณฑ์ที่กำหนดมีค่า ไม่ต่ำกว่า 80/80 โดยวิเคราะห์ด้วยหลักการทางสถิติและเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

- 4.1 ผลการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
- 4.2 ผลการหาคุณภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
- 4.3 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
- 4.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนผ่าน เครือข่ายอินเทอร์เน็ต

### 4.1 ผลการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ผลการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องทฤษฎีกราฟ เบื้องต้น รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 4 ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นด้วยโปรแกรม Macromedia Dreamweaver MX ซึ่งบทเรียนได้บรรจุไว้ที่ <http://www3.assumption.ac.th> โดยเมนูหลักประกอบด้วย หน้าหลัก จุดประสงค์การเรียนรู้ แบบทดสอบก่อนเรียน บทเรียน แบบทดสอบหลังเรียน กระดานสนทนา ติดต่อผู้สอน และผู้จัดทำ ในการเรียนผู้เรียนจะต้องเข้าไปศึกษาจุดประสงค์ การเรียนรู้ ซึ่งก่อนที่จะเข้าไปศึกษาในส่วนของบทเรียน ผู้เรียนจะต้องทำแบบทดสอบก่อนเรียน ซึ่งเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ เสร็จแล้วจึงเข้าไปศึกษาในส่วนของบทเรียน ประกอบด้วยเนื้อหาเรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ทั้งหมด 3 หน่วยการเรียนรู้ โดยในการศึกษาแต่ละหน่วยจะมี ภาพประกอบ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาของบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น ในการเรียนผู้เรียน สามารถย้อนกลับไปยังเนื้อหาเดิมได้ เมื่อเรียนจบแต่ละหน่วยการเรียนรู้ จะมีแบบฝึกหัดท้ายหน่วย การเรียนเพื่อวัดความรู้ที่ได้เรียนผ่านมา ทั้งหมดจำนวน 15 ข้อ ซึ่งแต่ละหน่วยมีจำนวน 5 ข้อ และผู้เรียนสามารถทราบผลคะแนนได้ทันทีที่ผู้เรียนส่งคำตอบไปตรวจ โดยหลังจากผู้เรียนได้เรียนครบ ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้แล้ว จะมีแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 20 ข้อ ซึ่งผู้เรียนจะทราบ ผลคะแนน

ได้ทันทีเช่นกันเมื่อส่งคำตอบ นอกจากนี้ผู้เรียนยังสามารถร่วมกันแสดงความคิดเห็นผ่านทางกระดานสนทนา และส่งการบ้านถึงผู้สอนผ่านทางเมนูติดต่อผู้สอนได้

## 4.2 ผลการหาคุณภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

การวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สามารถแบ่งได้เป็น 2 ด้าน คือ คุณภาพด้านเนื้อหา และคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ซึ่งมีรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพด้านเนื้อหาของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00	ดีมาก
2. การแบ่งเนื้อหา มีความเหมาะสม	4.33	0.58	ดี
3. ความเหมาะสมในการเรียงลำดับเนื้อหา	4.67	0.58	ดีมาก
4. ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	5.00	0.00	ดีมาก
5. รูปภาพ มีความสอดคล้องกับเนื้อหา	4.67	0.58	ดีมาก
6. ความถูกต้องของเนื้อหาและรูปภาพ	4.67	0.58	ดีมาก
7. การใช้ภาษาที่เหมาะสมและถูกต้อง	5.00	0.00	ดีมาก
8. แบบทดสอบ มีความสอดคล้องกับเนื้อหา	5.00	0.00	ดีมาก
9. บทเรียนสามารถนำไปใช้เพื่อการทบทวนได้	5.00	0.00	ดีมาก
คะแนนเฉลี่ยรวม	4.81	0.13	ดีมาก

จากตารางที่ 4.1 พบว่าคุณภาพด้านเนื้อหาของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น อยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) เท่ากับ 4.81 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.13 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เมื่อพิจารณาแต่ละรายการ พบว่ารายการที่มีคุณภาพดีมาก มี 9 รายการ โดยรายการที่มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 5.00 มี 5 รายการ ดังนี้ 1) เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ 2) ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา 3) การใช้ภาษาที่เหมาะสมและถูกต้อง 4) แบบทดสอบ มีความสอดคล้องกับเนื้อหา 5) บทเรียนสามารถนำไปใช้เพื่อการทบทวนได้ และรายการที่มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.67 มี 3 รายการ ดังนี้ 1) ความเหมาะสมในการเรียงลำดับเนื้อหา 2) รูปภาพ มีความสอดคล้องกับเนื้อหา 3) ความถูกต้องของเนื้อหาและรูปภาพ ส่วนรายการที่มีคุณภาพดี มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.33 มี 1 รายการ ดังนี้ 1) การแบ่งเนื้อหา มีความเหมาะสม

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. การนำเข้าสู่บทเรียนมีความน่าสนใจ	5.00	0.00	ดีมาก
2. ความเหมาะสมของการจัดวางรูปแบบในบทเรียน	4.67	0.58	ดีมาก
3. ความเหมาะสมของรูปแบบการนำเสนอ	4.67	0.58	ดีมาก
4. ความเหมาะสมของรูปแบบและขนาดตัวอักษรที่ใช้ในการนำเสนอ	4.33	0.58	ดี
5. ความเหมาะสมของการเลือกใช้สีตัวอักษร	5.00	0.00	ดีมาก
6. การจัดวางรูปภาพประกอบเนื้อหาที่มีความเหมาะสม	4.67	0.58	ดีมาก
7. การสื่อความหมายของรูปภาพเหมาะสม	5.00	0.00	ดีมาก
8. ความถูกต้องในการเชื่อมโยง	5.00	0.00	ดีมาก
9. บทเรียนมีลักษณะจูงใจและน่าสนใจเรียน	5.00	0.00	ดีมาก
10. ความสะดวกและง่ายในการใช้โปรแกรม	5.00	0.00	ดีมาก
คะแนนเฉลี่ยรวม	4.83	0.21	ดีมาก

จากตารางที่ 4.2 พบว่า คุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น อยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) เท่ากับ 4.83 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.21 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เมื่อพิจารณาแต่ละรายการพบว่า รายการที่มีคุณภาพดีมาก มี 10 รายการ ซึ่งแบ่งเป็นรายการที่มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 5.00 มี 6 รายการ ดังนี้ 1) การนำเข้าสู่บทเรียนมีความน่าสนใจ 2) ความเหมาะสมของการเลือกใช้สีตัวอักษร 3) การสื่อความหมายของรูปภาพเหมาะสม 4) ความถูกต้องในการเชื่อมโยง 5) บทเรียนมีลักษณะจูงใจและน่าสนใจเรียน 6) ความสะดวกและง่ายในการใช้โปรแกรม และรายการที่มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.67 มี 3 รายการ ดังนี้ 1) ความเหมาะสมของการจัดวางรูปแบบในบทเรียน 2) ความเหมาะสมของรูปแบบการนำเสนอ 3) การจัดวางรูปภาพประกอบเนื้อหาที่มีความเหมาะสม ส่วนรายการที่มีคุณภาพดี มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.33 มี 1 รายการ ดังนี้ 1) ความเหมาะสมของรูปแบบและขนาดตัวอักษรที่ใช้ในการนำเสนอ

### 4.3 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์โดยพิจารณาตามเกณฑ์ที่กำหนด มีค่าไม่ต่ำกว่า 80/80 ซึ่งมีรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

รายการ	จำนวน ผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ	เกณฑ์ที่ กำหนด
คะแนนทดสอบระหว่างบทเรียน	30	15	12.40	82.67	80 (E <sub>1</sub> )
คะแนนทดสอบหลังบทเรียน	30	20	17.13	85.67	80 (E <sub>2</sub> )

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ผลการทดสอบระหว่างบทเรียน มีคะแนนเต็ม 15 คะแนน ได้คะแนนเฉลี่ย 12.40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 82.67 (E<sub>1</sub>) และผลการทดสอบหลังบทเรียน มีคะแนนเต็ม 20 คะแนน ได้คะแนนเฉลี่ย 17.13 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 85.67 (E<sub>2</sub>) แสดงว่า บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.67/85.67 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

### 4.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วย บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ซึ่งมีรายละเอียดแสดง ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ผลการทดสอบ	คะแนนสอบ		ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	$\sum D$	$\sum D^2$	t
	เต็ม	ค่าเฉลี่ย				
คะแนนก่อนเรียน	20	14.73	1.80	72	222	10.09*
คะแนนหลังเรียน	20	17.13	1.33			

\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ( $\alpha = .05$ ,  $df = 29$ ,  $t = 1.699$ )

จากตารางที่ 4.4 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีคะแนนเต็ม 20 คะแนน ได้คะแนนเฉลี่ย 14.73 คะแนน และผลการทดสอบหลังเรียน มีคะแนนเต็ม 20 คะแนน ได้คะแนนเฉลี่ย 17.13 นำมาหาค่าสถิติ โดยใช้ t-test ได้เท่ากับ 10.09 เมื่อนำค่ามาเปรียบเทียบกับค่า t-test จากตาราง (1.699) ผลการเปรียบเทียบแสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

## บทที่ 5

# สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

### 5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น รหัสวิชา ค 40204 รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 4 ตามหลักสูตรการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ผู้วิจัยสรุปผลได้ดังนี้

#### 5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น
2. เพื่อหาประสิทธิภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น

#### 5.1.2 สมมติฐานของการวิจัย

1. การพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น มีคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไป
2. การพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น มีประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น สูงกว่าก่อนเรียน

#### 5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร  
ประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 ชั้นปีที่ 2 (มัธยมศึกษา ปีที่ 5) ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2548 โรงเรียนอัสสัมชัญ เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร รวมทั้งสิ้น จำนวน 300 คน

## 2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 ชั้นปีที่ 2 (มัธยมศึกษาปีที่ 5) ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2548 โรงเรียนอัสสัมชัญ เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร ซึ่งใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multistage Sampling) ซึ่งประกอบด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) จำนวน 1 ห้อง และวิธีการสุ่มอย่างง่ายด้วยการจับสลากได้นักเรียน จำนวน 30 คน

### 5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้, แบบทดสอบก่อนเรียน, บทเรียน, แบบทดสอบหลังเรียน, กระดานสนทนา, ติดต่อผู้สอน และผู้จัดทำ โดยในส่วนของบทเรียน มีจำนวน 3 หน่วยการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหา และแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรู้

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.67–1.00 ค่าความยากง่าย 0.37–0.77 ค่าอำนาจจำแนก 0.27 – 0.67 และค่าความเชื่อมั่น 0.99

3. แบบประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือ แบบประเมินด้านเนื้อหา และแบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

### 5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 ชั้นปีที่ 2 (มัธยมศึกษาปีที่ 5) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 โรงเรียนอัสสัมชัญ เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร จำนวน 30 คน โดยดำเนินการทดลองในวันที่ 23 กุมภาพันธ์ 2549 มีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง
2. แนะนำกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น
3. ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 20 ข้อ เสร็จแล้วศึกษาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ด้วยตนเอง 1 คน ต่อ 1 เครื่องคอมพิวเตอร์ เมื่อผู้เรียนเรียนจบแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ให้ทำแบบฝึกหัดท้ายหน่วยระหว่างเรียน ทั้งหมดจำนวน 15 ข้อ โดยแบ่งเป็นหน่วยละ 5 ข้อ เมื่อเรียนครบทุกหน่วยการเรียนรู้แล้ว ให้ทำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 20 ข้อ เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากนั้นนำผลการทดลองมาวิเคราะห์ตามวิธีการทางสถิติ เพื่อหาประสิทธิภาพด้วยสูตร  $E_1/E_2$  และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

### 5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ดังนี้

1. วิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยใช้ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. วิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยวิเคราะห์จากคะแนนการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้สูตร  $E_1/E_2$
3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยวิเคราะห์จากคะแนนการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน

### 5.1.7 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยสามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. คุณภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.81) และคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.83) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้
2. ประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.67/85.67 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

## 5.2 อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ผลการพัฒนาและหาคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น พบว่า บทเรียนมีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.81) และด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.83) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นโดยดำเนินการตามขั้นตอนที่วางไว้ และพัฒนาบทเรียนโดยใช้กรอบแนวคิดที่ดัดแปลงมาจากหลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแนวคิดของ Gagne'

