

การพัฒนารูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรปริญญาการศึกษาดุขฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา
พฤษภาคม 2556

การพัฒนารูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรปริญญาการศึกษาดุขฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา

พฤษภาคม 2556

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การพัฒนารูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรปริญญาการศึกษาดุขฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา

พฤษภาคม 2556

ชนกานต์ สุวรรณทรัพย์. (2556). การพัฒนารูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ด. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: รองศาสตราจารย์ ดร.เสาวณีย์ ลีทิศาบัณฑิต, รองศาสตราจารย์ ดร.สมสรวิทย์ วงษ์อยู่น้อย, ดร.วนิดา ธนประโยชน์ศักดิ์.

การวิจัยครั้งนี้ มีความมุ่งหมายเพื่อ 1) พัฒนารูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น 2) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด และ 4) ศึกษาความพึงพอใจในการเรียนของนักเรียนโดยใช้หนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์ที่เรียนผ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนารูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 คน และสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด แล้วนำไปทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 32 คน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ t-test แบบ dependent

ผลการวิจัยพบว่า

1. รูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบที่ 1 ด้านโครงสร้างของหนังสือเรียนที่สอดคล้องกับรูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์ ได้แก่ 1) ส่วนนำ 2) ส่วนหลัก 3) ส่วนหลัง องค์ประกอบที่ 2 ด้านเครื่องมือสนับสนุนและควบคุมการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ 1) ความเหมาะสมของลักษณะและการจัดวางของเครื่องมือ 2) ความเหมาะสมของเครื่องมือกลุ่มมุมมอง 3) ความเหมาะสมของการใช้เครื่องมือควบคุมการนำเสนอ 4) ความเหมาะสมของการใช้เครื่องมือในการเข้าถึงข้อมูล 5) ความเหมาะสมของการใช้เครื่องมืออื่นๆ

2. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) 85.83/81.18 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์กำหนด 80/80

3. นักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. นักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด มีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์อยู่ในระดับมากที่สุด



THE DEVELOPEMENT OF INSTRUCTIONAL ELECTRONIC BOOK FORMAT FOR
A LEARNING OF SCIENCE GROUP IN SECONDARY EDUCATION LEVEL



Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Doctor of Education Degree in Educational Technology
at Srinakharinwirot University

May 2013

Chonnakan Suwannasab. (2013). *The Development of Instructional Electronic Book Format for a Learning of Science Group in Secondary Education level*. Dissertation, Ed.D. Educational Technology). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Assoc. Prof. Dr.Sowwanee Sikkhabandit, Assoc. Prof. Dr.Somsan Wongyunoj, Dr.Vanida Thanaprayochsak.

This research has aimed to 1) develop the format of e-book for a learning of Science group in secondary education level, 2) study the performance of e-book for a learning of Science group in secondary education level on blood circulatory system, 3) compare pre and post learning achievements of students who studied through an e-book for a learning of Science group in secondary education level on blood circulatory system, and 4) study the learning satisfaction of students who studied through an e-book for a learning of Science group in secondary education level on blood circulatory system. In this research, researcher developed a format of e-book for a learning of Science group in secondary education level, evaluation from 7 experts, and developed an e-book for a learning of Science group in secondary education level on blood circulatory system. Then tested with a sample group of 32 Mathayomsuksa 2 students. Statistics in this research used in data analysis comprised mean, Standard Deviation, and dependent t-test.

The results of this research were as follows:

1. The format of electronic book for a learning of Science group in secondary education level consisted of 2 main parts: Part 1 - the structural of text book that consistent with the science teaching way: 1) front section, 2) main section, and 3) back section; Part 2 - the specification of supporting and controlling tools for electronic book which are 1) the appropriateness of characteristics and arrangement of the tool. 2) the appropriateness of the view group tools. 3) the appropriateness of using tools in controlling presentation. 4) the appropriateness of using tools to access the data, and 5) the appropriateness of using other tools.

2. Efficiency of the electronic book for a learning of Science group in secondary education level on blood circulatory system were (E_1/E_2) 85.83/81.18 which was corresponding with 80/80 criteria.

3. Students who studied through the e-book for learning of Science group in secondary education level on blood circulatory system had achievement after learning higher than before learning significantly at the .05 level.

4. Students who studied through the e-book for a learning of Science group in secondary education level on blood circulatory system had a degree of satisfaction with using electronic book in the highest level.



ปริญญาานิพนธ์
เรื่อง
การพัฒนารูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
ของ
ชนกานต์ สุวรรณทรัพย์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษาดุสิตบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)
วันที่ เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2556

คณะกรรมการควบคุมปริญญาานิพนธ์ คณะกรรมการสอบปากเปล่า

..... ประธาน ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.เสาวณีย์ ลีขาบัณฑิต) (รองศาสตราจารย์ ดร.สุรัชย์ ลีขาบัณฑิต)

..... กรรมการ กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมสรณุก์ วงษ์อยู่น้อย) (รองศาสตราจารย์ ดร.เสาวณีย์ ลีขาบัณฑิต)

..... กรรมการ กรรมการ
(อาจารย์ ดร.วนิดา ธนประโยชน์ศักดิ์) (รองศาสตราจารย์ ดร.สมสรณุก์ วงษ์อยู่น้อย)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.วนิดา ธนประโยชน์ศักดิ์)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.กุศล อิศดุลย์)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาอย่างสูงของคณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ ดร.เสาวณีย์ ลิกขาบัณฑิต ประธานควบคุมปริญญานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.สมสรรก์ วงษ์อยู่น้อย และ อาจารย์ ดร.วนิดา ธนประโยชน์ศักดิ์ กรรมการที่ปรึกษา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบปากเปล่า รองศาสตราจารย์ ดร.สุรัชย์ ลิกขาบัณฑิต ประธานคณะกรรมการสอบปากเปล่า อาจารย์ ดร.กุศล อิศกุลย์ กรรมการสอบปากเปล่า และให้ข้อเสนอแนะในทางการวิจัย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่กรุณาพิจารณาความสอดคล้องของเครื่องมือ ประเมินรูปแบบและความเหมาะสมของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น พร้อมทั้งให้คำแนะนำทุกด้านของการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียน อาจารย์ และนักเรียนโรงเรียนปทุมวิไล ผู้จัดการโรงเรียน อาจารย์ และนักเรียนโรงเรียนผ่องสุวรรณวิทยา ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ อำนวยความสะดวก ตลอดจนให้ความร่วมมือในการดำเนินการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านในภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้ผู้วิจัยตลอดมา ตั้งแต่การศึกษาในระดับปริญญาตรี ระดับปริญญาโท และระดับปริญญาเอก

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร.ณัฐญา นาคะสันต์ ผู้คอยให้กำลังใจ แนะนำ ช่วยเหลือ ตักเตือน เสมือนมารดาของผู้วิจัยอีกท่าน

ขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนในมหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษมที่ช่วยเหลือ และให้กำลังใจ ขอขอบคุณรุ่นพี่ และเพื่อนทั้งในระดับปริญญาเอก ปริญญาโท และปริญญาตรีภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษาทุกท่าน ที่ให้กำลังใจและคอยช่วยเหลือผู้วิจัยในทุกเรื่อง

ขอขอบคุณ คุณชนิดา เสาสสูง ในความเป็นกัลยาณมิตร ตลอดระยะเวลาของการศึกษา ทำหน้าที่ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพยนต์ สุวรรณทรัพย์ คุณนาถญา สุวรรณทรัพย์ คุณชยานนท์ สุวรรณทรัพย์ คุณนพภูล สุวรรณทรัพย์ และทุกคนในครอบครัวที่คอยช่วยเหลือ สนับสนุน และเป็นกำลังใจที่สำคัญที่สุดในชีวิตของผู้วิจัย

หากคุณค่าและประโยชน์อันใดอันเกิดจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอบูชาแต่พระคุณบิดา มารดา บรรพบุรุษ บูรพาจารย์ ผู้มีพระคุณทุกท่าน และขอนำความรู้ทั้งหมดของผู้วิจัยไปใช้เพื่อสร้างคุณค่า และตอบแทนสังคมต่อไป

ชนกานต์ สุวรรณทรัพย์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย	4
ความสำคัญของการวิจัย	5
ขอบเขตของการวิจัย	5
นิยามศัพท์เฉพาะ	7
สมมติฐานในการวิจัย	8
กรอบแนวคิดการวิจัย	8
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
หนังสืออิเล็กทรอนิกส์	12
ความหมายของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์	12
ความเป็นมาของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์	14
ประโยชน์ของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา	15
ประเภทของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์	18
โครงสร้างของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์	25
ลำดับการนำเสนอของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์	28
การออกแบบและการผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์	30
เครื่องมือสนับสนุนและควบคุมการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์	39
ความแตกต่างระหว่างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์กับบทเรียนคอมพิวเตอร์	47
การประเมินหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา	47
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์	50
หนังสือเรียน	55
ความหมายของหนังสือเรียน	55
ความมุ่งหมายของการผลิตหนังสือเรียน	56
ประโยชน์ของหนังสือเรียน	57
องค์ประกอบของหนังสือเรียน	58
การตรวจประเมินคุณภาพของหนังสือ	59
คุณสมบัติของหนังสือเรียนที่ดี	61
โครงสร้างของหนังสือเรียน	62

สารบัญ

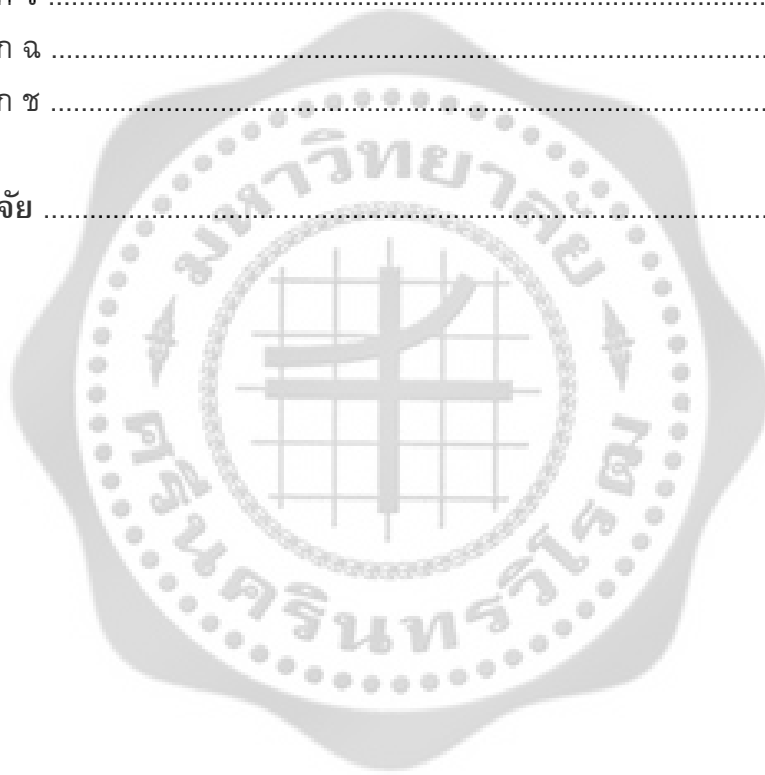
บทที่	หน้า
2 (ต่อ)	
องค์ประกอบและโครงสร้างของหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์	63
ทฤษฎีการเรียนรู้	67
การเรียนรู้ด้วยตนเอง	67
การสอนรายบุคคล	70
ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา	73
หลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์	75
หลักสูตรสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	75
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	80
รูปแบบการสอนและกิจกรรมสอนวิทยาศาสตร์	87
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำสื่ออิเล็กทรอนิกส์มาใช้ในการจัดการเรียน วิทยาศาสตร์	97
การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา	100
วงจรของการวิจัยและพัฒนา	100
ความแตกต่างของการวิจัยและพัฒนากับการวิจัยเชิงทดลอง	101
กระบวนการวิจัยและพัฒนาเชิงปฏิบัติ	102
การนำมาประยุกต์ใช้ในการผลิตสื่อ	104
3 วิธีดำเนินการวิจัย	106
กำหนดแหล่งข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย	106
แบบแผนการทดลอง	107
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	108
วิธีการดำเนินการวิจัย	116
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	119

สารบัญ

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	120
ตอนที่ 1 ผลพัฒนารูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	121
ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาและหาประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับ การเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด	135
ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของ นักเรียนที่เรียนจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด	146
ตอนที่ 4 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษา ตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด	147
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	151
สังเขปความมุ่งหมาย สมมติฐานและวิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้า	151
สรุปการวิจัย.....	153
อภิปรายผล	155
ข้อเสนอแนะ	158
ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้	158
ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป	158
บรรณานุกรม	160