9 เหตุการณ์ ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาประยุกต์ใช้ 7 เหตุการณ์ โดยเริ่มด้วยการนำเข้าสู่บทเรียนด้วยภาพเคลื่อนไหวและเสียง เพื่อเร่งเร้าความสนใจของผู้เรียนให้อยากเรียน และนำเสนอเนื้อหาบทเรียนที่ประกอบด้วยภาพที่น่าสนใจ อีกทั้งการใช้สีเน้นตัวอักษรที่มีใจความสำคัญ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาบทเรียนได้ง่ายขึ้น ทำให้บทเรียนที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นฤมล รอดเนียม (2546 : 97-98) ได้ทำการพัฒนาบทเรียนการสอนผ่านเว็บ เรื่องอินเทอร์เน็ต วิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ พบว่า คุณภาพของบทเรียนผ่านเว็บด้าน เนื้อหา อยู่ในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.71) และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ อยู่ในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.58) และปราณีตา อ่ำทอง (2548 : บทคัดย่อ) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องเทคโนโลยีชีวภาพที่เกี่ยวข้องกับพืช พบว่า มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.93$ ) และด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.82$ )

2. ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น พบว่า มีประสิทธิภาพเท่ากับ  $82.67 / 85.67$  เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด  $80/80$  ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่พัฒนาขึ้น ได้ผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิแล้วว่าเป็นบทเรียนที่มีคุณภาพดีมาก และได้ผ่านการทดลองใช้มาแล้วถึง 2 ครั้ง ก่อนนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ดังนั้นเมื่อนำบทเรียนมาใช้จึงทำให้บทเรียนมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธงชัย กนกโชติเลิศ (2546 : 29) ได้ทำการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเว็บเพื่อการทบทวน วิชาฟิสิกส์ เรื่องโมเมนตัมเชิงเส้นและการชน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า มีประสิทธิภาพ  $80.25 / 81.88$  เป็นไปตามเกณฑ์  $E_1/E_2$  ไม่น้อยกว่า  $80/80$  ที่กำหนดไว้ และนเรศ เดชผล (2547 : บทคัดย่อ) ได้ทำการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเว็บเพื่อสอนทบทวน เรื่องเทคโนโลยีสื่อสารและเครือข่าย พบว่า มีประสิทธิภาพ  $82.90 / 83.75$  ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

จากการพิจารณาค่า  $E_1/E_2 = 82.67/85.67$  พบว่า ผลการทำแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าแบบฝึกหัดท้ายหน่วยในระหว่างเรียน ทั้งนี้เนื่องจากแบบฝึกหัดท้ายหน่วยที่เก็บคะแนนในระหว่างบทเรียนไม่ได้มีการวิเคราะห์หาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบฝึกหัด อีกทั้งเมื่อผู้เรียนได้เรียนในแต่ละหน่วยการเรียนและผ่านการทำแบบฝึกหัดท้ายหน่วย เพื่อเก็บคะแนนของแต่ละหน่วยแล้ว ผู้เรียนยังสามารถย้อนกลับไปเรียนซ้ำเนื้อหาบทเรียนที่ผ่านมาได้นานเท่าที่ต้องการ จึงช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเนื้อหาบทเรียนและเกิดความคิดรวบยอดดีขึ้น นอกจากนี้การรู้ผลคะแนนของการทำแบบทดสอบ ทำให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นและสนใจเนื้อหาบทเรียนมากขึ้น เพราะต้องการรู้ผลคะแนนที่ตนเองสามารถทำได้ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเสริมแรงของ B.F. Skinner ที่ว่า ผู้เรียนจะเกิดกำลังใจต้องการเรียนต่อไป เมื่อได้รับแรงเสริมในขั้นที่เหมาะสม การที่ผู้เรียนได้รู้ผลคำตอบของตนเองจะเป็นแรงหนุนให้ผู้เรียนสนใจที่จะตอบปัญหาใหม่ต่อไปเรื่อยๆ

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อ การทบทวน เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือ ข่ายอินเทอร์เน็ต สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้ง ไว้ ทั้งนี้อาจเนื่องจากบทเรียนที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้นมีความน่าสนใจ และสามารถทบทวนเนื้อหาที่ไม่เข้าใจ ได้ตามต้องการ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อาจนรงค์ มโนสุทธิฤทธิ์ (2546 : 67-68) ได้ทำการได้ พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และฉัฐพล จันทสร (2548 : บทคัดย่อ) ได้ทำการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อ การทบทวน เรื่องสถิติเพื่อการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วย บทเรียนผ่าน เครือข่ายอินเทอร์เน็ตสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ดังนั้น บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ที่ผู้วิจัย ได้สร้างขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก สามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้และทบทวน สำหรับผู้เรียน ที่เรียนเนื้อหาวิชานี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## 5.3 ข้อเสนอแนะ

### 5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1. การเรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน ผู้เรียนควรศึกษาวิธี การใช้บทเรียนให้เข้าใจและปฏิบัติตาม เพื่อผู้เรียนจะได้ประสิทธิภาพทางการเรียนสูงสุด
2. บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และทบทวน ความรู้ ได้ด้วย ตนเอง ส่วนครูผู้สอนต้องเป็นผู้ให้คำปรึกษา แนะนำ และอธิบายเพิ่มเติมเมื่อผู้เรียน ไม่เข้าใจบทเรียนนั้น
3. การเรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน ควรเปิดโอกาสให้ผู้ เรียนมีอิสระในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ไม่ควรกำกวดด้านเวลาและขอบเขตความรู้ เพื่อตอบสนอง ความแตกต่างของแต่ละบุคคล
4. การเรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน ควรมีการจัดเตรียม ความพร้อมด้านอุปกรณ์ และระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หากอุปกรณ์และระบบเครือข่ายไม่มี ประสิทธิภาพ อาจส่งผลให้เกิดความล่าช้า ในการเข้าสู่บทเรียนส่งผลให้ความสนใจเรียนและตั้งใจ เรียนลดลง

### 5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

1. การพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน ควรทำการวิจัยในเนื้อหาวิชาอื่น หรือระดับชั้นอื่นๆ เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพให้มีจำนวนมากขึ้นต่อไป
2. ในการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน อาจมีการนำเสนอในรูปแบบของวิดีโอ และภาพเคลื่อนไหวประกอบบทเรียน เพื่อให้บทเรียนมีความน่าสนใจ และทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาวิชาที่เรียนได้มากขึ้น
3. ควรศึกษาความพึงพอใจและเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนการสอนด้วย บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อเปรียบเทียบกับการเรียนการสอนปกติ
4. จากการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ผู้วิจัยเห็นว่าควรมีการวิจัยเพิ่มเติมในบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไปใช้ในการเรียนการสอนในคาบเรียนปกติ ทั้งนี้เพื่อลดปัญหาการจัดเวลาเรียนของผู้สอน

## บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. 2546. คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสนธิวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- ขวัญตา พันธุ์บ้านแหลม. 2546. “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง กราฟและการประยุกต์ของกราฟ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.” ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ขวัญตา พันธุ์บ้านแหลม. 2540. “ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น และการเรียนการสอน.” เอกสารประกอบการบรรยาย เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ การพิสูจน์ในทฤษฎีจำนวน ทักษะและกระบวนการแก้ปัญหา ทฤษฎีกราฟเบื้องต้นและการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทย.
- จรัส อินสม. 2547. คู่มือคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2. กรุงเทพฯ : แม็ค.
- ใจทิพย์ ณ สงขลา. “การสอนผ่านเครือข่ายเว็ลด์ไวด์เว็บ.” วารสารคณะครุศาสตร์. 27(2) : 18-28.
- ชะเอม สายทอง. 2544. ทฤษฎีกราฟ. กรุงเทพฯ : โอเคียนสโตร์.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ. 2542. ระบบสื่อการสอน. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณัฐกร สงคราม. 2547. อิทธิพลของแบบการคิด และโครงสร้างของโปรแกรมการเรียนการสอนผ่านเว็บ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาพื้นฐานคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาของนิสิตระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. [Online]. Available : <http://www.cybered.co.th/warnuts/wbi/index1.htm>.
- ณัฐพล คชสำโรง. 2548. “การพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวน วิชาการทอผ้า 1 เรื่องกระบวนการผลิตผ้าทอด้วยเครื่องทอผ้าอุตสาหกรรม สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิชาอุตสาหกรรมสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์) บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ณัฐพล จันทสร. 2548. “บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องสถิติเพื่อการวิจัย.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์) บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

- ธงชัย กนกโชติเลิศ. 2546. “การพัฒนาโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเว็บ เพื่อการ  
 ทบทวน วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมเชิงเส้นและการชน ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.”  
 วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์)  
 บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ชานินทร์ สิริวิรัชธรรม. 2542. “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น  
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.” ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอก  
 คณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- นงคัมุข เพ็ชรรัตน์. 2543. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความ  
 ปลอดภัยของโปรแกรม.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชา  
 เทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยี  
 พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- นเรศ เดชผล. 2547. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเว็บเพื่อสอนทบทวน เรื่อง เทคโนโลยี  
 สื่อสารและเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
 สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์) บัณฑิตวิทยาลัย,  
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- นฤมล รอดเนียม. 2546. “บทเรียนการสอนผ่านเว็บ เรื่องอินเทอร์เน็ต วิชาคอมพิวเตอร์และ  
 เทคโนโลยีสารสนเทศ.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา  
 วิทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์) บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
 เจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- นวรรตน์ อนันต์ชื่น. 2540. **ทฤษฎีกราฟ1**. นครปฐม : มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ปรัชญนันท์ นิลสุข. 2543. “นิยามเว็บสอน.” วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษา. 12 (34) : 48-52.
- ปราณิสา อ่ำทอง. 2548. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน  
 เรื่องเทคโนโลยีชีวภาพที่เกี่ยวข้องกับพืช.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
 สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์) บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยี  
 พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- พรรณี ลีกิจวัฒน์. 2541. **เอกสารประกอบการสอนวิชาสถิติสำหรับการวิจัย**. สถาบันเทคโนโลยี  
 พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. 2538. **การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ  
 : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พันจันทร์ ธนวัฒน์เสถียร และคณะ. 2547. **Macromedia Dreamweaver MX**. กรุงเทพฯ :  
 บริษัท เอช เอ็น กรุ๊ป จำกัด.

- ไพโรจน์ ตีรณานุกุล. 2546. การออกแบบและการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนสำหรับ e-Learning. กรุงเทพฯ : ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.
- ภัททิตรา เหลืองวิลาศ. 2546. FLASH MX สร้างแอนิเมชันอย่างมืออาชีพ. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- ภาสกร เรืองรอง. 2548. **PHP Programing**. [Online]. Available : <http://www.thaiwbi.com/course/php/index2.html>.
- รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2535. วิธีวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด ภาพพิมพ์.
- รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2542. การทำวิธีวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ที พี พริน จำกัด.
- รุจโรจน์ แก้วอุไร. 2547. หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามแนวคิดของกาเย่. [Online]. Available : <http://www.thaicai.com/cai.html>.
- วาทีณี น้อยเชร. 2546. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนอินเทอร์เน็ต วิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง กรมอาชีวศึกษา.” คุรุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- วิชุดา รัตนเพียร. 2542. “การเรียนการสอนผ่านเว็บ : ทางเลือกใหม่ของเทคโนโลยีทางการศึกษาไทย.” : วารสารคณะคุรุศาสตร์. 27(2) : 29-35.
- สถาบันวิจัยมหาวิทยาลัย. 2549. **บทความเชิงวิชาการ**. [Online]. Available : <http://www.research.bu.ac.th/extra/article007.html>.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2547. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม คณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2547. คู่มือครูสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม คณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สมชาย ประสิทธิ์ชูตระกูล. 2544. **ภินทนคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ : ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ.
- สมชาย ประสิทธิ์ชูตระกูล และวิทยา วัชรราชวิทยากุล. 2536. **คณิตศาสตร์ดิสครีต เชิงประยุกต์**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- สมัย เหล่าวานิชย์ และพัชรพรรณ เหล่าวานิชย์. 2547. **คณิตศาสตร์ช่วงชั้นที่ 4 เล่มที่ 4**. กรุงเทพฯ : ไฮเด็คพับลิชชิง.