สารบัญ

บทที่	หน้า
ภาคผนวก	173
ภาคผนวก ก	174
ภาคผนวก ข	181
ภาคผนวก ค	188
ภาคผนวก ง	191
ภาคผนวก จ	195
ภาคผนวก ฉ	215
ภาคผนวก ช	228
ประวัติย่อผู้วิจัย	231



บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 การเปรียบเทียบองค์ประกอบโครงสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับเด็กและผู้ใหญ่	27
2 การวิเคราะห์เครื่องมือสนับสนุนและควบคุมการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์	46
3 การเปรียบเทียบความแตกต่างทางคุณสมบัติของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์กับบทเรียนคอมพิวเตอร์	47
4 สรุปแนวทางในการประเมินหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษา	48
5 สรุปองค์ประกอบย่อยต่างๆ ของการจัดรูปแบบหนังสือวิชาวิทยาศาสตร์ในแต่ละส่วน	66
6 การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการเรียนรู้ด้วยตนเองกับการเรียนรู้จากครู	70
7 แบบแผนการทดลองแบบสุ่มกลุ่ม – สอบหลัง (One-Group Pretest-Posttest Design)	107
8 วิเคราะห์องค์ประกอบหนังสือเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	109
9 วิเคราะห์รูปแบบการนำเสนอเนื้อหาเกี่ยวกับขั้นตอนการสอนวิทยาศาสตร์	110
10 วิเคราะห์เครื่องมือสนับสนุนและควบคุมการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์	111
11 จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	115
12 ผลสรุปการประเมินรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา องค์ประกอบที่ 1 ด้านโครงสร้างของหนังสือเรียนที่สอดคล้องกับรูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E	122
13 ผลการประเมินรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น องค์ประกอบที่ 1 ด้านโครงสร้างของหนังสือเรียนที่สอดคล้องกับรูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ในส่วนนำ	123
14 ผลการประเมินรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น องค์ประกอบที่ 1 ด้านโครงสร้างของหนังสือเรียนที่สอดคล้องกับรูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ในส่วนหลัก ด้านความเหมาะสมของรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาส่วนนำเข้าสู่เนื้อหา	124
15 ผลการประเมินรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น องค์ประกอบที่ 1 ด้านโครงสร้างของหนังสือเรียนที่สอดคล้องกับรูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ในส่วนหลัก ด้านความเหมาะสมของรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาส่วนสำรวจข้อมูล	125

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
16 ผลการประเมินรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น องค์กรประกอบที่ 1 ด้านโครงสร้างของหนังสือเรียนที่สอดคล้องกับรูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ในส่วนหลัก ด้านความเหมาะสมของรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาส่วนอธิบาย	126
17 ผลการประเมินรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษา องค์กรประกอบที่ 1 ด้านโครงสร้างของหนังสือเรียนที่สอดคล้องกับรูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ในส่วนหลัก ด้านความเหมาะสมของรูปแบบการนำเสนอเนื้อหา ส่วนขยายความรู้	127
18 ผลการประเมินรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษา องค์กรประกอบที่ 1 ด้านโครงสร้างของหนังสือเรียนที่สอดคล้องกับรูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ในส่วนหลัก ด้านความเหมาะสมรูปแบบการวัดผลส่วนประเมินผล	128
19 ผลการประเมินรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษา องค์กรประกอบที่ 1 ด้านโครงสร้างของหนังสือเรียนที่สอดคล้องกับรูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ในส่วนหลัง	129
20 ผลสรุปการประเมินรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น องค์กรประกอบที่ 2 เครื่องมือสนับสนุนและควบคุมการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์	130
21 ผลการประเมินรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษา องค์กรประกอบที่ 2 เครื่องมือสนับสนุนและควบคุมการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ด้านความเหมาะสมของลักษณะและการจัดวางของเครื่องมือ	131
22 ผลการประเมินรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น องค์กรประกอบที่ 2 เครื่องมือสนับสนุนและควบคุมการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ด้านความเหมาะสมของเครื่องมือกลุ่มมุมมอง	132

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
23 ผลการประเมินรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น องค์ประกอบที่ 2 เครื่องมือสนับสนุน และควบคุมการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ด้านความเหมาะสมของการใช้เครื่องมือ ควบคุมการนำเสนอ	133
24 ผลการประเมินรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น องค์ประกอบที่ 2 เครื่องมือสนับสนุน และควบคุมการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ด้านความเหมาะสมของการใช้ เครื่องมือในการเข้าถึงข้อมูล	134
25 ผลการประเมินรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น องค์ประกอบที่ 2 เครื่องมือสนับสนุน และควบคุมการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ด้านความเหมาะสมของการใช้ เครื่องมืออื่นๆ	135
26 ผลการประเมินความเหมาะสมของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ด้านการออกแบบ	136
27 ผลการประเมินความเหมาะสมของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ด้านเครื่องมือและการควบคุม	137
28 ผลการประเมินความเหมาะสมของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ด้านการออกแบบด้านภาพและตารางประกอบหนังสือ	138
29 ผลการประเมินความเหมาะสมของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ด้านภาพเคลื่อนไหว	139
30 ผลการประเมินความเหมาะสมของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ด้านเนื้อหาและแบบทดสอบ	140
31 ผลการประเมินความเหมาะสมของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ด้านเนื้อหา	141

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
32 ผลการประเมินความเหมาะสมของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ด้านภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และตารางประกอบ	142
33 ผลการประเมินความเหมาะสมของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ด้านกิจกรรมการเรียนรู้	143
34 ผลการประเมินความเหมาะสมของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ด้านแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ	144
35 ผลการทดลองกลุ่มย่อยเพื่อหาแนวโน้มประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์	145
36 ผลการทดลองภาคสนามเพื่อหาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์	147
37 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด	152
38 ผลการประเมินความพึงพอใจในการเรียนของผู้เรียนจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด	147
39 ผลการประเมินความพึงพอใจในการเรียนของผู้เรียนจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ด้านการออกแบบ	148
40 ผลการประเมินความพึงพอใจในการเรียนของผู้เรียนจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด ด้านเนื้อหา	149
41 ผลการประเมินความพึงพอใจในการเรียนของผู้เรียนจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด ด้านเครื่องมือสนับสนุนและควบคุมการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์	150

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	10
2 โมเดลคำนิยามของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ภาพนิ่ง	21
3 โมเดลคำนิยามของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ภาพเคลื่อนไหว	22
4 โมเดลคำนิยามของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบมัลติมีเดีย	23
5 โครงสร้างตรรกะของหน้าจอ	24
6 ผังโครงสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบลำดับขั้น	25
7 ผังโครงสร้างองค์ประกอบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์	26
8 ผังลำดับการนำเสนอหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบเส้นตรง	28
9 ผังลำดับการนำเสนอหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบเชิงเส้นพร้อมทั้งเลือกได้	29
10 ผังลำดับการนำเสนอหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบลำดับขั้น	29
11 ผังลำดับการนำเสนอหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบการเชื่อมโยงแบบผสม	30
12 ขั้นตอนการออกแบบสื่อด้วยบุคลลากรทั้ง 3 ฝ่าย	36
13 โมเดลการผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์	37
14 ตัวอย่างธีมเนล	38
15 ตัวอย่างกริด	38
16 ตัวอย่างลักษณะเครื่องมือของบริษัท My Page Flip	40
17 ตัวอย่างลักษณะเครื่องมือ Thumbnails ของบริษัท Apitta Idea	40
18 ตัวอย่างลักษณะเครื่องมือของบริษัท 3D Page Flip ที่มีความสามารถปรับ มุมมองมิติแนวตั้ง	41
19 ตัวอย่างเครื่องมือ Search ของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ บริษัท Flipping Book	43
20 ตัวอย่างเครื่องมือ Background จากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ บริษัท Flash Page Flip	43
21 แสดงตัวอย่างลักษณะเครื่องมือ Share ของบริษัท Flip Snack	45
22 รูปแบบการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.	88
23 รูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์แบบวัฏจักรการเรียนรู้	89
24 รูปแบบผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท.	90
25 รูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น.	121

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ได้กำหนดเป้าหมายของการจัดการศึกษาว่า “การจัดการศึกษาต้องจัดให้บุคคลมีสิทธิและโอกาสเสมอกัน” (หมวด 2 มาตรา 10) โดยมีแนวทางการจัดการศึกษาที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนทุกคนต้องสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่า ผู้เรียนสำคัญที่สุด การจัดการศึกษาต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล และมีการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสม (กระทรวงศึกษาธิการ. 2542: 12) ซึ่งในปัจจุบันการปรับเปลี่ยนรูปแบบการเรียนและการสอนที่เน้นและให้ความสำคัญกับผู้เรียน โดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีเป็นไปในลักษณะของการเรียนรู้ ตลอดชีวิต (Long life education) ส่งผลต่อรูปแบบการจัดการศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของสื่อการเรียนการสอนที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในระบบการเรียนการสอนนั้น จึงต้องมีการปรับเปลี่ยนไป เพื่อให้สอดคล้องกับเป้าหมาย และแนวทางการจัดการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ

หนังสือเป็นสื่อการเรียนการสอนที่มีบทบาทสำคัญในการเรียนการสอนมาตั้งแต่สมัยโบราณ โดยเป็นสื่อที่สร้างขึ้นเพื่อให้เด็กใช้ในกระบวนการศึกษาเล่าเรียน (हत्य ตันหยง. 2528: 35) เป็นวัสดุการอ่านสำหรับผู้เรียนอย่างหนึ่ง เป็นศูนย์กลางให้ผู้เรียนที่มีความแตกต่างระหว่างบุคคลได้เรียนเรื่องเดียวกัน เพื่อความเข้าใจในเรื่องราวต่าง ๆ ไปในแนวเดียวกัน อันจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นสื่อที่ช่วยให้เด็กเรียนรู้และปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมและสังคมได้อย่างเหมาะสม หนังสือดีจะช่วยให้เด็กมีสติปัญญา เฉลียวฉลาด รอบรู้ และสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ง่าย อีกทั้งยังช่วยพัฒนาจิตใจและอารมณ์ของเด็กให้สามารถอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข (สุพร สุนทรนนท์. 2537: 13 – 14) และจากความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีสารสนเทศที่เชื่อมโยงข้อมูลข่าวสารจากทั่วทุกมุมโลก ให้หลอมรวมกันเป็นหนึ่งเดียวแบบไร้พรมแดน ที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงครั้งยิ่งใหญ่ต่อทุกวงการทั่วโลก รวมทั้งในวงการการศึกษา (ลัดดาวัลย์ เพชรโรจน์. 2539: 122) ซึ่งมีความพยายามในการที่จะนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน จึงทำให้เกิดรูปแบบต่าง ๆ ใหม่ขึ้นหลากหลาย โดยหนึ่งในรูปแบบดังกล่าวใช้การผสมผสานจากหนังสือที่เป็นรูปแบบปกติ หรือตำราเรียนเข้ากับคุณสมบัติของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ เปลี่ยนเป็นรูปแบบใหม่ของสื่อการเรียนการสอนที่เรียกว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Book) หรือ อีบุค (e-book) อันเป็นสื่อสำเร็จรูปยุคใหม่ ชนิดหนึ่งที่มีการจัดระบบการนำเสนอเนื้อหา และกิจกรรมการเรียนรู้เป็นอย่างดี ผู้อ่านสามารถอ่านและเรียนรู้เนื้อหาสาระในเล่มได้ตามความสนใจและความแตกต่างระหว่างบุคคล มีการเปิดโอกาสให้ผู้อ่านได้ฝึกทักษะหรือแบบฝึกหัด (จิระพันธ์ เดมะ. 2545: 2 – 3)