- สรรรักษ์ ห่อไพศาล. 2547. นวัตกรรมและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาในสหัฐวรรษใหม่ กรณีการจัดการเรียนการสอนผ่านเว็บ (Web-Based Instruction : WBI). [Online]. Available : [http://ftp.spu.ac.th/hum111/main1\\_files/body\\_files/wbi.htm](http://ftp.spu.ac.th/hum111/main1_files/body_files/wbi.htm).
- ใหม่ เจริญธรรม. 2546. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง เทคโนโลยีของแลน วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์) บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- อาจณรงค์ มโนสุทธิฤทธิ์. 2546. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง หน่วยความจำของคอมพิวเตอร์.” ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- Clark, G. 1996. **Glossary of CBT/WBT Terms**. [Online]. Available : <http://www.clark.net/pub/nractive/alt5.html>.
- James Ambach., Corrina and Alexander Repening. 1995. **Remote Exploratoriums : Combining Networkmedia and Design Environments**. New York : McGraw-Hill.
- Johnson, T. 1997. “Effects of Cooperative, Cometitive and Individualistic Goal Structures on Computer-Assisted Instruction.” **Journal of Education Psychology**. 77(6) : 668-669
- North Carolina State University. 2004. **Project 25 : First Semester Assessment**. [Online]. Available : [http://legacy.ncsu.edu/info/f97\\_assessment.html](http://legacy.ncsu.edu/info/f97_assessment.html).
- Parson, R. 1997. **Definition of Web-Based Instruction**. [Online]. Available : <http://www.oise.on.ca/~rperson/difinitn.htm>.

## ภาคผนวก

ภาคผนวก ก แบบประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ภาคผนวก ข แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ภาคผนวก ค ตัวอย่างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ภาคผนวก ง เนื้อหาเรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น

## ภาคผนวก ก

แบบประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

แบบประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต  
เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น (ด้านเนื้อหา)

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องให้ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

รายการ	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
1. เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
2. การแบ่งเนื้อหามีความเหมาะสม					
3. ความเหมาะสมในการเรียงลำดับเนื้อหา					
4. ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา					
5. รูปภาพมีความสอดคล้องกับเนื้อหา					
6. ความถูกต้องของเนื้อหาและรูปภาพ					
7. การใช้ภาษาที่เหมาะสมและถูกต้อง					
8. แบบทดสอบมีความสอดคล้องกับเนื้อหา					
9. บทเรียนสามารถนำไปใช้เพื่อการทบทวนได้					

ข้อเสนอแนะ (โปรดระบุ)

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน  
( ..... )  
...../...../.....

แบบประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต  
เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นของท่าน

รายการ	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
1. การนำเข้าสู่บทเรียนมีความน่าสนใจ					
2. ความเหมาะสมของการจัดวางรูปแบบในบทเรียน					
3. ความเหมาะสมของรูปแบบการนำเสนอ					
4. ความเหมาะสมของรูปแบบและขนาดตัวอักษรที่ใช้ในการนำเสนอ					
5. ความเหมาะสมของการเลือกใช้สีตัวอักษร					
6. การจัดวางรูปภาพประกอบเนื้อหาที่มีความเหมาะสม					
7. การสื่อความหมายของรูปภาพเหมาะสม					
8. ความถูกต้องในการเชื่อมโยง					
9. บทเรียนมีลักษณะจูงใจและน่าสนใจเรียน					
10. ความสะดวกและง่ายในการใช้โปรแกรม					

ข้อเสนอแนะ (โปรดระบุ)

.....

.....

.....

.....

.....

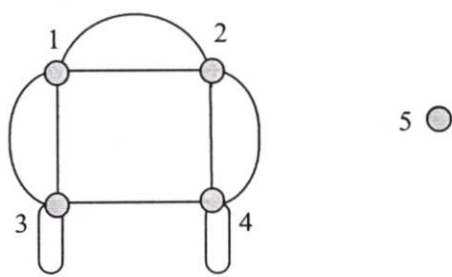
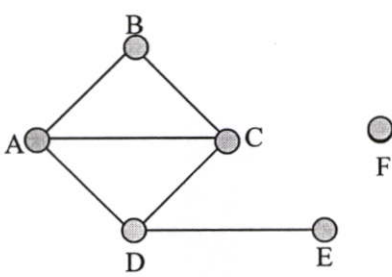
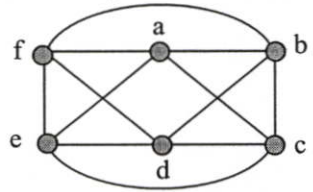
ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน  
( ..... )  
...../...../.....

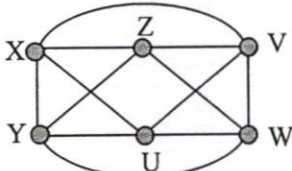
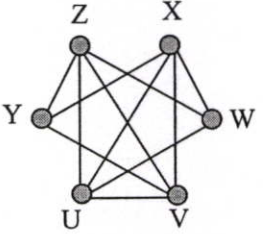
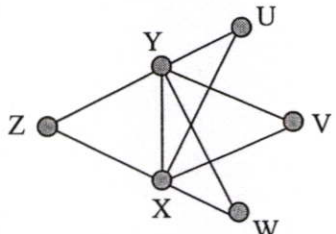
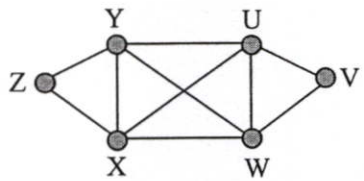
**ภาคผนวก ข**

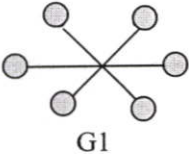
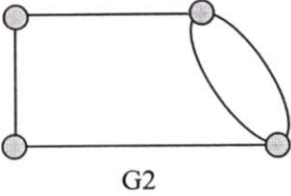

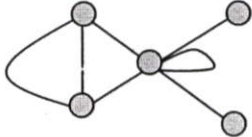
**แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**

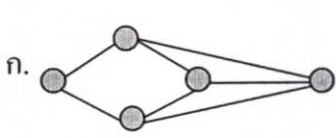
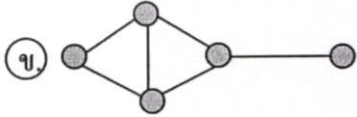
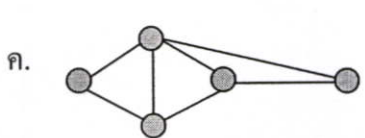
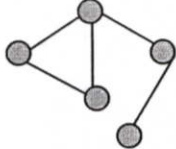
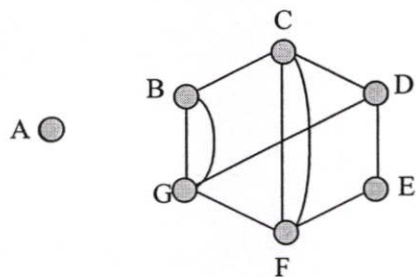
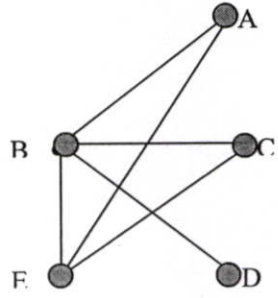




แบบทดสอบ	เกณฑ์การให้คะแนน		
	IOC	p	r
<p>6. กำหนดกราฟ G ดังรูป จงหาเซตของจุดและเซตของเส้นของกราฟ G</p>  <p>ก. <math>V(G) = \{1, 2, 3, 4, 5\}</math> <math>E(G) = \{12, 21, 13, 31, 24, 42, 34, 33, 44\}</math>          ข. <math>V(G) = \{1, 2, 3, 4, 5\}</math> <math>E(G) = \{12, 13, 24, 34, 33, 44\}</math>          ค. <math>V(G) = \{1, 2, 3, 4\}</math> <math>E(G) = \{12, 21, 13, 31, 24, 42, 34, 33, 44\}</math>          ง. <math>V(G) = \{1, 2, 3, 4\}</math> <math>E(G) = \{12, 13, 24, 34, 33, 44\}</math></p>	1	0.73	0.27
<p>7. กำหนดกราฟ G ดังรูป จงพิจารณาว่าข้อต่อไปนี้ข้อใดกล่าวถูกต้อง</p>  <p>ก. จุด A ประชิดกับจุด B, C, D และ E          ข. จุด B ตกกระทบบกับเส้น AB, BC และ DE          ค. เส้น EF ตกกระทบบกับจุด D และ E          ง. เส้น DE ประชิดกับเส้น CD และ AD</p>	1	0.63	0.33
<p>8. จงหาจุด f ประชิดกับจุดใดบ้าง จากกราฟต่อไปนี้</p>  <p>ก. จุด f ประชิดกับจุด a, b, d, e          ข. จุด f ประชิดกับจุด a, d, e          ค. จุด f ประชิดกับจุด a, b, c, d, e          ง. จุด f ประชิดกับจุด a, b, d, ab, ed</p>	1	0.7	0.2

แบบทดสอบ	เกณฑ์การให้คะแนน		
	IOC	p	r
<p>9. กำหนดให้ จุด <math>x</math> ประชิดกับจุด <math>Z, Y, U, V, W</math> และจะตกกระทบกับเส้น <math>XZ, XY, XU, XV, XW</math> จงพิจารณาว่าข้อต่อไปนี้ข้อใดกล่าวถูกต้อง</p> <p>ก. </p> <p>ข. </p> <p>ค. </p> <p>ง. </p>	1	0.73	0.27

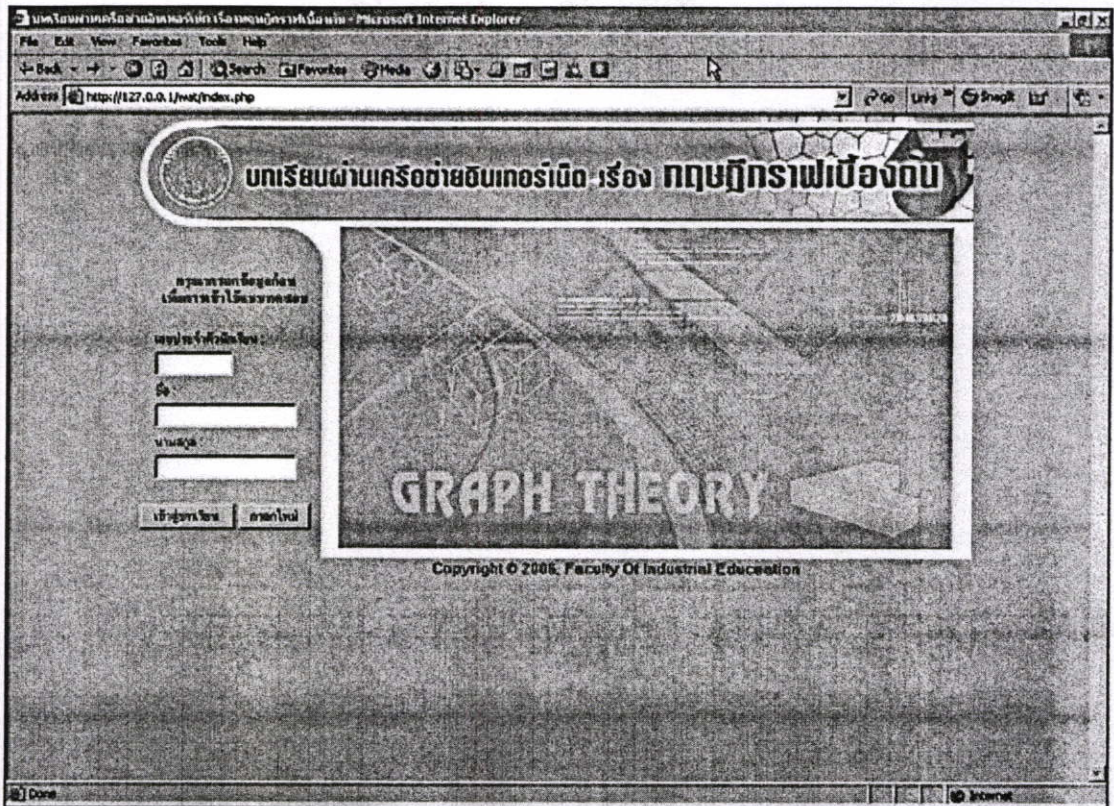
แบบทดสอบ	เกณฑ์การให้คะแนน		
	IOC	p	r
กำหนดกราฟ G1 , G2 , G3 และ G4 ดังรูป และตอบคำถามในข้อที่ 16-19			
 G1  G2			
 G3  G4	1	0.77	0.2
10. กราฟใดเป็นกราฟเชิงเดียว			
ก. G1      ข. G2      ค. G3      ง. G4	1	0.73	0.27
11. กราฟใดเป็นกราฟเส้นหลายชั้น			
ก. G1, G2      ข. G2, G3      ค. G2, G4      ง. G4, G3	1	0.7	0.33
12. กราฟใดมีวงวน			
ก. G1, G2      ข. G2, G3      ค. G2, G4      ง. G4, G3			
13. กราฟที่มี 60 เส้น และดีกรีของทุก ๆ จุดเป็น 3 จงหาว่ากราฟนี้มีจำนวนจุดทั้งหมดกี่จุด	1	0.7	0.33
ก. 20 จุด      ข. 30 จุด      ค. 40 จุด      ง. 60 จุด			
14. กราฟที่มี 45 เส้น และมีจุดที่มีดีกรี 3 อยู่ 14 จุด นอกนั้นมีดีกรี 6 จงหาว่ากราฟนี้มีทั้งหมดกี่จุด	1	0.37	0.33
ก. 8 จุด      ข. 14 จุด      ค. 20 จุด      ง. 22 จุด			

แบบทดสอบ	เกณฑ์การให้คะแนน		
	IOC	p	r
<p>15. กราฟในข้อใดต่อไปนี้มีผลรวมของดีกรีเท่ากับ 12</p> <p>ก. </p> <p>ข. </p> <p>ค. </p> <p>ง. </p>	0.67	0.67	0.27
<p>16. จงหาจำนวนจุดคู่ และจุดคี่ของกราฟ</p> <p></p> <p>ก. จุดคู่มีจำนวน 5 จุด และจุดคี่มีจำนวน 2 จุด</p> <p>ข. จุดคู่มีจำนวน 4 จุด และจุดคี่มีจำนวน 3 จุด</p> <p>ค. จุดคู่มีจำนวน 7 จุด</p> <p>ง. จุดคี่มีจำนวน 7 จุด</p>	1	0.7	0.2
<p>17. จงพิจารณาว่าแนวดินข้อใดเป็นวัฏจักร</p> <p></p> <p>ก. B, C, E, A, B</p> <p>ข. B, E, C, B, D</p> <p>ค. B, C, D, E, B</p> <p>ง. E, C, B, A</p>	1	0.67	0.27

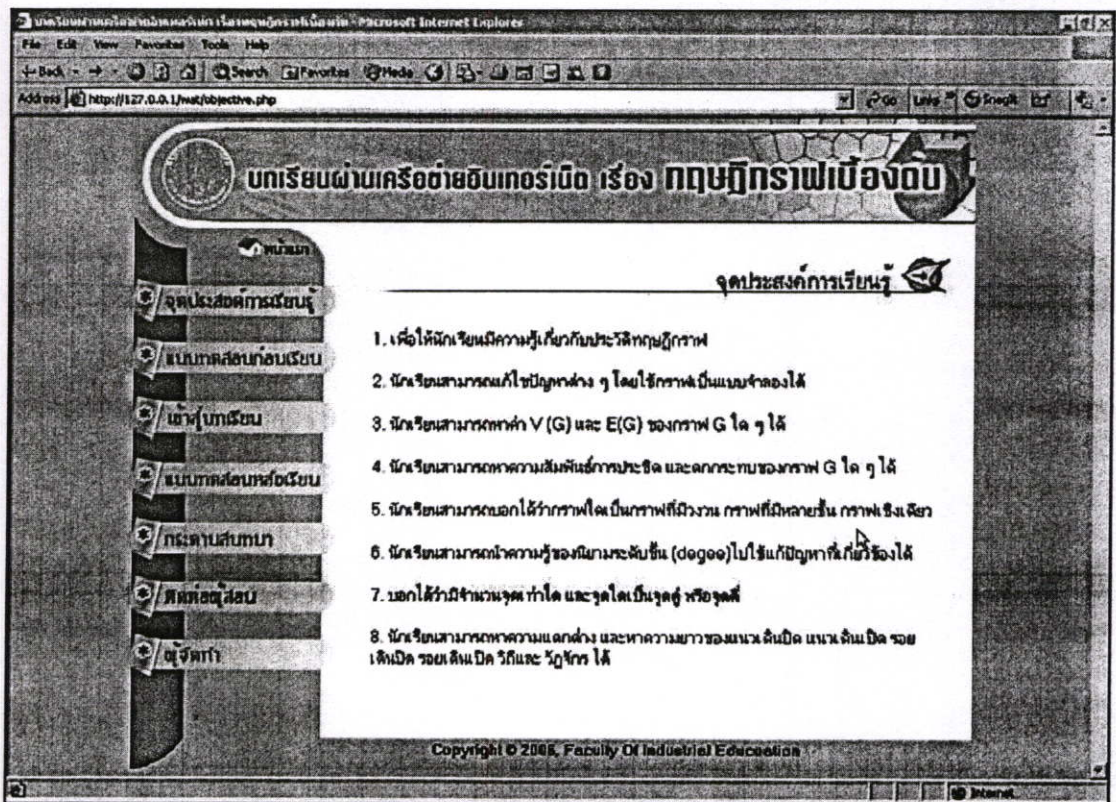
แบบทดสอบ	เกณฑ์การให้คะแนน		
	IOC	p	r
<p>18. จงพิจารณาแนวดิน G, B, C, D, E, C, F ว่าเป็นรอยเดิน หรือเป็นวิถีหรือไม่</p> <p>ก. ไม่เป็นรอยเดิน ไม่เป็นวิถี    <input checked="" type="radio"/> ข. เป็นรอยเดิน ไม่เป็นวิถี  ค. ไม่เป็นรอยเดิน เป็นวิถี        ง. เป็นรอยเดิน เป็นวิถี</p>	1	0.7	0.2
<p>19. จงพิจารณาว่าแนวดิน M, S, O, R, P, M มีความยาวเท่าใด</p> <p>ก. มีความยาว 4                            <input checked="" type="radio"/> ข. มีความยาว 5  ค. มีความยาว 6                            ง. มีความยาว 7</p>	1	0.73	0.53
<p>20. จงพิจารณาว่าข้อใดต่อไปนี้เป็นวัฏจักรที่สั้นที่สุด</p> <p><input checked="" type="radio"/> ก. A, B, D, B, H, G, A เป็นวงจร  ข. A, B, D, B, H, G, A เป็นวัฏจักร  ค. B, D, C, E, C, D, B เป็นวงจร  ง. B, D, C, E, C, D, B เป็นวัฏจักร</p>	1	0.73	0.53

ภาคผนวก ก

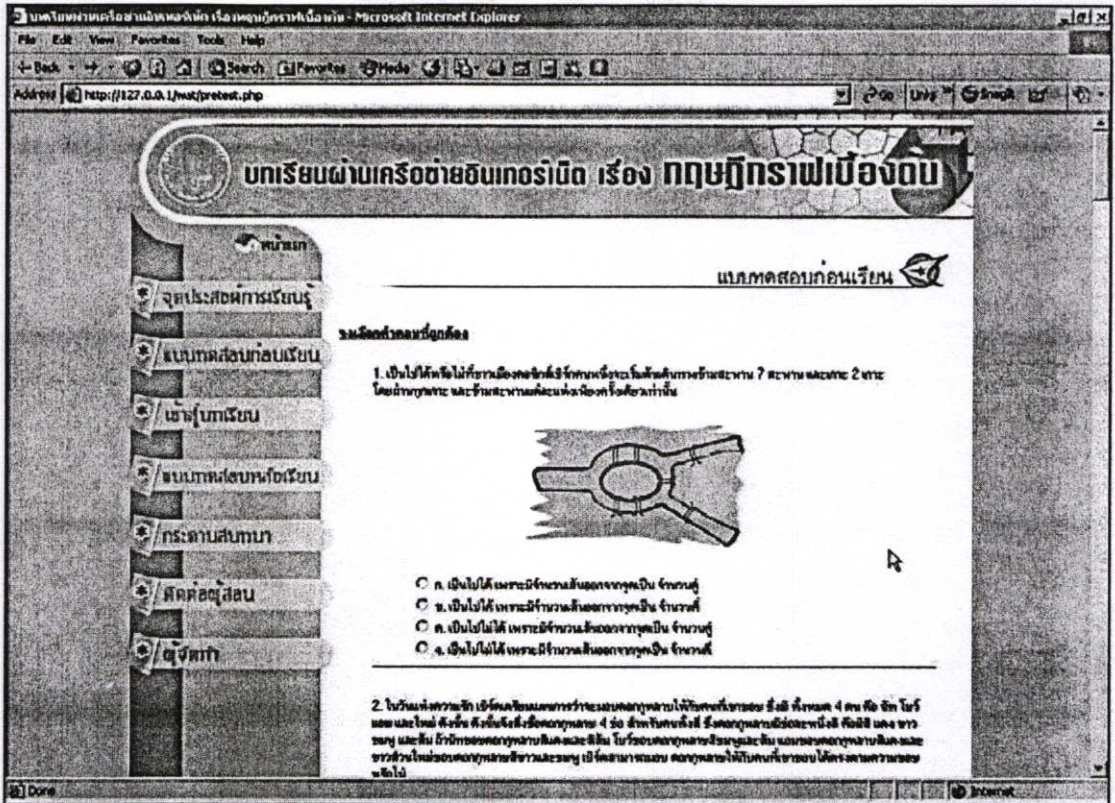
ตัวอย่างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต  
เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น



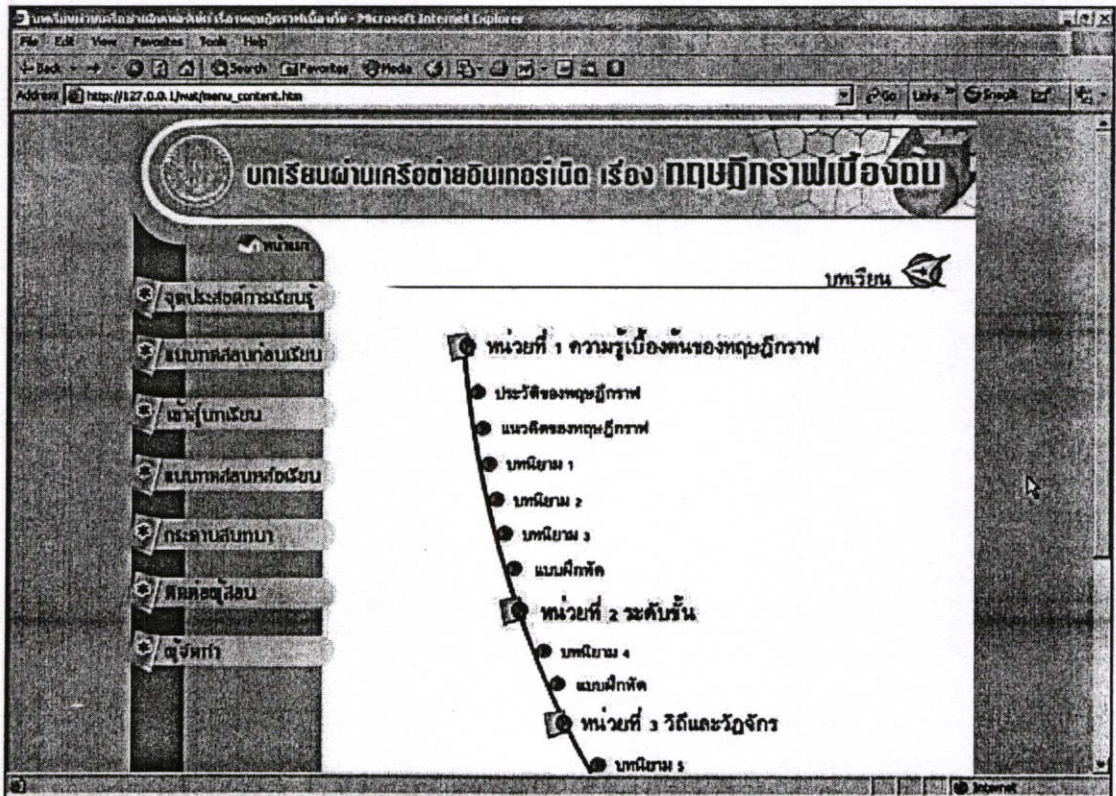
หน้าแรก



หน้าจุดประสงค์การเรียนรู้



หน้าแบบทดสอบก่อนเรียน



หน้าบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เนต

บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น - Microsoft Internet Explorer