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์เป็นการพัฒนารูปแบบของสื่อหนังสือแบบเดิมให้หลุดพ้นจากข้อจำกัดที่เป็นสื่อทางเดียว มีลักษณะตายตัว (Sasson. 2003: Online) การค้นหาข้อมูลทำได้ไม่สะดวกนัก ใช้เวลาในการผลิตนานมาก เมื่อพิมพ์เสร็จอาจทำให้เนื้อหาบางอย่างล้าสมัยไป หากจะคิดแก้ไขปรับปรุง ต้องใช้เวลาและงบประมาณที่ค่อนข้างสูง ดังนั้นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์จึงจัดว่าเป็นนวัตกรรมทางการศึกษา ที่ได้รับความสนใจจากนักการศึกษาและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษา เนื่องจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เป็นสื่อที่มีการผสมสื่อหลายรูปแบบเข้าด้วยกัน อีกทั้งยังมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ ช่วยให้ผู้ใช้เรียนเกิดการเรียนรู้และเข้าใจเนื้อหาวิชาได้เร็วขึ้น (ยีน ภูววรรณ. 2538: 24) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ มีความสามารถในการเก็บข้อมูลได้จำนวนมาก มีลักษณะทางกายภาพที่แข็งแรงทนทาน หากมีการใช้และเก็บรักษาอย่างถูกวิธีจะคงสภาพอย่างนั้นไปอีกเป็นร้อยปี (Diana; & Heiden. 1994: 114) และหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ยังมีความสามารถในการเชื่อมโยงกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทำให้สามารถอ่านพร้อมๆ กันได้ครั้งละหลายๆ คน สามารถเผยแพร่ข้อมูลไปได้ไม่จำกัดระยะทาง มีความสามารถในการเชื่อมโยงไปสู่โฮมเพจ และเว็บไซต์ต่างๆ อย่างที่หนังสือปกติไม่สามารถทำได้ และที่สำคัญคือสนับสนุนการเรียนรู้ทั้งการศึกษารายบุคคลและรายกลุ่มเล็ก (Barker. 1996: 16) สามารถออกแบบให้สามารถใช้งานได้เหมาะสมกับรายกลุ่มใหญ่ และช่วยทุ่นเวลาในการสร้างสื่อของครู โดยไม่ต้องสร้างสื่อหลายประเภท เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ทุกรูปแบบ นอกจากนี้ยังสนับสนุนการเรียนการสอนแบบห้องเรียนเสมือน (Virtual Classroom) รูปแบบการเรียนผ่านเครือข่าย ซึ่งผู้เรียนอาจยังไม่จำเป็นต้องเข้าสู่ระบบเครือข่ายโดยตลอด สนับสนุนการจัดการความรู้ในลักษณะของห้องสมุดเสมือน (Virtual Library) และห้องสมุดอิเล็กทรอนิกส์ (Digital Library) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ช่วยเชื่อมโยงความรู้ที่เกี่ยวข้องกันให้อยู่ด้วยกันโดยคุณสมบัติของไฮเปอร์เท็กซ์ (Hypertext) การสืบค้นข้อมูลสามารถทำได้ง่ายด้วยคุณสมบัติของคอมพิวเตอร์ สะดวกต่อการปรับปรุงให้ทันสมัย (Update) สะดวกต่อการใช้และพกพา เนื่องจากสามารถเก็บไว้ในซีดีรอมได้ (ยีน ภูววรรณ. 2538: 27) คุณสมบัติด้านการเชื่อมโยงข้อมูลแบบไฮเปอร์เท็กซ์ของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์นั้น จะทำให้ง่ายต่อการค้นคว้าและสะดวกต่อการศึกษาทำความเข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับธรรมชาติส่วนใหญ่ของมนุษย์ที่ไม่ชอบคิดอะไรต่อเนื่องกันยาวๆ อยู่เพียงเรื่องเดียว (ครรรชิต มาลัยวงศ์. 2534: 16) และการอ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์นั้น สามารถที่จะขยายข้อความให้ชัดเจนได้ ซึ่งเป็นประโยชน์สำหรับผู้มีปัญหาทางสายตาช่วยลดค่าใช้จ่ายของผู้ผลิตเพราะสามารถจัดส่งผ่านระบบเครือข่ายได้ทันที และผู้ซื้อสามารถที่จะนำไปพิมพ์ได้เองตามความต้องการ ซึ่งสามารถช่วยประหยัดการใช้กระดาษ (Roger. 2004: Online)

ด้วยจุดเด่นของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นเป็นไปได้ว่าในอนาคต หนังสืออิเล็กทรอนิกส์จะได้รับความนิยมมากขึ้นเนื่องจากคอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์ในการอ่านอิเล็กทรอนิกส์สามารถพกพาได้สะดวก มีการสร้างข้อมูลด้วยการพิมพ์ที่ง่ายรวดเร็ว ต้นทุนต่ำและทำการเผยแพร่ได้ง่าย (สำนักคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2543: Online http://www.ku.ac.th/magazine_online/ebook.html) และในการนำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์อิเล็กทรอนิกส์ มาใช้ในการเรียนการสอนเป็นแนวทางการจัดการเรียนการสอน ที่สอดคล้องกับแนวทางการจัดการศึกษา ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียน สามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ สอดคล้องกับความถนัด และความสนใจของผู้เรียนแต่ละบุคคลส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้ที่รักการอ่าน และเกิดความใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง

รวมทั้งเป็นการนำเทคโนโลยีการศึกษาเข้ามาช่วยในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอน ช่วยให้ผู้เรียนมีโอกาสได้รับการพัฒนาขีดความสามารถในการใช้เทคโนโลยีการศึกษา อันเป็นการฝึกทักษะที่จะสามารถใช้เทคโนโลยีในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ได้อย่างต่อเนื่องและตลอดชีวิต (กระทรวงศึกษาธิการ. 2542: 12)

สำหรับประเทศไทยนั้น มีการผลักดันและสนับสนุนให้มีการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เพื่อรองรับรูปแบบของห้องสมุดอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการให้บริการนักเรียน นักศึกษา และประชาชนทั่วไปทุกเขตพื้นที่การศึกษา โดยกำหนดไว้ในแผนแม่บทเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: Online) ทำให้เกิดการตื่นตัวในการผลิตและพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์อย่างแพร่หลาย ซึ่งสิ่งที่สำคัญประการหนึ่งของการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษา นั้นจะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบทางด้านความสามารถในการให้ประโยชน์อย่างเต็มที่ทางด้านการศึกษา เช่น ความสมบูรณ์ของเนื้อหา ขอบเขต การจูงใจ ประเภทของกิจกรรม การควบคุมในการศึกษา และด้านการออกแบบหน้าจอสำหรับผู้ใช้งาน เช่น ความสวยงาม ความสอดคล้อง เป็นต้น (Diaz. 2003: Online) และในเบื้องต้นจากการสำรวจรูปแบบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทย ผ่านทางระบบเครือข่ายโดยการค้นหาข้อมูลจากเว็บไซต์กูเกิล (www.google.com) และจากฐานข้อมูลออนไลน์ของห้องสมุดในหน่วยงานด้านการศึกษาต่างๆ พบว่ารูปแบบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ทำการพัฒนาขึ้นส่วนใหญ่ เป็นไฟล์เอกสารประเภท PDF (Portable Document File) ที่มีลักษณะที่มีการออกแบบไม่ครบตามองค์ประกอบของความเป็นหนังสือ และไม่มี การใช้คุณสมบัติเด่นของความเป็นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มาใช้ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ เช่น การใช้ไฮเปอร์เท็กซ์ ในการเชื่อมโยงข้อมูลภายใน (Internal link) และเชื่อมโยงไปสู่แหล่งข้อมูลภายนอก (External link) มีการนำมัลติมีเดียมาช่วยในการออกแบบน้อยทำให้ขาดความน่าสนใจ รวมไปถึงยังไม่มีรูปแบบของกิจกรรมในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เพื่อขยายความเข้าใจในการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยในต่างประเทศที่พบปัญหาการผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เพื่อการเรียนรู้ส่วนใหญ่ขาดการออกแบบในการนำเสนอที่จูงให้ผู้เรียนเกิดความต้องการเรียนรู้ รวมทั้งขาดกิจกรรมที่จะส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ (Norshuhada; et al. 2003: Online)

ในปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันว่า ศาสตร์ที่มีความสำคัญต่อความเจริญก้าวหน้า คือ วิทยาศาสตร์ เพราะวิทยาศาสตร์เป็นรากฐานสำคัญของการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศชาติ ทุกคนในสังคมจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้มีความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะได้นำความรู้ และทักษะนั้นไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ มีคุณธรรม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2545: 1 – 2) ดังนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนสำหรับกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ จึงเป็นกระบวนการที่ต้องเน้นให้นักเรียนเป็นผู้คิด ลงมือปฏิบัติ รวมทั้งการศึกษาค้นคว้าด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย เพื่อพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารความรู้ และแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์ได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546ก: 216 – 228) และจากรายงานสภาวะการศึกษาไทย ปี 2549 / 2550 ที่กล่าวถึงปัญหาการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ว่า ประเทศไทยประสบปัญหาขาดแคลนอาจารย์สาขาวิทยาศาสตร์ มีตำราเรียนและสื่อไม่ทันสมัยไม่ตอบสนองต่อสมองที่ต้องการสื่อที่มีสีสัน เข้าใจง่ายเชื่อมโยงอย่างเป็นระบบ ทั้งประเทศมีห้องทดลองและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์น้อย

(สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2550ก: 147) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการสังเคราะห์สภาวะการณ์ และปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพการศึกษาไทยที่กล่าวว่า ครูไม่ได้รับการสนับสนุนสื่อการสอนที่ทันสมัย สื่อและหนังสือมีการพัฒนาและเปลี่ยนแปลงช้าและมุ่งเพียงแต่เนื้อหามากกว่าจะทำให้เกิดกระบวนการคิด (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2550ข: 68) และจากผลการประเมินวิชาวิทยาศาสตร์ในโครงการ ประเมินผลนานาชาติ (PISA – 2003) ที่พบว่า ผลการประเมินวิชาวิทยาศาสตร์ประเทศไทยได้คะแนน 429 คะแนน อยู่ในระดับต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD (Organization for Economic Co-operation and Development) ในขณะที่ประเทศที่อยู่ในภูมิภาคเดียวกัน คือ ฮองกง เกาหลี และญี่ปุ่น ต่างได้คะแนน สูงกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2550ข: 49 – 50) และสอดคล้องกับ การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับประเทศ (NT) พ.ศ. 2549 ที่พบว่า คะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนค่อนข้างต่ำ จากข้อมูลดังกล่าวนี้ สะท้อนให้เห็นถึงคุณภาพการจัดการเรียนรู้ในกลุ่มสาระ วิทยาศาสตร์ ที่จะต้องมีการปรับปรุงและพัฒนาทั้งสื่อที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนรู้ และรูปแบบการเรียน การสอนที่เหมาะสม เพื่อช่วยให้การจัดการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพมากขึ้นต่อไป

ดังนั้นจากปัญหาทางด้านการออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เพื่อใช้ในการศึกษาและปัญหา การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะทำการพัฒนารูปแบบหนังสือ อิเล็กทรอนิกส์ที่เหมาะสมสำหรับการจัดการเรียนรู้อย่างแท้จริงในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษา ตอนต้นขึ้น เพื่อใช้เป็นต้นแบบในการออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เพื่อสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ การศึกษาในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ และทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้รับประโยชน์ สูงสุด ตอบสนองต่อเป้าหมายของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มีความมุ่งหมาย ดังนี้

1. เพื่อพัฒนารูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
2. เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียน จากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจในการเรียนของนักเรียนโดยใช้หนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์ที่เรียน ผ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด

ความสำคัญของการวิจัย

ผลการวิจัยในครั้งนี้ ทำให้ได้รูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่จะเป็นต้นแบบสื่อการเรียนในรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งตอบสนองและสอดคล้องกับแนวทางการจัดการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และใช้สำหรับเป็นแนวทางในการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการจัดการเรียนในกลุ่มสาระอื่นๆ ต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษานี้ได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยไว้ดังนี้

1. ในการศึกษาครั้งนี้ มุ่งศึกษาและพัฒนาในรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนการสอน (Instructional e-book) ที่นำเสนอผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal Computer) หรือเครื่องคอมพิวเตอร์แบบกระเป๋าหิ้ว (Notebook Computer) โดยไม่ครอบคลุมถึงอุปกรณ์สำหรับการอ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบอื่นๆ

2. ในการศึกษาครั้งนี้ มุ่งศึกษารูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษา ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบหลักที่สำคัญ 2 ข้อ ได้แก่

2.1 องค์ประกอบด้านโครงสร้างของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่สอดคล้องกับการรูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆ คือ 1) ส่วนหน้า (Front Section) ที่ประกอบไปด้วย ปกหน้า (Cover) หน้าปกใน (Title Page) หน้าคำนำ (Preface) หน้าแนะนำการใช้ (User Guide Page) สารบัญ (Table of Content) และ บทนำ (Introduction) 2) ส่วนหลัก (Main Section) ที่ประกอบไปด้วย ส่วนนำเข้าสู่เนื้อหา (Engagement) ส่วนสำรวจข้อมูล (Exploration) ส่วนการอธิบาย (Explanation) ส่วนขยายความรู้ (Elaboration) และ ส่วนการประเมินผล (Evaluation) และ 3) ส่วนท้ายเล่ม (Back Section) ที่ประกอบไปด้วย บรรณานุกรม (Bibliography) และ ปกหลัง (Back Cover)