File Edit View Favorites Tools Help

Address http://127.0.0.1/wa/conten1\_1.htm

## บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น

หน้าแรก

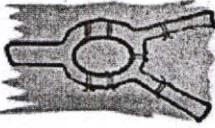
- จุดประสงค์การเรียนรู้
- แบบทดสอบก่อนเรียน
- เนื้อหาบทเรียน
- แบบทดสอบหลังเรียน
- กระดาษสไลด์บท
- ทิศศอู่สอบ
- คู่มือทำ

### หน่วยที่ 1 ความรู้เบื้องต้นของทฤษฎีกราฟ

1/7


**ประวัติทฤษฎีกราฟ**

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญและมีประโยชน์อย่างมาก ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาบางอย่างที่พบในชีวิตประจำวัน โดยการแปลงปัญหาให้ดูง่ายหรือหาทางคณิตศาสตร์ และใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ช่วยในการแก้ปัญหา



ทฤษฎีกราฟเป็นสาขาหนึ่งของคณิตศาสตร์ในทฤษฎีเซต (set theory) ต่าง ๆ ปัญหาหนึ่งที่รู้จักกันดีสำหรับปัญหาทฤษฎีกราฟ คือปัญหาสะพานคอนิกส์เบิร์ก (The Königsberg Bridge Problem) ปัญหาเมืองท่าในแม่น้ำคอนิกส์เบิร์ก มีระ 2 ฝั่ง และสะพานอยู่ 7 สะพาน ซึ่งเชื่อมระ 2 ฝั่งเข้าด้วยกันทั้งหมด (Prigodni 1997) ดังรูป

ปัญหาเมืองท่า เป็นไปได้หรือไม่ที่จะรวมเดินรอบเกาะคอนิกส์เบิร์กหนึ่ง ครั้งในเส้นทางจากเกาะหนึ่งถึงโค้งหนึ่งโดยข้ามทุกสะพานเพียงครั้งเดียว และข้ามสะพานแต่ละแห่งเพียงครั้งเดียวเท่านั้นจนครบทุกสะพาน แล้วจะกลับมาที่จุดเริ่มต้น



ปัญหานี้ไม่ได้ถูกโดยได้จนกระทั่งปี ค.ศ. 1736 โดยเลอฮาร์ด ออยเลอร์ (Leonhard Euler) นักคณิตศาสตร์ชาวสวิสซึ่งแสดงให้เห็นว่าทฤษฎีกราฟที่แก้ปัญหานี้ไม่ได้คือปัญหาที่แก้ไม่ได้โดยทฤษฎีกราฟ

หน้าเนื้อหาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น - Microsoft Internet Explorer

File Edit View Favorites Tools Help

Address http://127.0.0.1/wa/conten1\_1.php

## บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น

หน้าแรก

- จุดประสงค์การเรียนรู้
- แบบทดสอบก่อนเรียน
- เนื้อหาบทเรียน
- แบบทดสอบหลังเรียน
- กระดาษสไลด์บท
- ทิศศอู่สอบ
- คู่มือทำ

### แบบฝึกหัด หน่วยที่ 1

**รวมข้อสอบท้ายบทเรียน**


- ผู้คิดวิธีการท่องเที่ยวที่เรียกว่า "เดินทางรอบเกาะทาส" คือใคร
 

ก. Leonhard Euler  
 ค. William Rowan Hamilton

ข. Arthur Cayley  
 ง. Appel & Haken
- โหนดในรูปของกราฟหนึ่ง คือกราฟชนิดทฤษฎีกราฟ 4 โหนด มีขนาดโหนด 4 คน ซึ่งแต่ละคนมีความสามารถในการทวนวีรต่าง ๆ ดังนี้

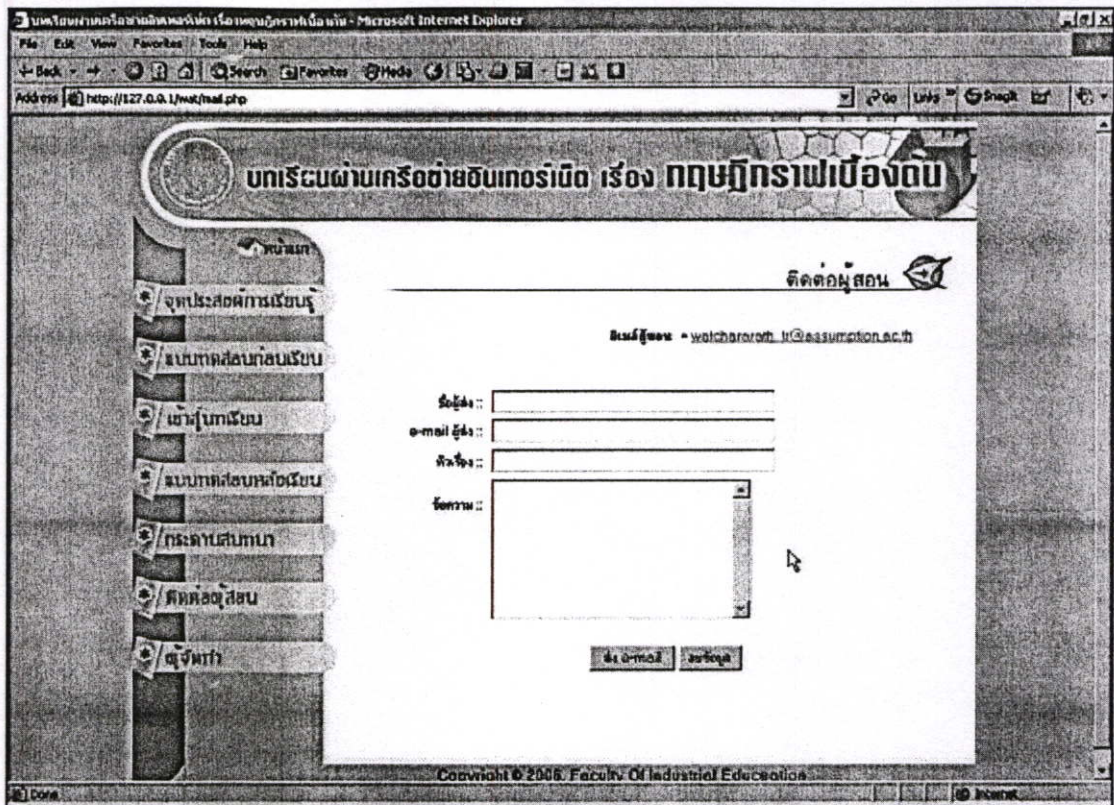
รายการ	คณิตศาสตร์	การเขียน	กีฬา	ดนตรี
ทิวา	/	-	/	/
วิชัย	-	-	/	/
วิบูลย์	/	-	-	/
วิพร	-	/	-	-

ดังในรูปกราฟความสามารถ

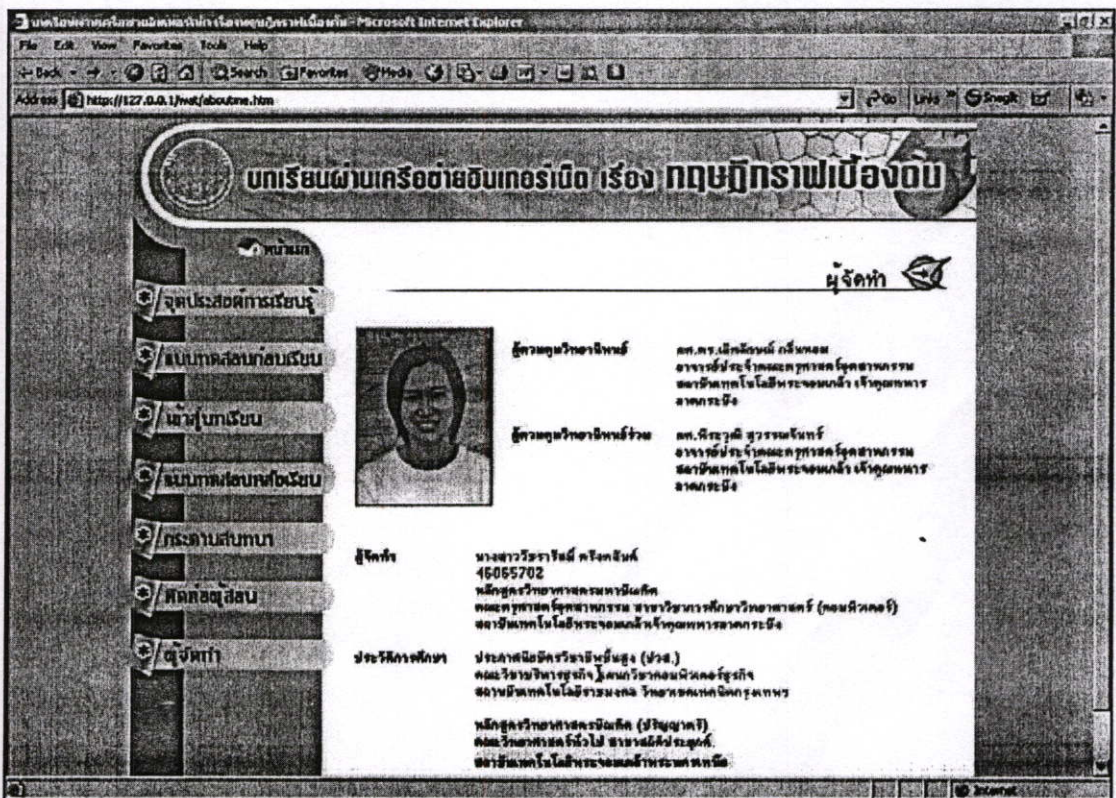


หน้าแบบฝึกหัดท้ายหน่วย





หน้าติดต่อผู้สอน



หน้าผู้จัดทำ

## ภาคผนวก ง

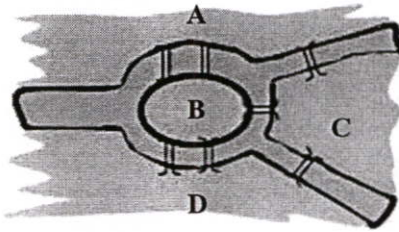
เนื้อหาเรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น

## 1. ความรู้เบื้องต้นของกราฟ

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญและมีประโยชน์มาก ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาบางอย่างที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน โดยการแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปปัญหาทางคณิตศาสตร์ และใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ช่วยในการแก้ปัญหา

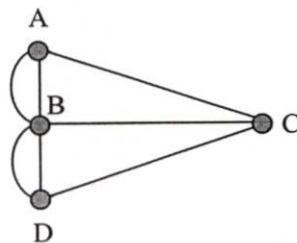
### ประวัติของทฤษฎีกราฟ

การศึกษากราฟที่จะกล่าวต่อไปนี้เป็นเนื้อหาในวิชาทฤษฎีกราฟ ซึ่งมีประวัติความเป็นมาดังนี้ ทฤษฎีกราฟเริ่มต้นจากความพยายามในการตอบปัญหาปริศนา (puzzle) ต่าง ๆ ปัญหาหนึ่งที่อยู่กันดีสำหรับผู้ศึกษาทฤษฎีกราฟ คือปัญหาสะพานคอนิกส์เบิร์ก (The Königsberg Bridges Problem) ปัญหานี้มีอยู่ว่าในเมืองคอนิกส์เบิร์ก มีเกาะ 2 เกาะ และมีสะพานอยู่ 7 สะพาน ซึ่งเชื่อมเกาะ 2 เกาะ นี้ไปยังฝั่งของแม่น้ำพรีเกิล (Pregel River) ดังรูป โดยแทนเกาะด้วย B และ C และแทนฝั่งด้วย A และ D