2.2 องค์ประกอบด้านเครื่องมือสนับสนุนและควบคุมการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เพื่อให้จะทำให้ผู้เรียนสามารถศึกษาค้นคว้าได้สะดวก ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วนหลักๆ คือ 1) มุมมองและกลุ่มเครื่องมือเกี่ยวกับมุมมองภาพ ที่ประกอบไปด้วย มุมมองปกติ และ เครื่องมือเกี่ยวกับการปรับขนาดมุมมอง และ 2) กลุ่มเครื่องมือเกี่ยวกับการควบคุมและการเข้าถึงข้อมูล ที่ประกอบไปด้วย เครื่องมือเกี่ยวกับการควบคุมการนำเสนอของหน้าหนังสือ เครื่องมือเกี่ยวกับการเข้าถึงข้อมูลที่ต้องการ และ 3) กลุ่มเครื่องมืออื่นๆ ได้แก่ เครื่องมือเกี่ยวกับเสียง เครื่องมือเกี่ยวกับการสังพิมพ์ และเครื่องมือช่วยค้นหา

3. แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่

3.1 แหล่งข้อมูลสำหรับการพัฒนารูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 ท่าน แบ่งเป็น

3.1.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา เป็นผู้มีความรู้การศึกษาในสาขาเทคโนโลยี การศึกษาระดับปริญญาเอก ที่มีประสบการณ์ในการสอนในสถาบันอุดมศึกษาและเกี่ยวข้องกับการศึกษา ไม่น้อยกว่า 3 ปี หรือระดับปริญญาโท ที่มีประสบการณ์ในการสอนในสถาบันอุดมศึกษาและเกี่ยวข้องกับการศึกษาไม่น้อยกว่า 10 ปี จำนวน 4 ท่าน

3.1.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ เป็นผู้มีความรู้การศึกษาในการสอน วิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาเอกที่มีประสบการณ์ในการสอนในสถาบันอุดมศึกษา และเกี่ยวข้องกับการศึกษา ไม่น้อยกว่า 3 ปี หรือระดับปริญญาโท ที่มีประสบการณ์ในการสอนในสถาบันอุดมศึกษาและเกี่ยวข้องกับการศึกษาไม่น้อยกว่า 10 ปี จำนวน 3 ท่าน

3.2 แหล่งข้อมูลสำหรับการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการ เรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ได้แก่

3.2.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 ของโรงเรียนในเขตจังหวัดปทุมธานี

3.2.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนปทุมวิไล ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ประจำปีการศึกษา 2554 ที่ยังไม่ได้ผ่านการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด จำนวน 51 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง

3.3 แหล่งข้อมูลสำหรับเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของการเรียน ผ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ได้แก่

3.3.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ของโรงเรียนในเขตจังหวัดปทุมธานี ที่ยังไม่ได้ผ่านการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด

3.3.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนโรงเรียน ผ่องสุวรรณวิทยา ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ประจำปีการศึกษา 2555 ที่ยังไม่ได้ผ่านการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด จำนวน 32 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง

3.4 แหล่งข้อมูลสำหรับศึกษาความพึงพอใจในการเรียนของนักเรียนที่เรียนผ่านหนังสือ อิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ได้แก่

3.4.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ของโรงเรียนในเขตจังหวัดปทุมธานี ที่ยังไม่ได้ผ่านการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบ หมุนเวียนเลือด

3.4.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังเรียน จำนวน 32 คน

4. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ คือ

4.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ รูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

4.2 ตัวแปรส่งผ่าน ได้แก่ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด

4.3 ตัวแปรตาม ได้แก่

4.3.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนผ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

4.3.2 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนผ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

5. เนื้อหาที่นำมาใช้ในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ที่ประกอบด้วยเนื้อหา 4 เรื่องสำคัญ ได้แก่ 1) ส่วนประกอบและหน้าที่เลือด 2) ส่วนประกอบและหน้าที่ของหัวใจ 3) หลอดเลือดและระบบไหลเวียนเลือด 4) ความดันเลือด

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น หมายถึง หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีรูปแบบของการจัดเก็บเนื้อหาเป็นชุดข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีการนำเสนอข้อมูลด้วยตัวอักษร ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง การมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive) และการเชื่อมโยงข้อมูล โดยอาศัยลักษณะโครงสร้างพื้นฐานของหนังสือเรียนแบบปกดีเป็นหลัก ซึ่งพัฒนาขึ้นมาเพื่อนำเสนอความรู้ในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ให้แก่ผู้เรียน โดยทำการออกแบบองค์ประกอบต่างๆ รวมทั้งกิจกรรมภายในหนังสือให้เหมาะสมกับการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ แบบ 5E

2. รูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น หมายถึง การออกแบบองค์ประกอบสำคัญของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่สามารถทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในเนื้อหาได้มากที่สุด ซึ่งองค์ประกอบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้นมีองค์ประกอบสำคัญ 2 ข้อ คือ

2.1 องค์ประกอบด้านโครงสร้างของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง การออกแบบด้านโครงสร้าง ที่ประกอบไปด้วย ส่วนหน้า ส่วนหลัก และส่วนท้ายของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ โดยมีการนำเสนอเนื้อหาและกิจกรรมภายในหนังสือให้สอดคล้องกับรูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์

2.2 องค์ประกอบด้านเครื่องมือสนับสนุนและควบคุมการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง การออกแบบเครื่องมือสนับสนุนและควบคุม ที่ประกอบไปด้วย เครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับมุมมอง และการปรับมุมมองภาพ กลุ่มเครื่องมือเกี่ยวกับการควบคุมและการเข้าถึงข้อมูล ของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ และกลุ่มเครื่องมือสนับสนุนอื่นๆ ที่จะอำนวยความสะดวกในการอ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนของนักเรียนหลังจากที่ได้ผ่านกระบวนการเรียนรู้โดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งวัดจากคะแนนในการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

4. ความพึงพอใจในการเรียน หมายถึง ความรู้สึกของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนผ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งวัดจากแบบสอบถามความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5. ประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ค่าคะแนนของผู้เรียนที่คิดเป็นร้อยละ จากการที่ผู้เรียนได้เรียนผ่านกระบวนการที่จัดไว้ให้ในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด โดยใช้เกณฑ์ 80/80 คือ

80 ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ให้ในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ โดยคิดจากคะแนนเฉลี่ยของจำนวนคำตอบที่ผู้เรียนตอบถูกต้องจากการทำแบบฝึกหัดระหว่าง ผ่านการเรียนเนื้อหาจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในแต่ละบท โดยคิดเป็นร้อยละ 80 ขึ้นไป

80 ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ โดยคิดจากค่าคะแนนเฉลี่ยของจำนวนคำตอบที่ผู้เรียนตอบถูกต้อง จากการทำแบบทดสอบหลังจากที่ผู้เรียนได้ทำการศึกษาจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ครบทุกบท โดยคิดเป็นร้อยละ 80 ขึ้นไป

6. การเรียนวิทยาศาสตร์ผ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง กระบวนการศึกษาค้นคว้า และทำกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้เรียน ในวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผ่านทางหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

สมมติฐานการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนา รูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานไว้ ดังนี้

1. รูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากขึ้นไป

2. นักเรียนที่เรียนจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

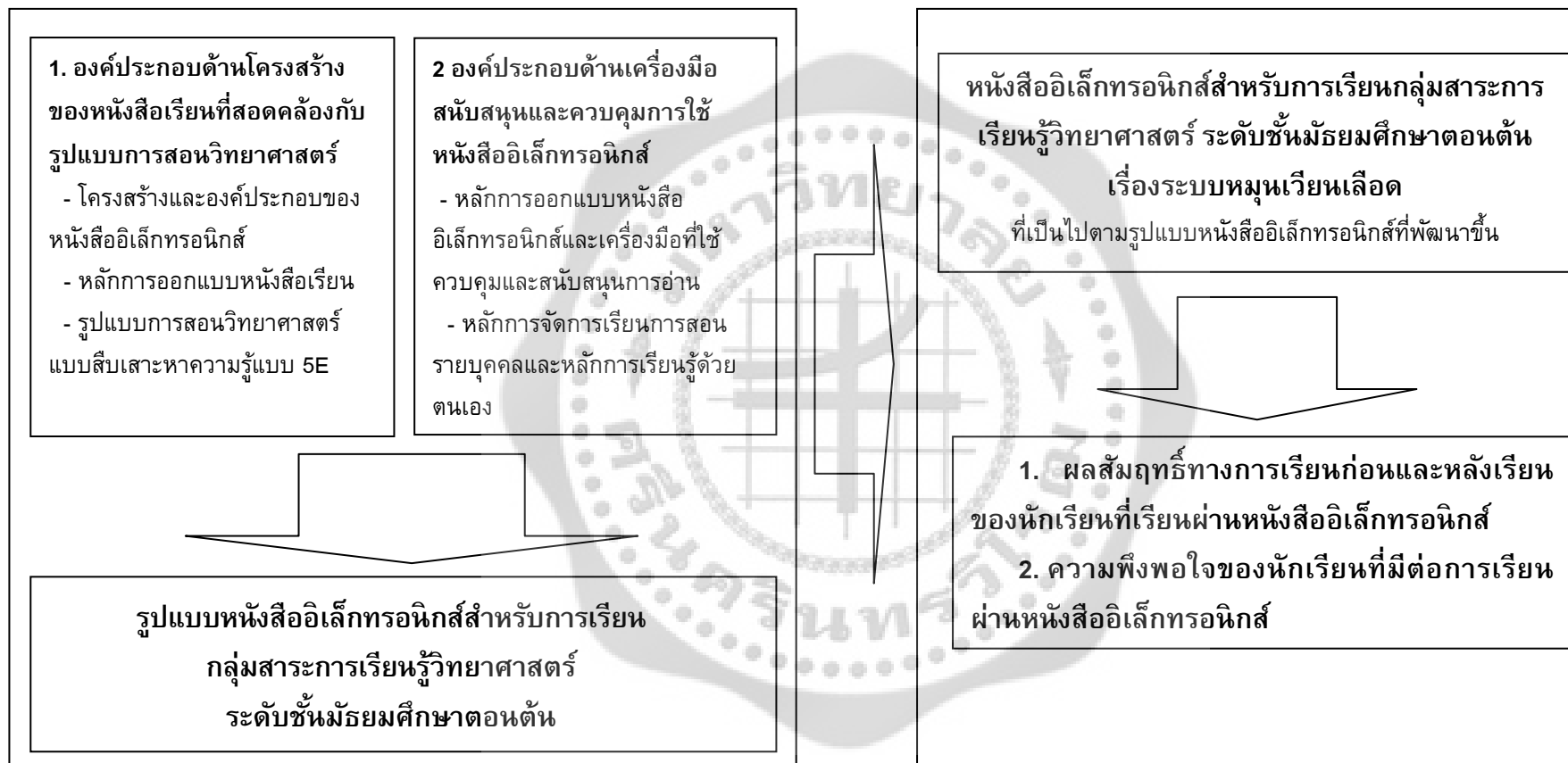
กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า การศึกษาโครงสร้าง องค์ประกอบ และ เครื่องมือสนับสนุนการอ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ หลักการออกแบบองค์ประกอบของหนังสือเรียน รูปแบบ การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E หลักการเรียนการสอนรายบุคคล หลักการเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นข้อมูลที่สำคัญในการพัฒนารูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระ

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ประกอบไปด้วย 1) องค์ประกอบด้านโครงสร้างของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่สอดคล้องกับรูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์ และ 2) องค์ประกอบด้านเครื่องมือสนับสนุน และความคุ้มค่าการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเป็นตัวแปรต้น ในการนำมาพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด และนำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน และศึกษาความพึงพอใจในการเรียนผ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ โดยมีกรอบแนวคิดในการวิจัยดังต่อไปนี้



กรอบแนวคิดในการพัฒนารูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนารูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์
 - 1.1 ความหมายของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์
 - 1.2 ความเป็นมาของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์
 - 1.3 ประโยชน์ของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์
 - 1.4 ประเภทของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์
 - 1.5 โครงสร้างของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์
 - 1.6 ลำดับการนำเสนอของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์
 - 1.7 การออกแบบและการผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์
 - 1.8 เครื่องมือสนับสนุนและควบคุมการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์
 - 1.9 ความแตกต่างระหว่างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์กับบทเรียนคอมพิวเตอร์
 - 1.10 การประเมินหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา
 - 1.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. หนังสือเรียน
 - 2.1 ความหมายของหนังสือเรียน
 - 2.2 ความมุ่งหมายของการผลิตหนังสือเรียน
 - 2.3 ประโยชน์ของหนังสือเรียน
 - 2.4 คุณลักษณะของหนังสือเรียน
 - 2.5 การตรวจประเมินคุณภาพของหนังสือ
 - 2.6 คุณสมบัติของหนังสือเรียนที่ดี
 - 2.7 โครงสร้างของหนังสือเรียน
 - 2.8 องค์ประกอบและโครงสร้างของหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์
3. ทฤษฎีการเรียนรู้
 - 3.1 การเรียนรู้ด้วยตนเอง
 - 3.2 การสอนรายบุคคล
 - 3.3 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา
4. หลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์
 - 4.1 หลักสูตรสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 4.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

- 4.3 รูปแบบการสอนและกิจกรรมสอนวิทยาศาสตร์
- 4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำสื่ออิเล็กทรอนิกส์มาใช้ในการจัดการเรียนวิทยาศาสตร์
- 5. การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา
 - 5.1 วงจรของการวิจัยและพัฒนา
 - 5.2 ความแตกต่างของการวิจัยและพัฒนากับการวิจัยเชิงทดลอง
 - 5.3 กระบวนการวิจัยและพัฒนาเชิงปฏิบัติ

1. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์

1.1 ความหมายของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Book)

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ มีผู้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

กลุ่มพัฒนาสื่อเทคโนโลยี ศูนย์พัฒนาหนังสือ สำนักเทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2546: Online) ได้ให้ความหมายว่า หมายถึง หนังสือหรือเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ที่ผู้อ่านสามารถอ่านผ่านทางอินเทอร์เน็ต หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พกพาอื่นๆ ได้ โดยมีเนื้อหาที่ถูกจัดแปลงอยู่ในรูปแบบที่สามารถแสดงผลออกมาได้ โดยใช้เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ มีลักษณะการนำเสนอที่สอดคล้องและคล้ายคลึงกับการอ่านหนังสือทั่วไป และมีลักษณะพิเศษ คือ สะดวกและรวดเร็วในการค้นหา และผู้อ่านสามารถอ่าน พร้อมๆ กันได้ โดยไม่ต้องรอให้อีกฝ่ายส่งคืนห้องสมุดเช่นเดียวกับหนังสือทั่วไป

ไพฑูริย์ ศรีฟ้า (2550: Online) ให้ความหมายของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ไว้ว่า หมายถึง หนังสือที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีลักษณะเป็นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ เป็นแฟ้มข้อมูลคอมพิวเตอร์ที่สามารถอ่านเอกสารผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ ทั้งในระบบออฟไลน์และออนไลน์ได้ มีคุณลักษณะสามารถเชื่อมโยงจุดไปยังส่วนต่างๆ ของหนังสือ เว็บไซต์ต่างๆ ตลอดจนมีปฏิสัมพันธ์และโต้ตอบกับผู้เรียน สามารถแทรกภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว แบบทดสอบ และสามารถสั่งพิมพ์เอกสารที่ต้องการออกทางเครื่องพิมพ์ได้ อีกทั้งยังสามารถปรับปรุงข้อมูลให้ทันสมัยได้ตลอดเวลา

ครรชิต มาลัยวงศ์ (2540: 175) ได้ให้ความหมายเอาไว้ว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง รูปแบบของการจัดเก็บและนำเสนอข้อมูลที่หลากหลายรูปแบบ ทั้งที่เป็นข้อความ ตัวเลข ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว โดยใช้วิธีการเก็บในลักษณะพิเศษนั้นคือ ในแฟ้มข้อมูลหนึ่งอาจสามารถเรียกดูแฟ้มข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องได้ทันที โดยข้อมูลนั้นอาจอยู่ในแฟ้มเดียวกันหรือแฟ้มอื่นๆ ก็ได้

จิระพันธ์ เตมะ (2545: 2) ได้ให้ความหมายไว้ว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เป็นสื่อสำเร็จรูปยุคใหม่ชนิดหนึ่งที่มีการจัดระบบการนำเสนอเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้เป็นอย่างดี ผู้อ่านสามารถอ่านและเรียนรู้เนื้อหาสาระในเล่มได้ตามความสนใจ และความแตกต่างระหว่างบุคคล มีการเปิดโอกาสให้ผู้อ่านได้ฝึกทักษะหรือแบบฝึกหัด หรือข้อคำถามสำหรับผู้อ่าน ซึ่งผู้อ่านสามารถตรวจสอบความรู้ความเข้าใจด้วยตนเองจากโปรแกรมที่มีในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ได้ เป็นต้น

พงษ์ระพี เตชพาหพงษ์ (2540: 16) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง รูปแบบการนำเสนอข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ต ในลักษณะคล้ายหน้ากระดาษอิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถนำเสนอได้ ทั้งข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียงต่างๆ และมีความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งที่ สัมพันธ์กันของเนื้อหาในแต่ละหน้า แต่ละไฟล์เข้าด้วยกัน ทำให้ผู้ใช้สามารถค้นหาข้อมูลที่ต้องการ ได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

นอร์ซุฮาตา และคนอื่นๆ (Norshuhada; et al. 2003: Online) ให้ความหมายของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ว่า เป็นการปรับเปลี่ยนจากรูปแบบหนังสือแบบกระดาษดั้งเดิมไปสู่การเป็นหนังสือในรูปแบบดิจิทัล ที่สามารถอ่านได้จากหน้าจอคอมพิวเตอร์ ที่มีการรวมเข้าไปสู่การมีลักษณะเป็นมัลติมีเดีย และข้อความเพื่อการเชื่อมโยงมากขึ้น และสามารถที่จะทำในลักษณะของการนำเสนอผ่านระบบเครือข่ายได้ รวมทั้งสามารถนำมาอ่านกับอุปกรณ์ที่สร้างมาเพื่อการอ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบต่างๆ ด้วยการ Download จากคอมพิวเตอร์ และในที่นี้อาจให้ความหมาย ในลักษณะที่แตกต่างกัน คือ 1) สารสนเทศดิจิทัลใดๆ ตั้งแต่ซีดีรอมไปจนถึงฐานข้อมูลที่มีปฏิสัมพันธ์แบบออนไลน์หรือกลุ่มของเว็บเพจ 2) กลุ่มของข้อมูลข่าวสารแบบอิเล็กทรอนิกส์ที่มีปฏิสัมพันธ์ ซึ่งแสดงลักษณะ และคุณสมบัติของหนังสือทั่วไป 3) สภาพแวดล้อมในการเรียนที่มีโปรแกรมประยุกต์ ซึ่งมีฐานข้อมูลมัลติมีเดียของทรัพยากรการเรียนรู้ ที่เก็บการนำเสนอมัลติมีเดียที่ทำได้ก่อนแล้วเกี่ยวกับประเด็นต่างๆ ในหนังสือ

เดอะ อเมริกันเฮอริเทจ ดิกชันนารี (The American Heritage Dictionaries. 2007: Online) ให้ความหมายของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ไว้ว่า เป็นรูปแบบของหนังสือที่จัดทำไว้ในรูปแบบดิจิทัล ซึ่งหมายถึง เป็นรูปแบบที่เป็นลักษณะของหนังสือส่วนบุคคลในรูปแบบดิจิทัล หรือเป็นอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ที่ใช้เพื่ออ่านหนังสือในรูปแบบดิจิทัล

กยูวี และคนอื่นๆ (Kyu; et al. 2001: Online) ได้ให้ความหมายไว้ว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง หนังสือที่ถูกปรับเปลี่ยนจากลักษณะกระดาษ ไปสู่แบบดิจิทัล ซึ่งมีกระบวนการส่งผ่าน เคลื่อนย้ายได้ง่ายขึ้น สามารถที่จะสื่อสารในลักษณะมัลติมีเดียได้อย่างดี มีประสิทธิภาพ โดยมีลักษณะการนำเสนอผ่านหน้าจอที่หลากหลาย เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม ในการอ่าน และง่ายต่อการจัดการ เนื่องจากมีรูปแบบการจัดเก็บที่มีประสิทธิภาพและคงทน

สเตท ออฟ วอชิงตัน (State of Washington. 2007: Online) ให้ความหมายว่า ข้อมูลหรือกราฟิกที่ถูกจัดการในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์หรือบทเรียนคอมพิวเตอร์หรือบทเรียนและทำขึ้นโดยผ่านคอมพิวเตอร์

แอมะซอน ดอท คอม (amazon.com. 2007: Online) ให้ความหมายว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์เป็นการย่อขนาดของ "หนังสืออิเล็กทรอนิกส์" ซึ่งหลายผู้จัดพิมพ์ได้ให้ความสนใจในเรื่องความง่ายของแฟ้มข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถสำเนาได้

เครสเซนซี และ อินโนเซนติ (Crescenzi; & Innocenti. 2003: Online) ให้ความหมายว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตร เป็นรูปแบบหนึ่งของการเรียนที่ประกอบด้วย ชุดของเอกสารที่หลากหลายซึ่งสามารถที่จะโยงไปสู่ส่วนของการมีปฏิสัมพันธ์และมัลติมีเดีย

ดังนั้นจากความหมายดังกล่าวจึงสรุปได้ว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์เป็นรูปแบบของหนังสือที่อยู่ในรูปของชุดข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ โดยการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลเหล่านั้นให้อยู่ในรูปแบบ

การนำเสนอที่เป็นตัวอักษร ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง การมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive) และการเชื่อมโยงข้อมูล ที่สามารถที่จะทำในลักษณะของการนำเสนอผ่านระบบเครือข่าย และสามารถนำมาอ่านกับอุปกรณ์ที่สร้างมาเพื่อการอ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบต่างๆ ได้

1.2 ความเป็นมาของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

ในช่วงเริ่มต้นของการปรับเปลี่ยนรูปแบบการจัดเก็บข้อมูลจากหนังสือปกติไปเป็นข้อมูลแบบอิเล็กทรอนิกส์นั้น กระทำโดยใช้วิธีการสแกน (Scan) เพื่อให้ได้ข้อมูลเป็นแฟ้มภาพขึ้นมาใหม่ในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ จากนั้นทำการแปลงแฟ้มภาพเหล่านั้นเป็นข้อความ (Text) ด้วยกระบวนการ OCR (Optical Character Recognition) (ไพฑูริย์ ศรีฟ้า. 2550: online) และสร้างเป็นรูปแบบข้อความแบบ ASCII ซึ่งรูปแบบ ASCII ยังไม่ดึงดูดใจในการอ่าน และไม่สามารถที่จะนำข้อมูลในลักษณะกราฟิกได้ และจากกระบวนการพัฒนาของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ที่เริ่มมีการป้อนข้อมูลในระยะต่อมา โดยมีการส่งผ่านข้อมูลเพื่อการประมวลผลผ่านแป้นพิมพ์ และออกมาเป็นตัวอักษร หรือข้อความในลักษณะที่เป็นไฟล์ (File) ข้อมูล จึงทำให้เกิดการพัฒนาในรูปแบบของไฟล์จัดเก็บข้อมูลที่หลากหลายขึ้น เช่น ไฟล์ในประเภท .doc, .txt, .rtf เป็นต้น

ในปี ค.ศ. 1971 ไมเคิล ฮาร์ท (Michael Hart) ได้ทำการสร้างนวัตกรรมเกี่ยวกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ขึ้นมาเป็นครั้งแรก โดยจัดทำเป็นห้องสมุดหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สาธารณะ (Public Library of Digital Books) ซึ่งโครงการกูเตนเบิร์ก แห่งมหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ (Project Gutenberg of Illinois University) ต่อมาในปี ค.ศ. 1981 หนังสืออิเล็กทรอนิกส์เล่มแรกเพื่อวัตถุประสงค์ทางการค้าก็ถูกเปิดตัวสู่ตลาด ซึ่งเป็นพจนานุกรม (Dictionary) ที่ผลิตโดย Random House (www.myebookdesign.com) และเมื่อมีการพัฒนาภาษา HTML (Hypertext Markup Language) ข้อมูลต่างๆ ก็จะถูกออกแบบและตกแต่งในรูปของเว็บไซต์ โดยในแต่ละหน้าของเว็บไซต์เราเรียกว่า Web Page โดยสามารถเปิดดูเอกสารเหล่านั้นได้ด้วยเว็บเบราว์เซอร์ (web Browser) ซึ่งเป็นโปรแกรมประยุกต์ที่สามารถแสดงผลข้อความ ภาพ และการปฏิสัมพันธ์ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จึงทำให้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ได้รับความนิยมในวงกว้าง