ปัญหามีอยู่ว่า เป็นไปได้หรือไม่ที่ชาวเมืองคอนิกส์เบิร์กคนหนึ่งจะเริ่มต้นเดินทางจากเกาะหรือฝั่งใดฝั่งหนึ่ง โดยผ่านทุกเกาะและทุกฝั่ง และข้ามสะพานแต่ละแห่งเพียงครั้งเดียวเท่านั้นจนครบทุกสะพาน แล้วจะต้องกลับมาอยู่ที่จุดเริ่มต้น

ปริศนานี้ไม่มีผู้ใดตอบได้จนกระทั่งปี ค.ศ. 1736 เลอโอนฮาร์ด ออยเลอร์ (Leonhard Euler) นักคณิตศาสตร์ชาวสวิสเซอร์แลนด์ ได้ตีพิมพ์บทความตอบปริศนานี้ว่า เป็นไปไม่ได้ ออยเลอร์แก้ปัญหาโดยการจำลองปัญหาด้วยการใช้จุดแทนเกาะ B เกาะ C ฝั่ง A และฝั่ง D และใช้เส้นเชื่อมแทนสะพานดังนั้นรูปแบบจำลองที่แทนปัญหานี้สามารถเขียนได้ดังรูป



แนวทางการตอบปัญหานี้ของ ออยเลอร์ คือการดูจากรูปแบบจำลองข้างต้น เขาพบว่า การเริ่มต้นเดินจากจุดใด ๆ แล้วจะต้องเดินผ่านทุก ๆ เส้น ๆ ละ 1 ครั้ง แล้วกลับมาที่เดิมเป็นไปไม่ได้

เพราะว่าถ้าต้องเดินจากจุดใด ๆ แล้วต้องผ่านทุกเส้น ๆ ละ 1 ครั้ง นั้นต้องมีเงื่อนไขว่า ไม่ว่าจะเริ่มต้นจากจุดใดจะต้องมีการเดินทางเข้าจุดนั้นเสมอโดยเส้นที่ต่างกัน เมื่อเป็นเช่นนี้จำนวนเส้นที่ออกจากจุดแต่ละจุดต้องเป็นจำนวนคู่ ซึ่งจากรูปแบบที่แทนปัญหาดังรูปข้างต้น จะพบว่าไม่มีจุดใดเลยที่มีจำนวนเส้นออกจากจุดเป็นจำนวนคู่

ปัญหาสะพานคอนิกเบิร์ก ได้รับการยกย่องว่าเป็นปัญหาเริ่มต้นของการก่อกำเนิดทฤษฎีกราฟออยเลอร์ซึ่งเป็นผู้แก้ปัญหาดังกล่าวจึงได้รับการยกย่องว่าเป็น “บิดาของวิชาทฤษฎีกราฟ”

### แนวคิดของทฤษฎีกราฟ

ในชีวิตประจำวัน กิจกรรมที่คนเราทำอยู่เป็นประจำนั้น ก็เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในการดำเนินชีวิตหลายปัญหาสามารถสร้างแบบจำลองที่เหมาะสมแทนปัญหา ซึ่งทำให้เข้าใจปัญหาได้ง่ายขึ้น แล้วแก้ปัญหาโดยการหาคำตอบจากแบบจำลอง จากนั้นจึงนำคำตอบที่ได้จากแบบจำลองมาอธิบายผลที่เกิดขึ้นจากปัญหาจริง

ปัญหาที่ซับซ้อนบางปัญหาเราสามารถจำลองปัญหาโดยการใช้จุดและเส้นช่วยในการแก้ปัญหาให้ง่ายขึ้นได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้

**ตัวอย่างที่ 1** คณะกรรมการนักเรียนโรงเรียนแห่งหนึ่งแบ่งการทำงานออกเป็น 4 ฝ่าย ได้แก่ ฝ่ายบริหาร ฝ่ายการเงิน ฝ่ายหัวหน้าระดับชั้น ฝ่ายกิจกรรม แต่ละฝ่ายอาจจะมีกรรมการร่วมกัน โดยประธานนักเรียนได้กำหนดว่าแต่ละฝ่ายจะต้องมีการประชุมสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ซึ่งในการจัดการประชุมได้จัดเวลาในช่วงเช้าของวัน จันทร์ พุธ และ ศุกร์ นักเรียนคิดว่าผู้ที่มีหน้าที่ในการจัดการประชุมจะใช้วิธีการจัดอย่างไร โดยที่กรรมการทุกคนสามารถร่วมประชุมได้ ถ้ากำหนดคณะกรรมการแต่ละฝ่ายมีคณะกรรมการร่วมกันดังนี้

ฝ่ายบริหาร และฝ่ายกิจกรรม มีกรรมการร่วมกัน

ฝ่ายการเงิน และฝ่ายกิจกรรม มีกรรมการร่วมกัน

ฝ่ายการเงิน และฝ่ายหัวหน้าระดับชั้น มีกรรมการร่วมกัน

ฝ่ายหัวหน้าระดับชั้น และฝ่ายกิจกรรม มีกรรมการร่วมกัน

**แนวคิด** สร้างรูปจำลองแทนสถานการณ์ โดยให้

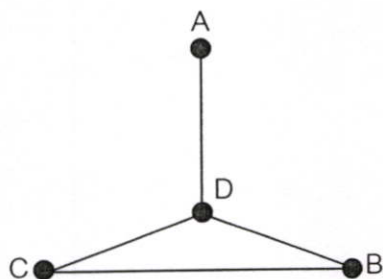
A แทนฝ่ายบริหาร

B แทนฝ่ายการเงิน

C หัวหน้าระดับชั้น

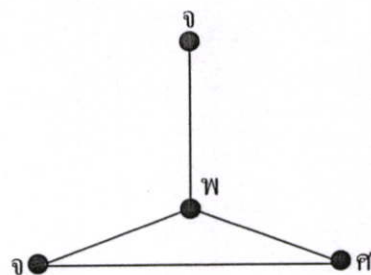
D แทนฝ่ายกิจกรรม

เส้นเชื่อมระหว่างจุด 2 จุด ใดๆ แทนความสัมพันธ์สองฝ่าย มีกรรมกรร่วมกัน ดังนั้นรูปแบบจำลองที่แบบสถานการณ์



รูปที่ 1 แสดงถึงคณะกรรมการทั้ง 4 ฝ่าย

รูปที่ 2 ตารางแสดงการประชุม โดยกำหนดวันจันทร์ พุธ และศุกร์



ตัวอย่างที่ 2 ปัญหาการจัดสรรทรัพยากร

สมจิต สมใจ สมคิด สมบูรณ์ และสมชาย สมัครเข้าทำงานตามความสามารถของบุคคลในบริษัทแห่งหนึ่ง ซึ่งมีงานว่างอยู่ 5 ตำแหน่ง ซึ่งความสามารถของบุคคลทั้ง 5 คน มีดังนี้

สมจิต มีความสามารถทำงานตำแหน่งที่ 3 และ 4

สมใจ มีความสามารถทำงานตำแหน่งที่ 3

สมคิด มีความสามารถทำงานตำแหน่งที่ 1 และ 2

สมบูรณ์ มีความสามารถทำงานตำแหน่งที่ 3 และ 4

สมชาย มีความสามารถทำงานตำแหน่งที่ 2 และ 5

ให้นักเรียนพิจารณาว่าเป็นไปได้หรือไม่ที่บุคคลทั้ง 5 คน ได้รับเข้าทำงานในบริษัทนี้ทั้งหมด

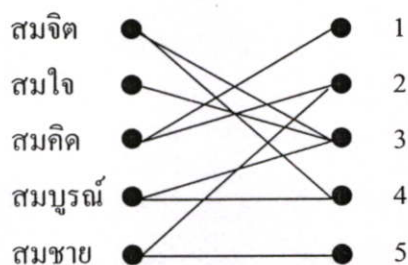
แนวคิด สร้างรูปจำลองแทนสถานการณ์โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 แทนคน

กลุ่มที่ 2 แทนงาน

เส้นเชื่อมระหว่างจุด 2 จุด แทนความสามารถของคนกับงาน

เขียนรูปได้ดังนี้



จากรูปจำลองพบว่า เป็นไปไม่ได้ว่า ทั้ง 5 คน จะได้รับเข้าทำงาน เพราะ สมจิต สมใจ และ สมบูรณ์ 2 คนนี้ ทำงานได้เพียง 2 งาน คือ งาน 3 และ 4 จึงมีคนหนึ่งคนใดไม่ได้เข้าทำงาน

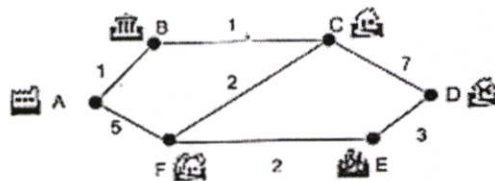
**ตัวอย่างที่ 3** มีบ้าน 3 หลัง ซึ่งแต่ละหลังต้องการสาธารณูปโภค 3 อย่าง คือ น้ำ ไฟฟ้า และ โทรศัพท์ ถ้าต้องการติดตั้งสาธารณูปโภคเป็นแบบวางท่อได้ดิน ให้นักเรียนพิจารณาว่าเป็นไปได้หรือไม่ที่การต่อสาธารณูปโภคทั้งสามอย่าง มายังบ้าน 3 หลัง โดยไม่ให้แนวท่อของเครื่องสาธารณูปโภคนั้นทับกัน



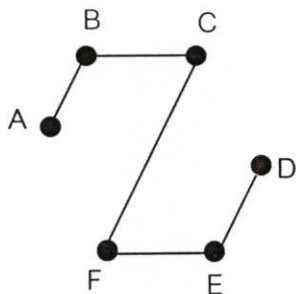
**ตอบ** เป็นไปไม่ได้

**ตัวอย่างที่ 4** สถานการณ์น้ำท่วมในภาคกลาง เป็นผลให้ถนนหลายสายได้รับความเสียหาย ความช่วยเหลือของรัฐบาลไม่สามารถส่งข้าวของเครื่องใช้ไปถึงหมู่บ้านที่ได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์ครั้งนี้ ดังนั้นเจ้าที่ที่มีส่วนเกี่ยวข้องต้องทำการช่วยเหลือซ่อมแซมถนนที่ถูกตัดขาดเป็นการด่วน ดังนั้นจะเลือกซ่อมถนนเส้นทางใดจึงใช้เวลาน้อยที่สุด

ให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ดังกล่าวโดยสมมตินักเรียนเป็นเจ้าหน้าที่ในการช่วยเหลือ นักเรียนจะเลือกซ่อมถนนเส้นทางใดบ้างที่ใช้เวลาน้อยที่สุดและถนนที่ซ่อมนั้นต้องผ่านทุกหมู่บ้านในเมืองนั้นๆ ที่ได้รับความเดือดร้อน เมื่อกำหนดแผนผังของเมืองที่ถูกน้ำท่วมดังรูปแบบจำลอง (ตัวเลขที่กำกับเส้นแทนระยะเวลาในการซ่อมแซมถนนระหว่างหมู่บ้านสองหมู่บ้านใด)

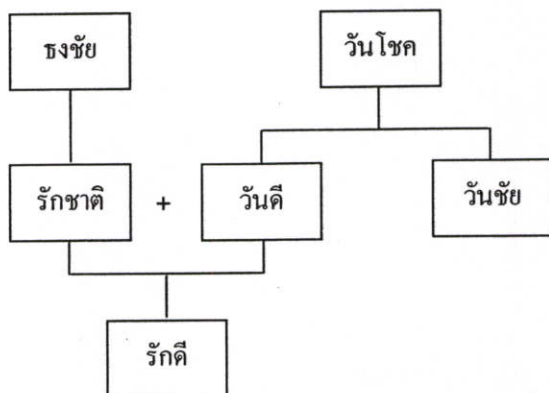


แนวคิด จากรูปจำลอง เส้นทางที่สามารถ ซ่อมแซมได้ โดยใช้เวลาน้อยที่สุด



ตัวอย่างที่ 5 มีปัญหาว่าวันโชคเป็นพ่อของวันชัย วันชัยเป็นน้ำของรักดี ชงชัยเป็นพ่อของรักชาติ รักชาติเป็นสามีของวันดี วันดีมีน้องชายคนเดียวคือวันชัย ให้นักเรียนพิจารณาว่า วันโชค ชงชัย รักชาติ เป็นอะไรกับรักดี