ในปี ค.ศ. 1998 มีการจัดงาน e-book Fair ครั้งแรกที่ แมรี่แลนด์ (Maryland) ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งทำให้เกิดการสร้างมาตรฐานของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รูปแบบที่เป็นมาตรฐานของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ขึ้น และในปีถัดมาจึงได้ข้อสรุปว่า HTML และ XML เป็นมาตรฐานของ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ และต่อมาเมื่ออินเทอร์เน็ตได้รับความนิยมมากขึ้น บริษัทไมโครซอฟต์ (Microsoft) ได้ผลิตเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ขึ้นมา เพื่อคอยแนะนำในรูปแบบ HTML Help ขึ้นมา มีรูปแบบของไฟล์เป็น .CHM โดยมีตัวอ่านคือ Microsoft Reader (.LIT) และหลังจากนั้น ก็เริ่มมีหลายบริษัทให้ความสนใจที่จะพัฒนาทั้งเครื่องอ่านและโปรแกรม สำหรับอ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มากขึ้น จนกระทั่งมีความสามารถผลิตออกมาเป็นลักษณะเหมือนกับหนังสือทั่วไป รวมทั้งมีการเพิ่มเติมคุณลักษณะเด่นของความเป็นสื่ออิเล็กทรอนิกส์จนทำให้เกิดการใช้สื่อประเภทนี้ อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน

จากความเป็นมาดังกล่าวจึงสรุปได้ว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์นั้นมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบมา เพื่อให้เกิดการปรับปรุงลักษณะของสิ่งพิมพ์ให้อยู่ในรูปของสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ตามเทคโนโลยีที่ได้เจริญก้าวหน้าขึ้นมาอย่างรวดเร็ว โดยมีการปรับปรุงคุณสมบัติของไฟล์ต่างๆ ให้มีมากขึ้น และให้ผู้ใช้งานสามารถนำมาใช้ได้ง่ายและมีประสิทธิภาพ

1.3 ประโยชน์ของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา

การนำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มาใช้ในการเรียนการสอน มีการพัฒนามาจากหนังสือแบบสิ่งพิมพ์ โดยการนำลักษณะของเทคโนโลยีไฮเปอร์เทกซ์มาช่วยในการจัดการนำเสนอเนื้อหา ให้สามารถเชื่อมโยงไปสู่อีกส่วนของเนื้อหาได้อย่างง่าย ซึ่งเทคโนโลยีนี้จะสามารถที่จะสนับสนุนการเรียนการสอนได้ทุกรูปแบบทั้งการเรียนการสอนทางไกล การเรียนการสอนรายบุคคล รวมถึงการเรียนแบบร่วมมือในการเรียนการสอนทางไกล (Barker. 1996: 16) และหนังสืออิเล็กทรอนิกส์จะมีความทันสมัย และมีลักษณะที่เด่นเหมาะกับการนำมาใช้สนับสนุนทางการเรียนการสอนได้นั้น สิ่งที่สำคัญที่สุดก็คือ เรื่องของการออกแบบและการจัดการระบบให้เหมาะสม(ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2534: 3; เอี่ยม ฉายางาม. 2531: 28 – 29)

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2531: 36) กล่าวว่า หากครูผู้สอนยังคงสอนด้วยวิธีการเดิมๆ โดยไม่ตื่นตัวที่จะปรับปรุงวิธีสอนของตนด้วยการนำเอาเทคโนโลยีทางการศึกษามาใช้อย่างเหมาะสมแล้ว ก็จะเป็นอุปสรรคต่อการพัฒนากำลังคนเป็นอย่างยิ่ง ดังที่ ภราดรประทีป ม. โกมลมาศ (ชูศักดิ์ เพรสคอทท์. 2534: 17) กล่าวไว้ว่า อนาคตจะมีคนอ่านหนังสือไม่ออกอีกประเภทหนึ่ง ซึ่งนักวิชาการเรียกว่าพวกที่ไม่รู้จักการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้ นั่นคือ ผู้ที่ไม่รู้จักการใช้คอมพิวเตอร์นั่นเอง

ในปัจจุบันนี้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ถือเป็นสื่อหนึ่งที่เป็นการเรียนรู้แบบ e-Learning ซึ่งการเรียนรู้แบบ e-Learning หมายถึง การเรียนรู้บนฐานเทคโนโลยี (Technology-Based Learning) ซึ่งครอบคลุมวิธีการเรียนรู้หลากหลายรูปแบบ อาทิเช่น การเรียนรู้บนคอมพิวเตอร์ (Computer-Based Learning) การเรียนรู้บนเว็บ (Web-Based Learning) ห้องเรียนเสมือนจริง (virtual Classrooms) และความร่วมมือดิจิทัล (Digital Collaboration) เป็นต้น ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ทุกประเภท การเรียนการสอนแบบ e-Learning โดยผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์มีประโยชน์ต่อการเรียนการสอน ดังต่อไปนี้ (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. 2544: Online)

1. การขยายโอกาสทางการศึกษา การเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์มีต้นทุนในการจัดการศึกษาที่ต่ำกว่าการศึกษาในชั้นเรียน ถึงแม้ว่าเงินทุนในช่วงแรกหรือต้นทุนคงที่ (Fixed Cost) ของการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์จะค่อนข้างสูง แต่ e-Learning จะสามารถตอบสนองต่อผู้เรียนได้มากกว่าการจัดการศึกษาในห้องเรียน โดยที่ผู้จัดการศึกษามีต้นทุนที่เพิ่มขึ้นหน่วยสุดท้าย (Marginal Cost) เกือบเป็นศูนย์ แม้ว่าจะมีการจัดการศึกษาให้แก่ผู้เรียนจำนวนมากขึ้นก็ตาม ทั้งนี้หากเปรียบเทียบต้นทุนทั้งหมด (Total Cost) การจัดการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์จะมีต้นทุนที่ต่ำกว่าการเรียนรู้ในชั้นเรียนถึงร้อยละ 40 นอกจากนี้ผู้เรียนยังสามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ ทุกเวลา และทุกคน (Anywhere Anytime Anyone) และไม่ว่าจะทำการศึกษา ณ สถานที่ใดการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์จะยังคงมีเนื้อหาเหมือนกัน

และมีคุณภาพที่เท่าเทียมกัน และยังสามารถวัดผลของการเรียนรู้ได้ดีกว่า การเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ทำให้โอกาสในการศึกษาของประชาชนเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลทำให้ประชาชนมีความรู้และทักษะที่สูงขึ้น ซึ่งเป็นผลดีต่อการพัฒนาประเทศไปสู่เศรษฐกิจที่ต้องใช้ความรู้และเทคโนโลยีเข้มข้นมากขึ้น

2. การพัฒนาตามศักยภาพและความสนใจของผู้เรียน การเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ทำให้ผู้เรียนมีเสรีภาพในการเลือกเนื้อหาสาระของการเรียนรู้ โดยไม่ถูกจำกัดอยู่ภายใต้กรอบของหลักสูตร ผู้เรียนสามารถกำหนดเส้นทางการเรียนรู้ของตนเองได้ (Self-Pace Learning) ตามความสนใจ และความถนัดของผู้เรียน การเรียนรู้ไม่จำเป็นต้องเรียงตามลำดับหรือเป็นโปรแกรมแบบเส้นตรง แต่ผู้เรียนสามารถข้ามขั้นตอนที่ตนเองคิดว่า ไม่จำเป็น หรือเรียงลำดับการเรียนรู้ของตนเองได้ตามใจปรารถนา การเรียนรู้ตามศักยภาพและความสนใจของผู้เรียน ทำให้ประชาชนในประเทศเกิดการพัฒนาความเชี่ยวชาญ เฉพาะทาง และมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีความจำเป็นในการแข่งขันในเศรษฐกิจฐานความรู้ (knowledge-Based Economy) ในอนาคต

3. การที่สื่ออิเล็กทรอนิกส์โดยเฉพาะอินเทอร์เน็ตเป็นแหล่งที่รวมความรู้จำนวนมหาศาล ผู้เรียนจึงมีช่องทางและวิธีการเรียนรู้ให้เลือกอย่างหลากหลาย ผู้เรียนสามารถเลือกสื่อการเรียนการสอนได้ตามความถนัดและความสนใจ ทั้งในรูปแบบของตัวอักษร รูปภาพ ภาพสร้างสรรค์จำลอง (Animations) สถานการณ์จำลอง (Simulations) เสียงและภาพเคลื่อนไหว (Audio and Video Sequences) กลุ่มอภิปราย (Peer and Expert Discussion Groups) และการปรึกษาออนไลน์ (Online Mentoring) ด้วยเหตุนี้ การเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ทำให้ประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 30 มากกว่า การเรียนรู้โดยการฟังการบรรยายในห้องเรียนหรือจากการอ่านหนังสือ และทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้รวดเร็วขึ้นถึงร้อยละ 60 ของการเรียนรู้แบบดั้งเดิม ทั้งนี้ประสิทธิภาพและความรวดเร็วของการเรียนรู้ มีความสำคัญมากสำหรับการแข่งขันในระบบเศรษฐกิจโลกในอนาคต เพราะจะทำให้คน องค์กร และ ประเทศสามารถปรับตัวและตอบสนองการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นตลอดเวลา และทำให้เกิดความรวดเร็ว ในการช่วงชิงความได้เปรียบทางเศรษฐกิจ รวมทั้งทำให้เกิดการพัฒนาทักษะของแรงงานได้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

4. การสร้างความสามารถในการหาความรู้ด้วยตนเอง e-Learning ไม่ได้เป็นเพียง การเรียนโดยการรับความรู้หรือเรียนรู้อะไรเท่านั้น แต่เป็นการเรียน วิธีการเรียนรู้ หรือเรียนอย่างไร ผู้เรียนในระบบการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์จะเป็นคนที่มีความสามารถแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง เนื่องจาก e-Learning ไม่มีผู้สอนที่คอยป้อนความรู้ให้เหมือนกับการศึกษา ในห้องเรียน ดังนั้นผู้เรียน จึงได้รับการฝึกฝนทักษะในการค้นหาข้อมูล การเรียนรู้วิธีการเข้าถึงแหล่งความรู้ การเลือกวิธีการเรียนรู้ และวิธีการประมวลความรู้ด้วยตนเอง ทั้งนี้การที่คนมีความสามารถในการเรียนรู้จะทำให้เกิดการพัฒนา อาชีพและการพัฒนาคุณภาพชีวิตของตนเอง ซึ่งหากประเทศชาติมีประชาชนที่มีความสามารถในการเรียนรู้ ด้วยตนเองเป็นส่วนใหญ่ จะทำให้เกิดผลดีต่อประเทศในแง่ของการสร้างองค์ความรู้ของคนไทย และ การพัฒนาประเทศอย่างต่อเนื่อง

5. การพัฒนาความสามารถในการคิด การเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ทำให้ผู้เรียน สามารถพัฒนาทางความคิดมากกว่าการฟังการบรรยายในห้องเรียน เนื่องจากเป็นการสื่อสารแบบสองทาง

และมีรูปแบบของการเรียนรู้ที่หลากหลาย การศึกษาทางไกล (Pistance Learning) ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ จะกระตุ้นและเอื้อให้เกิดการวิพากษ์อย่างมีเหตุผล (Critical Reasoning) มากกว่าการศึกษาในห้องเรียนแบบเดิม เพราะมีปฏิสัมพันธ์ทางความคิดระหว่างผู้เรียนด้วยตนเอง นอกจากนี้การศึกษาชั้นหนึ่งพบว่า นักศึกษาทางไกลระบบออนไลน์ (Online Students) ได้มีการติดต่อกับผู้เรียนคนอื่นๆ ในชั้นเรียนมากกว่า เรียนรู้ด้วยความสนุกมากกว่า ให้อเวลาในการทำงาน ในชั้นเรียนมากกว่า มีความเข้าใจสื่อการสอน และการปฏิบัติมากกว่าผู้เรียนที่ได้รับการสอนในชั้นเรียนแบบเดิมโดยเฉลี่ยร้อยละ 20 e-Learning ทำให้เกิดชุมชนแห่งการเรียนรู้ ผู้เรียนจะมีปฏิสัมพันธ์กับข้อมูลและความรู้จำนวนมาก ซึ่งอาจจะทำให้เกิดการต่อยอดความรู้ หรือทำให้เกิดความคิดใหม่ๆ และการสร้างนวัตกรรมอันเป็นปัจจัยในการแข่งขันที่สำคัญมากที่สุดในการแข่งขันในเศรษฐกิจยุคใหม่

จากการศึกษาข้อดีของการนำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มาเป็นสื่อช่วยในกระบวนการจัดการเรียนการสอน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีประโยชน์ ดังต่อไปนี้