แนวคิด ให้จุดแทนคน เส้นแทนความสัมพันธ์



วันโชค เป็นตา ของรักดี  
 ชงชัย เป็นปู่ ของรักดี  
 รักชาติ เป็นพ่อ ของรักดี

จากตัวอย่างที่กล่าวมา นักเรียนจะเห็นได้ว่าการแทนสถานการณ์ โดยใช้จุดและเส้นเป็นแบบจำลองที่ง่ายในการจำลองปัญหาซึ่งเน้นความสัมพันธ์ระหว่างคน สัตว์ สิ่งของ หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ

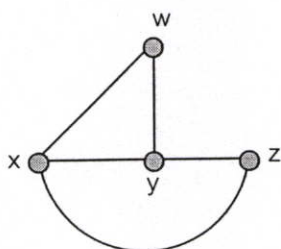
**บทนิยาม 1**

กราฟ  $G$  ประกอบด้วย  $V(G)$  และ  $E(G)$  ซึ่ง

$V(G)$  คือ เซตของจุดเรียกว่า จุด(vertex) โดย มีอย่างน้อย 1 จุด

$E(G)$  คือ เซตของเส้นเรียกว่า เส้น(edge) โดยที่เส้นแต่ละเส้นนี้เชื่อมระหว่าง 2 จุดใด ๆ ใน  $V(G)$

ตัวอย่างที่ 6 กำหนดกราฟ  $S$  ดังรูป



จะได้ว่า  $V(S)$  คือ  $\{w, x, y, z\}$

$E(S)$  คือ  $\{wx, wy, xy, xz, yz\}$

ตัวอย่างที่ 7 กำหนดกราฟ  $G$  ดังรูป

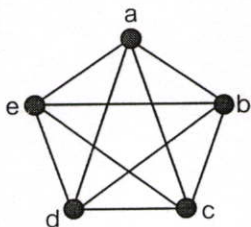


จะได้ว่า  $V(G)$  คือ  $\{u\}$

$E(G)$  คือ ไม่มี

เราเรียกกราฟที่มีจุด 1 จุดว่า กราฟซัด(trivial graph)

ตัวอย่างที่ 8 กำหนดกราฟ  $T$  ดังรูป



จะได้ว่า  $V(T)$  คือ  $\{a, b, c, d, e\}$

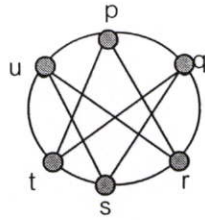
$E(T)$  คือ  $\{ab, ac, ad, ae, bc, bd, be, cd, ce, de\}$

**บทนิยาม 2**

จุดยอด  $u$  และ  $v$  ของกราฟเป็น จุดยอดประชิด(adjacent vertices)ก็ต่อเมื่อมีเส้นระหว่างจุดทั้งสอง

เส้นเชื่อมประชิด ของกราฟเกิดกับ ตกกระทบ(incident) จุดยอด  $v$  ถ้าจุดยอด  $v$  เป็นจุดปลายจุดหนึ่งของเส้นเชื่อม

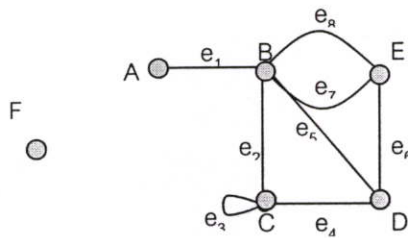
ตัวอย่างที่ 9 กำหนดกราฟ ดังรูป จงหาจุดอื่น ๆ ในกราฟ ประชิดกับจุดใดบ้าง หรือตกกระทบกับเส้นใดบ้าง



วิธีทำ

- |                               |                                       |
|-------------------------------|---------------------------------------|
| จุด p ประชิดกับจุด q, r, t, u | และเส้นเชื่อมประชิดคือ pq, pr, pt, pu |
| จุด u ประชิดกับจุด p, r, s, t | และเส้นเชื่อมประชิดคือ up, ur, us, ut |
| จุด q ประชิดกับจุด p, r, t, s | และเส้นเชื่อมประชิดคือ qp, qr, qt, qs |
| จุด r ประชิดกับจุด q, s, u, p | และเส้นเชื่อมประชิดคือ rq, rs, ru, rp |
| จุด s ประชิดกับจุด r, t, u, q | และเส้นเชื่อมประชิดคือ sr, st, su, sq |
| จุด t ประชิดกับจุด s, u, q, p | และเส้นเชื่อมประชิดคือ ts, tu, tq, tp |

ตัวอย่างที่ 10 จากกราฟ G ดังรูป

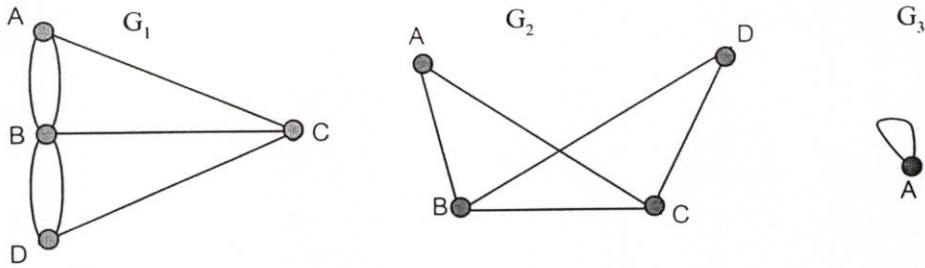


- |   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| $V(G)$ คือ                              | {A, B, C, D, E, F}                   |
| $E(G)$ คือ                              | {AB, BC, CC, BD, BE, EB, ED, CD}     |
| จะได้ว่าจุด D ประชิดกับจุด              | B, C, E                              |
| เส้นเชื่อมที่เกิดกับจุด C               | BC, CC, CD                           |
| จุด B ประชิดกับจุดใด                    | A, C, D, E                           |
| จุด E ตกกระทบกับเส้นใด                  | EB, EB, ED                           |
| จุด F ประชิดกับจุดใดและตกกระทบกับเส้นใด | ไม่ประชิด และไม่มีเส้นเชื่อมใดในกราฟ |

**บทนิยาม 3**

- เส้นที่มีจุดปลายทั้งสองเป็นจุดเดียวกัน เราเรียกว่า วงวน(loop)
- เส้นตั้งแต่ 2 เส้นขึ้นไป ที่เชื่อมจุดคู่เดียวกัน เราเรียกว่า เส้นหลายชั้น (multiple edges)
- กราฟที่ไม่มีเส้นหลายชั้นและไม่มีวงวน เราเรียกว่า กราฟเชิงเดียว (single graph)

ตัวอย่างที่ 11 กำหนดกราฟ  $G_1$ ,  $G_2$  และ  $G_3$  ดังรูป



กราฟใดเป็นกราฟเชิงเดียว กราฟหลายชั้น กราฟวงวน พร้อมทั้งบอกเหตุผลวิธีทำ

- $G_1$  เป็น เส้นหลายชั้น เพราะมีเส้นตั้งแต่ 2 เส้นเชื่อมจุดคู่เดียวกัน
- $G_2$  เป็น กราฟเชิงเดียว เพราะเป็นกราฟที่ไม่มีเส้นหลายชั้น และไม่มีวงวน
- $G_3$  เป็น วงวน เพราะเส้นที่มีจุดปลายทั้งสองเป็นจุดเดียวกัน

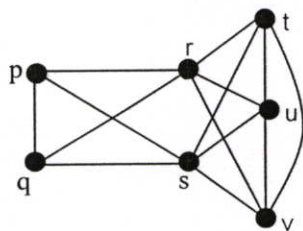
## 2. ระดับชั้น (degree)

**บทนิยามที่ 4** ให้  $u$  เป็นจุดในกราฟ  $G$

ระดับชั้น (degree) ของ  $u$  ใน  $G$  คือ จำนวนของเส้นที่ตกกระทบกับจุด  $u$  เขียนแทนด้วย  $\text{deg}(u)$

- เรากล่าวว่า  $u$  เป็นจุดคู่ (even vertex) ก็ต่อเมื่อ ดีกรีของ  $u$  เป็นจำนวนคู่
- $u$  เป็นจุดคี่ (odd vertex) ก็ต่อเมื่อ ดีกรีของ  $u$  เป็นจำนวนคี่
- $u$  เป็นจุดเอกเทศ (isolated vertex) ก็ต่อเมื่อ ดีกรีของ  $u$  เป็น 0

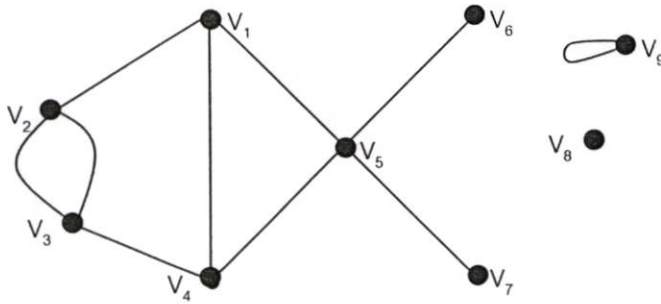
ตัวอย่างที่ 12 กำหนดกราฟดังรูป



จะได้ว่า

- $\text{deg}(p) = \dots 3 \dots$  ดังนั้น  $p$  เป็น..จุดคี่....
- $\text{deg}(q) = \dots 3 \dots$  ดังนั้น  $q$  เป็น..จุดคี่....
- $\text{deg}(r) = \dots 5 \dots$  ดังนั้น  $r$  เป็น..จุดคี่....
- $\text{deg}(s) = \dots 5 \dots$  ดังนั้น  $s$  เป็น..จุดคี่....
- $\text{deg}(u) = \dots 4 \dots$  ดังนั้น  $u$  เป็น..จุดคู่....
- $\text{deg}(t) = \dots 4 \dots$  ดังนั้น  $t$  เป็น..จุดคู่....
- $\text{deg}(v) = \dots 4 \dots$  ดังนั้น  $v$  เป็น..จุดคู่....

ตัวอย่างที่ 13 กำหนดกราฟ  $G_1$  ดังรูป



จะได้ระดับชั้นของจุด  $V_1$  ถึง  $V_9$

$$\deg(V_1) = \dots 3 \dots \deg(V_2) = \dots 3 \dots$$

$$\deg(V_3) = \dots 3 \dots \deg(V_4) = \dots 3 \dots$$

$$\deg(V_5) = \dots 4 \dots \deg(V_6) = \dots 1 \dots$$

$$\deg(V_7) = \dots 1 \dots \deg(V_8) = \dots 0 \dots$$

$$\deg(V_9) = \dots 2 \dots$$

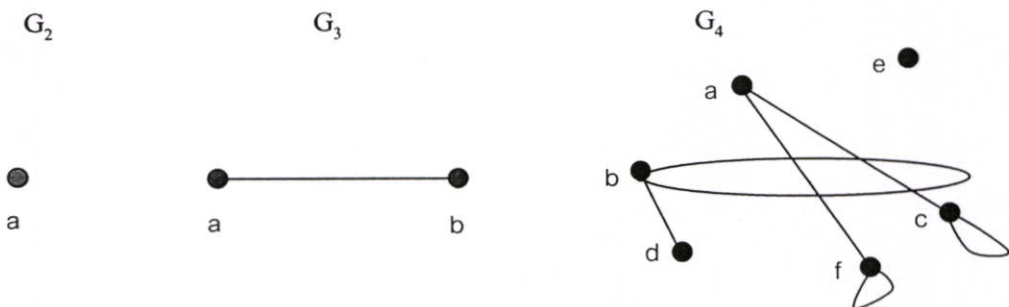
เราเรียก จุด  $V_8$  ที่มีระดับชั้น 0 ว่าจุดเอกเทศ (isolated vertex)

เราเรียก จุด  $V_6$  และ  $V_7$  ที่มีระดับชั้น 1 ว่า จุดปลาย (end vertex)

หมายเหตุ จุดที่มีวงวน 1 วงวนระดับชั้นของจุดนั้นเป็น 2

$$\begin{aligned} \text{จะได้} \quad \sum_{i=1}^9 \deg(v_i) &= \deg(v_1) + \deg(v_2) + \dots + \deg(v_9) \\ &= 3 + 3 + 3 + 3 + 4 + 1 + 1 + 0 + 2 \\ &= 20 \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 14 กำหนดกราฟ  $G_2, G_3, G_4$  ดังรูป



จากกราฟที่กำหนดจะได้ตารางแสดงความสัมพันธ์ของผลบวกระดับชั้นของทุก ๆ จุดและจำนวนเส้นของกราฟ  $G_1, G_2, G_3, G_4$  ในตัวอย่างที่ 13-14

กราฟ	จำนวนเส้น	ผลบวกของระดับชั้นของทุก ๆ จุดในกราฟ	จำนวนจุดที่	จำนวนจุดคู่
$G_1$	10	20	6	3
$G_2$	0	0	0	1
$G_3$	1	2	2	0
$G_4$	6	12	4	2

### ข้อสังเกต

1. ผลบวกของระดับชั้นของทุก ๆ จุดในกราฟ จะมีค่าเท่ากับ 2 เท่าของจำนวนเส้นใช่หรือไม่
2. จำนวนจุดที่ในกราฟใด ๆ จะเป็นจำนวนคู่ใช่หรือไม่

#### ทฤษฎีบท 1

ผลรวมของดีกรีของจุดในกราฟ =  $2 \times$  จำนวนเส้น

#### ทฤษฎีบท 2

จำนวนจุดที่ในกราฟต้องเป็นจำนวนคู่

### สรุป

จากที่กล่าวมา จะพบว่า มีลักษณะที่น่าสนใจบางอย่างเกี่ยวกับกราฟ ดังนี้

1. ผลรวมของดีกรีของจุดทุกจุดในกราฟเท่ากับ 2 เท่าของจำนวนเส้นในกราฟ
2. ผลรวมของดีกรีของจุดทุกจุดในกราฟต้องเป็นจำนวนคู่
3. จำนวนจุดที่ทั้งหมดในกราฟต้องเป็นจำนวนคู่

**ตัวอย่างที่ 15** ถ้ากราฟ  $G$  มีเส้น 20 เส้น และดีกรีของทุก ๆ จุดใน  $G$  เป็น 4 จงหาว่ากราฟ  $G$  มีจำนวนจุดเท่ากับเท่าไร

#### วิธีทำ

$$\text{ผลรวมของดีกรีของจุดในกราฟ} = 2 \times \text{จำนวนเส้นในกราฟ } G$$

$$4 \times \text{จำนวนจุด} = 2 \times 20$$

$$\text{จำนวนจุด} = \frac{2 \times 20}{4}$$

4

ดังนั้น กราฟ  $G$  มีจำนวนจุด 10 จุด

ตัวอย่างที่ 16 ถ้ากราฟ H มีเส้น 30 เส้น และมีจุดที่มีดีกรี 2 อยู่ 12 จุด นอกนั้นเป็นเป็นดีกรี 3 จงหาว่ากราฟ H มีจำนวนของจุดเท่ากับเท่าไร

วิธีทำ

$$\begin{aligned}
 \text{ผลรวมของดีกรีของจุดในกราฟ} &= 2 \times \text{จำนวนเส้นในกราฟ H} \\
 (2 \times \text{จำนวนจุดดีกรี 2}) + (3 \times \text{จำนวนจุดดีกรี 3}) &= 2 \times 30 \\
 (2 \times 12) + (3 \times \text{จำนวนจุดดีกรี 3}) &= 60 \\
 3 \times \text{จำนวนจุดดีกรี 3} &= 60 - 24 \\
 \text{จำนวนจุดดีกรี 3} &= 36 / 3 \\
 &= 12
 \end{aligned}$$

ดังนั้น กราฟ H มีจำนวนจุด  $12 + 12 = 24$  จุด

ตัวอย่างที่ 17 ถ้าจุดในกราฟ G มีดีกรี 3 หรือ 4 เท่านั้น และ  $|V(G)| = 12$ ,  $|E(G)| = 20$  จงหาจำนวนจุดที่มีดีกรี 3 และดีกรี 4

วิธีทำ

$$\begin{aligned}
 \text{ให้ } X \text{ แทนจำนวนจุดที่มีดีกรี 3 ในกราฟ G} \\
 \text{ผลรวมของดีกรี 4 ในกราฟ G มี} &= 12 - X \\
 3X + 4(12 - X) &= 2 \times 20 \\
 -X + 48 &= 40 \\
 X &= 8
 \end{aligned}$$

ดังนั้น จำนวนจุดในกราฟ G ที่มีดีกรี 3 จำนวนจุด 8 จุด และ ดีกรี 4 จำนวนจุด 4 จุด

### 3. วิธีและวัฏจักร

**บทนิยามที่ 5** แนวเดิน(Walk)  $W$  ในกราฟ  $G$  คือลำดับจำกัดของจุดและเส้นสลับกันของกราฟ  $G$  ดังนี้  $W: v_0, e_1, v_1, e_2, v_2, \dots, v_{n-1}, e_n, v_n$   
ซึ่งเส้น  $e_i$  มีจุดปลายคือ  $v_{i-1}$  และ  $v_i$  สำหรับ  $1 \leq i \leq n$

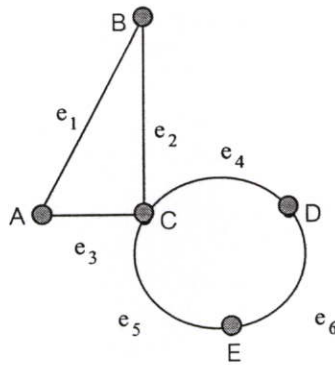
ดังนั้น แนวเดิน  $v_0 - v_n$  ถ้าแนวเดิน  $W$  เริ่มต้นที่จุด  $v_0$  และจบที่จุด  $v_n$  เราเรียกจุด  $v_0$  ว่าจุดเริ่มต้น (origin) และจุด  $v_n$  ว่าจุดปลาย (terminus) โดยที่จุด  $v_0$  และ  $v_n$  อาจเป็นจุดเดียวกันได้ และเรียกจุด  $v_1, v_2, \dots, v_{n-1}$  ว่าจุดภายใน(internal) และเรียกจำนวนเส้นในแนวเดิน  $v_0 - v_n$  ซึ่งเท่ากับ  $n$  ว่าความยาว (length) ของแนวเดิน  $v_0 - v_n$

**บทนิยามที่ 6** ให้  $v$  เป็นจุดใด ๆ ในกราฟ  $G$  และ  $W$  เป็นแฉกเดินใน  $G$  โดยที่

$W: v$  (ซึ่งไม่มีความยาว = 0)

เราเรียกแฉกเดิน  $W$  ที่ไม่มีเส้น ( $n = 0$ ) ว่า **แฉกเดินซัด** (trivial walk)

**ตัวอย่างที่ 18** จงพิจารณากราฟต่อไปนี้



จะได้แฉกเดิน  $A - D$  คือ

- |                                     |                      |
|-------------------------------------|----------------------|
| $A, e_3, C, e_4, D$                 | มีความยาว...2...หรือ |
| $A, e_1, B, e_2, C, e_4, D$         | มีความยาว...3...หรือ |
| $A, e_3, C, e_5, E, e_6, D$         | มีความยาว...3...หรือ |
| $A, e_1, B, e_2, C, e_5, E, e_6, D$ | มีความยาว...4...     |

**ข้อสังเกต**

จุดและเส้นในแฉกเดินอาจเกิดขึ้นซ้ำ ๆ กันได้

**บทนิยามที่ 7** ให้  $u$  และ  $v$  เป็นจุดใด ๆ ในกราฟ  $G$

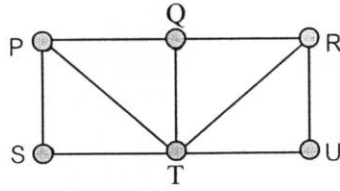
เรากล่าวว่าแฉกเดิน  $u - v$  เป็นแฉกเดินปิด (closed walk) เมื่อ  $u = v$

และ แฉกเดิน  $u - v$  เป็นแฉกเดินเปิด (open walk) เมื่อ  $u \neq v$

**บทนิยามที่ 8**

- ถ้าเส้นในแฉกเดิน  $u - v$  ไม่ซ้ำกัน เรากล่าวว่าแฉกเดิน  $u - v$  เป็นรอยเดิน (trail)
- ถ้าจุดในแฉกเดิน  $u - v$  ไม่ซ้ำกัน เรากล่าวว่าแฉกเดิน  $u - v$  เป็นวิถี (path)

ตัวอย่างที่ 19 พิจารณากราฟต่อไปนี้ เป็นรอยเดินหรือวิถีหรือไม่เพราะเหตุใด



พิจารณากำหนดลำดับแนวเดิน S – U ต่อไปนี้

ลำดับ S, P, Q, T, P, Q, R, U

ไม่เป็นรอยเดินเพราะ...เส้น PQ ซ้ำ.....

ไม่เป็นวิถีเพราะ.....จุดซ้ำ P, Q .....

ลำดับ S, P, T, Q, R, T, U

.....เป็นรอยเดิน เพราะเส้นไม่ซ้ำ.....

.....ไม่เป็นวิถี เพราะจุดซ้ำ.....

ลำดับ S, P, T, Q, R, U

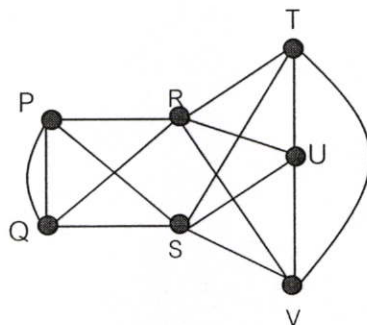
.....เป็นรอยเดิน .....

.....เป็นวิถี.....

**บทนิยามที่ 9**

- เราเรียกรอยเดินปิดที่ไม่ใช่แนวเดินซัดว่า วงจร (circuit)
- เราเรียกวงจรที่มีจุดเริ่มต้น และจุดภายในไม่ซ้ำกันว่า วัฏจักร (cycle)

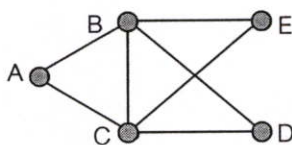
ตัวอย่างที่ 20 กำหนดกราฟ ดังรูป



พิจารณา ลำดับต่อไปนี้

ลำดับ P, R, V, U, R, Q, P	เป็นวงจร เพราะ ใช้เส้นไม่ซ้ำ ไม่เป็นวัฏจักร เพราะใช้ R ซ้ำ
ลำดับ P, Q, S, T, R, U, S, P	เป็นวงจร เพราะ ใช้เส้นไม่ซ้ำ ไม่เป็นวัฏจักร เพราะใช้ S ซ้ำ
ลำดับ P, S, V, T, R, P	เป็นวงจร เพราะ ใช้เส้นไม่ซ้ำ เป็นวัฏจักร เพราะใช้จุดไม่ซ้ำ
ลำดับ P, R, U, S, Q, P	เป็นวงจร เพราะ ใช้เส้นไม่ซ้ำ เป็นวัฏจักร เพราะใช้จุดไม่ซ้ำ
ลำดับ P, Q, R, U, R, P	ไม่เป็นวงจร เพราะ ใช้เส้น RU, UR ซ้ำ ไม่เป็นวัฏจักร เพราะใช้ R ซ้ำ

ตัวอย่างที่ 21 จากกราฟที่กำหนดให้



1. A, B, C, A เป็นวัฏจักรที่มีความยาว 3
2. A, B, E, C, D, B, A เป็นแนวเดินที่มีความยาวเท่ากับ 6 แต่ไม่เป็นวัฏจักร เพราะ จุด B ซ้ำ

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาววัชรารัตน์ ตรีรงค์สันต์
วัน-เดือน-ปีเกิด	30 กรกฎาคม 2518
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	94 ถ. มหาเศรษฐี แขวงสี่พระยา เขตบางรัก กรุงเทพฯ 10500
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2539 สำเร็จการศึกษา ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง คณะวิชาบริหารธุรกิจ แผนกวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิค กรุงเทพฯ พ.ศ. 2543 สำเร็จการศึกษา วิทยาศาสตร์บัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ สาขาวิชาสถิติประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พ.ศ. 2549 สำเร็จการศึกษา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
ประวัติการทำงาน	ณ โรงเรียนอัสสัมชัญ เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2540-2548 อาจารย์อบรมคอมพิวเตอร์ ประจำศูนย์คอมพิวเตอร์ ปัจจุบัน อาจารย์ประจำฝ่ายธุรการ