1. สามารถช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้มากขึ้น ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์และการนำเสนอด้วยเสียง ภาพเคลื่อนไหว รวมทั้งอนิเมชัน (Sasson. 2003: Online)
2. สามารถค้นหาข้อมูลในหนังสือได้ง่ายด้วยระบบนำทางในลักษณะต่างๆ
3. ผู้เรียนสามารถค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องที่กำลังศึกษาจากแฟ้มเอกสารอื่นๆ ที่เชื่อมโยงอยู่ได้อย่างไม่จำกัดทั่วทุกมุมโลก
4. ช่วยให้การเรียนมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล ลดค่าใช้จ่ายและเวลา และสามารถที่จะทำให้ผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมายของการเรียนได้ง่ายขึ้น (วารินทร์ รัศมีพรหม. 2531: 192 – 193)
5. ช่วยฝึกทักษะการอ่าน และสามารถปรับแต่งขนาดตัวอักษรได้ ตามลักษณะสายตาของผู้เรียนแต่ละคน (Pastore. 2008: Online)
6. สามารถพกพาติดตัวได้ง่ายและปริมาณมาก โดยไม่มีปัญหาเกี่ยวกับน้ำหนัก
7. สามารถจัดเก็บได้คงทนปลอดภัยต่อความเสียหายได้มากกว่าหนังสือปกติ และใช้พื้นที่ในการจัดเก็บน้อย
8. สนับสนุนการเรียนการสอนแบบห้องเรียนเสมือน การเรียนผ่านเครือข่าย ห้องสมุดเสมือนและห้องสมุดอิเล็กทรอนิกส์
9. สามารถปรับเปลี่ยนแก้ไขเพิ่มเติมข้อมูลได้ง่าย สะดวกและรวดเร็ว ให้สามารถปรับปรุงบทเรียนให้ทันสมัยกับเหตุการณ์ได้เป็นอย่างดี (ศรัณย์ ไมตรีเวช. 2540: 272)
10. ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนหัวข้อที่สนใจข้อใดก่อนก็ได้ และสามารถย้อนกลับไปกลับมาในเอกสารหรือกลับมาที่จุดเริ่มต้นใหม่ได้อย่างสะดวกรวดเร็ว (พงษ์ระพี เตชพาหพงษ์. 2540: 44)
11. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถย้อนกลับเพื่อทบทวนบทเรียนหากไม่เข้าใจ และสามารถเลือกเรียนได้ตามเวลาและสถานที่ที่ตนเองสะดวก (บุปผชาติ ทัพพิกรณ์. 2540: 86)
12. เสริมสร้างให้ผู้เรียนเป็นผู้มีเหตุผล มีความคิดสร้างสรรค์ และทักษะที่เป็นตรรกะ (Logical) เพราะการตอบโต้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ ผู้เรียนจะต้องทำอย่างมีขั้นตอนมีระบบและมีเหตุผลพอสมควร เป็นการฝึกลักษณะนิสัยที่ดีให้กับผู้เรียน (กฤษมันต์ วัฒนานรงค์. 2536: 138)

13. ผู้เรียนสามารถบูรณาการการเรียนการสอนในวิชาต่างๆ เข้าด้วยกันอย่างเกี่ยวเนื่อง และมีความหมาย (ถนอมพร เลหาจรัสแสง. 2540: 9)

14. ครูสามารถใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในการชักจูงผู้เรียนในการอ่าน การเขียน การฟัง และการพูดได้ (Roffey. 1995)

15. ครูมีเวลาที่จะศึกษาตำราและพัฒนาความสามารถของตนเองได้มากขึ้น (สุทธิพงศ์ หกสุวรรณ. 2538: 27)

16. ลดปริมาณการใช้กระดาษ (Roger. 2004: Online)

จากการศึกษาดังกล่าวสรุปได้ว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์นั้นก่อให้เกิดคุณประโยชน์ทางการศึกษาอย่างมาก เพราะการนำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มาใช้จะสามารถสนับสนุนต่อรูปแบบการเรียนการสอนที่หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายที่มีแนวโน้ม มากขึ้นในอนาคตขึ้น อีกทั้งยังสามารถที่จะช่วยลดต้นทุนราคาค่าใช้จ่ายในการซื้อ และผลิตหนังสือประหยัดพื้นที่ในการจัดเก็บ ดังนั้น การพัฒนารูปแบบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เพื่อการเรียนรู้ ด้วยตนเองจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริมให้เกิดการจัดการศึกษาที่มีทั้งคุณภาพและประสิทธิภาพ

1.4 ประเภทของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

1.4.1 ประเภทของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ แบ่งออกได้เป็นหลายรูปแบบ ดังนี้

1.4.1.1 แบ่งตามลักษณะการเข้าถึงข้อมูลและการอ่าน (Collis. 1991: 356) รูปแบบนี้เป็นการแบ่งประเภทของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ชัดเจนมากที่สุด คือ

1.4.1.1.1 หนังสืออิเล็กทรอนิกส์อ้างอิง (Automated Reference Books) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์อ้างอิงใช้การเข้าถึงข้อมูลในลักษณะการสุ่ม (Random) ผู้อ่านจะค้นหาคำที่ต้องการทราบ และอ่านจนจบเนื้อหา นั้น จากนั้นจึงค้นหาที่ต้องการทราบต่อไป ซึ่งหนังสืออิเล็กทรอนิกส์อ้างอิงนั้นสามารถดูภาพจากฐานข้อมูลเอนไซโคลปีเดีย จัดเป็นแหล่งทรัพยากร ซึ่งผู้ใช้สามารถค้นหาหรือเลือกอ่านหนังสือที่มีอยู่ได้ง่าย และในอนาคตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ประเภทนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วมาก ไม่ว่าจะเป็นด้านคุณภาพหรือปริมาณในการบรรจุของฐานข้อมูล และทางที่ผู้อ่านสามารถค้นหาและใช้ข่าวสาร แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นก็ต้องคงไว้ ซึ่งโมเดลการอ้างอิงอยู่

1.4.1.1.2 หนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (Automated Textbook Books) หนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์มีลักษณะการเข้าถึงข้อมูลส่วนใหญ่แบบอ่านไปตามลำดับ (Sequence) จากนั้นก็จะมี การอ่านเนื้อหาเหล่านั้นไปเรื่อยๆ จนจบบท และอาจอ่านบทต่อไปตามลำดับหรือเลือกหัวข้อใหม่ตามความสนใจของผู้อ่าน หนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์จะแตกต่างจากหนังสืออ้างอิงอิเล็กทรอนิกส์ตรงที่ผู้อ่านจะมีความคาดหวังที่จะได้รับความรู้จากการอ่านหนังสือ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รูปแบบนี้จะเป็นตัวเสริมค่านิยมของหนังสือเรียนโดยจะขยายความรู้ความเข้าใจให้กับผู้เรียนทางอ้อม โดยใช้สื่อหลากหลายชนิด

1.4.1.2 แบ่งตามช่องทางการสื่อสาร (Barker. 1992: 139 – 149) ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1.4.1.2.1 หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ช่องทางการสื่อสารทางเดียว เป็นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้อ่านสามารถรับสารได้เพียงช่องทางเดียว เช่น ใช้ตา ดู หรือใช้หู ฟัง แต่เพียงอย่างเดียวอย่างหนึ่งเท่านั้น ได้แก่ หนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (Text Books) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ภาพนิ่ง (Picture Books) และหนังสืออิเล็กทรอนิกส์หลายภาษา (Talking Books) เป็นต้น

1.4.1.2.2 หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ช่องทางการสื่อสารหลายทาง เป็นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้อ่านสามารถรับข่าวสารได้หลายช่องทาง เช่น ใช้ตา ดู ใช้หู ฟัง ใช้มือสัมผัสหน้าจอ ได้แก่ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์สื่อประสม (Multimedia Books) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์รวมสื่อ (PolyMedia Books) และหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ไฮเปอร์มีเดีย (Hypermedia Books) เป็นต้น

1.4.1.3 แบ่งตามหน้าที่ (Barker; & Giller. 1992; citing Barke. 1992: 140) ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 รูปแบบ คือ

1.4.1.3.1 หนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับเก็บเอกสารสำคัญ (Archival) จะมีที่เก็บข้อมูลข่าวสารขนาดใหญ่ในรูปแบบของฐานข้อมูล วิธีใช้งานผู้ใช้ชั้นปลายสามารถใช้งานได้หลากหลายรูปแบบ ตัวอย่างหนังสือประเภทนี้ ได้แก่ สารานุกรมโกรเลียร์ (Grolier Encyclopedia) สารานุกรมมัลติมีเดียคอมพิวเตอร์ (Compton's Multimedia Encyclopedia) เป็นต้น

1.4.1.3.2 หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ให้ข่าวสารความรู้ (Information) จะมีลักษณะคาบเกี่ยวกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์รูปแบบแรก แต่ข่าวสารจะกินความแคบกว่าแบบแรก และมีลักษณะเฉพาะมากกว่า มีความสัมพันธ์กับหัวข้อเรื่องใดหัวข้อเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ ตัวอย่างเช่น หนังสือเรียนแพทยศาสตร์ออกซฟอร์ดบนซีดีรอม หนังสือรายชื่อเพลงนิมบัส (Nimbus Music Catalogue) เป็นต้น

1.4.1.3.3 หนังสืออิเล็กทรอนิกส์เพื่อการสอน (Instructional) เป็นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีประสิทธิภาพ และมีประโยชน์อย่างมากในการถ่ายทอดความรู้ความชำนาญเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้และการอบรม ผู้เรียนจะได้รับความรู้และทราบความก้าวหน้าในการเรียนของตน หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ประเภทนี้บางส่วนจะมีการประเมินและประยุกต์ตามรูปแบบการเรียนรู้ของแต่ละคนจะมีการนำเสนอให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคน ตัวอย่าง ได้แก่ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีการออกแบบหน้าจอสำหรับคอมพิวเตอร์พื้นฐานการอบรม (Computer - Based Training)

1.4.1.3.4 หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบตั้งคำถาม (Interrogational) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์รูปแบบนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อการทดสอบ สอบย่อย และประเมินผลกิจกรรม โดยวัดจากความรู้ที่ได้จากการศึกษาหัวข้อที่เกี่ยวข้อง หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบตั้งคำถามจะประกอบด้วย 3 ลักษณะที่สำคัญ คือ 1) ธนาคารตั้งคำถามหรือแบบฝึกหัด 2) ข้อสอบ และ 3) ลักษณะการประเมินผลและระบบผู้เชี่ยวชาญ จะมีการวิเคราะห์ผลที่ได้จากการเรียน มีการแข่งขันและพิจารณาให้ระดับที่เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน

1.4.1.4 แบ่งตามชนิดของข้อมูลข่าวสารและเครื่องอำนวยความสะดวก (Barker. 1992: 140 – 141) ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 10 ประเภท คือ

1.4.1.4.1 หนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (Text Books) ในระยะแรกจะมีลักษณะเป็นเส้นตรงมีโครงสร้างเป็นตัวอักษร (Text) ต่อมาจะมีลักษณะที่เป็นมัลติมีเดียมากขึ้นโดยใช้คุณสมบัติของไฮเปอร์เท็กซ์ในการนำเสนอ

1.4.1.4.2 หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ภาพนิ่ง (Static Picture Books) จะประกอบไปด้วยภาพนิ่งหลายๆ ชนิดรวมกัน ภาพแต่ละภาพจะมีคุณภาพที่แตกต่างกันไปตามความเหมาะสมของงาน

1.4.1.4.3 หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ภาพเคลื่อนไหว (Moving Picture Books) มีโครงสร้างจากภาพเคลื่อนไหวสั้นๆ (Animation Clips) หรือภาพวิดีโอ (Motion Video Segment) หรือทั้งสองอย่างรวมกัน

1.4.1.4.4 หนังสืออิเล็กทรอนิกส์หลายภาษา (Talking Books) จะมีลักษณะเป็นเนื้อหาประกอบคำบรรยาย เพื่อให้ง่ายต่อการรับรู้ของผู้อ่าน

1.4.1.4.5 หนังสืออิเล็กทรอนิกส์สื่อประสม (Multimedia Books) เป็นการรวมช่องทางการสื่อสารสองทางหรือมากกว่านั้นเข้าด้วยกันเพื่อเข้ารหัสข่าวสาร เป็นการรวมตัวอักษร ภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหวมารวมไว้ด้วยกันตามโครงสร้างแบบเส้นตรง เมื่อผลิตเสร็จสื่อจะออกมาในรูปแบบของสื่อเดี่ยว ได้แก่ จานแม่เหล็กหรือซีดีรอม (CD-ROM)

1.4.1.4.6 หนังสืออิเล็กทรอนิกส์รวมสื่อ (Poly Media Books) มีลักษณะตรงกันข้ามกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สื่อประสม โดยใช้การรวมสื่อที่แตกต่างกัน ได้แก่ ซีดีรอม จานแม่เหล็ก กระดาษ เครื่องฉายคอมพิวเตอร์และอื่นๆ เพื่อส่งข้อมูลข่าวสารไปยังผู้ใช้

1.4.1.4.7 หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ไฮเปอร์มีเดีย (Hypermedia Books) จะมีลักษณะคล้ายกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สื่อประสม คือ ใช้การสื่อสารหลายช่องทาง แต่จะมีโครงสร้างเป็นแบบนอนลิเนียร์ โดยมีโครงสร้างแบบใยแมงมุม

1.4.1.4.8 หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ผู้เชี่ยวชาญ (Intelligent Electronic Books) มีการบรรจุเทคนิคปัญญาเทียม เช่น ระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System) และระบบเครือข่ายประสาท (Neural Networks) ซึ่งสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และประยุกต์ให้เข้ากับพฤติกรรมของผู้เรียนแต่ละคนที่มีความแตกต่างกัน

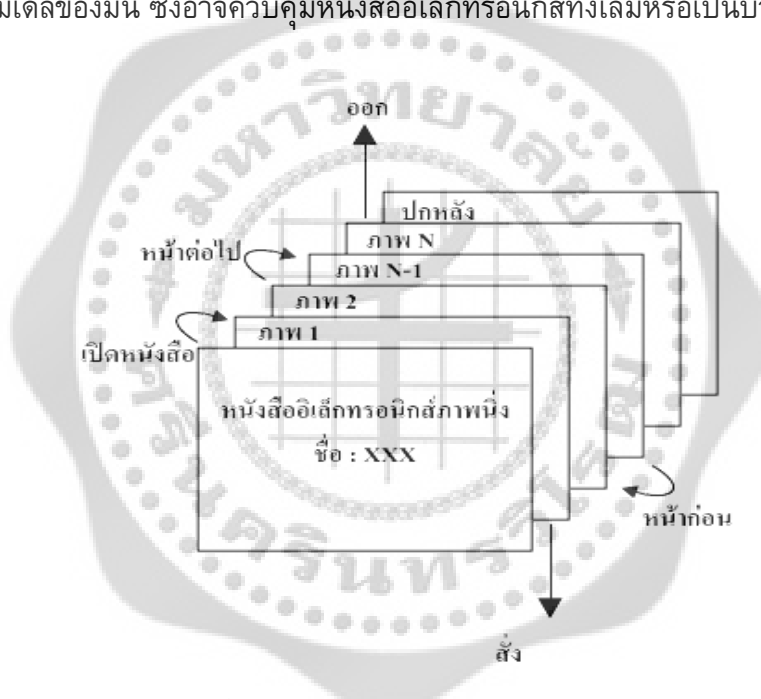
1.4.1.4.9 หนังสืออิเล็กทรอนิกส์สื่อทางไกล (Telemedia Electronic Books) ต้องอาศัยการสื่อสารทางไกลช่วยในการนำเสนอเนื้อหา เช่น การเรียนการสอนในระบบเทเลคอนเฟอเรนซ์ การส่งข้อความทางอีเมล ตลอดจนเป็นทรัพยากรในการสอนทางไกล เช่น ในห้องสมุดดิจิทัล

1.4.1.4.10 หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ไซเบอร์บุ๊ก (Cyberbook Books) ใช้เทคนิคของความจริงเสมือน (Virtual Reality) ในการสร้างสถานการณ์จำลอง เพื่อให้ผู้เรียนรู้สึกเหมือนได้เข้าไปอยู่ในประสบการณ์จริง

1.4.2 การเปรียบเทียบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ 3 ประเภท การที่ยกหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ทั้ง 3 ประเภท คือ 1) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ภาพนิ่ง 2) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ภาพเคลื่อนไหว และ 3) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย ขึ้นมาเปรียบเทียบนั้น เพราะว่าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ทั้ง 3 ประเภทนี้ จัดเป็นพื้นฐานของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ทั้งหมดที่มีอยู่ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ 2 ชนิดแรกสนับสนุนคอมพิวเตอร์

ช่วยการเรียนรู้ (Computer-Assisted Learning) ส่วนชนิดสุดท้ายช่วยสนับสนุนสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้แบบค้นพบของคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนรู้

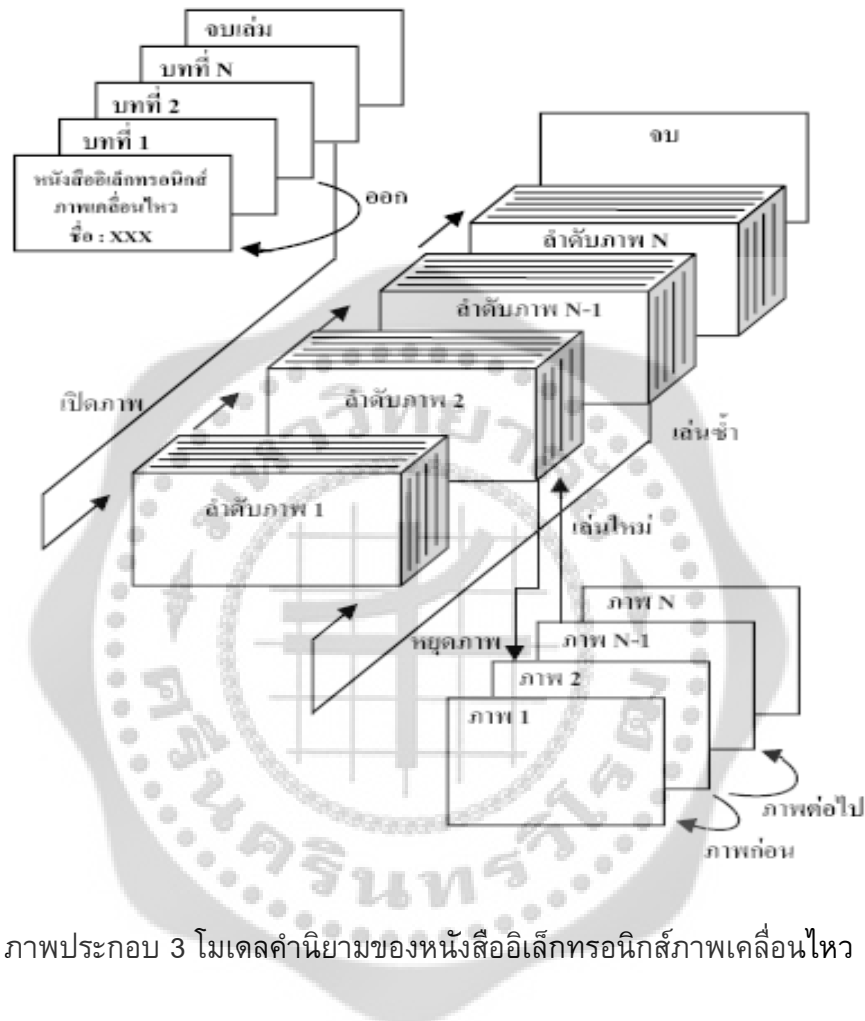
1.4.2.1 หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ภาพนิ่ง (Static Picture Books) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ภาพนิ่งเป็นการรวบรวมภาพที่เกี่ยวข้องกันเอาไว้ด้วยกันตามแต่จุดประสงค์ใดๆ ก็ตามทีผู้ผลิตต้องการ ยกตัวอย่างเช่น ใช้ประกอบการสอน เป็นต้น โมเดลคำนิยามของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ภาพนิ่ง มีดังภาพประกอบ 2 ประกอบด้วย 1) ปกหน้า 2) กลุ่มภาพนิ่งและปกหลัง ภาพนิ่งนี้อาจเป็นภาพจากวิดีโอ และ 3) ซีดีรอม หรือจากที่อื่นๆ ก็ได้ ข้อจำกัดอย่างหนึ่งของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ภาพนิ่ง คือ ขาดโครงสร้างของบท แต่หากจะให้มันก็สามารถทำได้ไม่ยาก โดยเก็บรวบรวมภาพที่มีลักษณะแนวเดียวกัน เช่น หัวข้อเกี่ยวกับสัตว์ ซึ่งเป็นบทที่อยู่ตามลำพังไม่ขึ้นกับบทอื่น ใช้รวบรวมสัตว์พวกแมว หมา นก และสัตว์อื่นๆ และสิ่งสำคัญสำหรับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ภาพนิ่ง คือ ต้องมีการควบคุมทางเลือกที่หลากหลาย แทนลูกศรในโมเดลของมัน ซึ่งอาจควบคุมหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ทั้งเล่มหรือเป็นบางตอนก็ได้



ภาพประกอบ 2 โมเดลคำนิยามของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ภาพนิ่ง

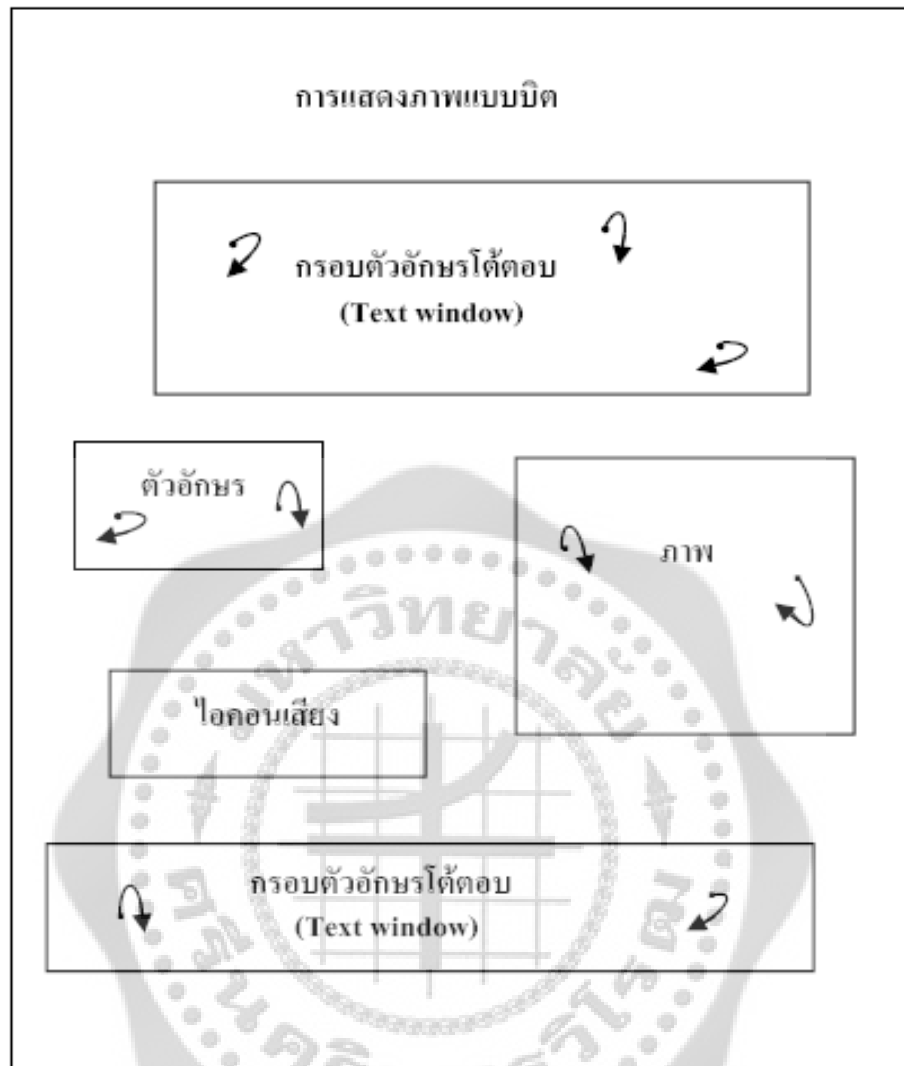
1.4.2.2 หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ภาพเคลื่อนไหว (Moving Picture Books) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ภาพเคลื่อนไหวเป็นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบหนึ่งซึ่งบรรจุภาพเคลื่อนไหวไว้มากกว่าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวเหล่านี้ อาจมาจากคอมพิวเตอร์หรือจากสื่ออื่น เช่น วิดีโอ หรือซีดีรอม ภาพจะมีการนำเสนออย่างไรขึ้นอยู่กับอัตราที่ได้ตั้งไว้ อาจนำเสนออย่างรวดเร็ว ช้า หรือปกติก็ได้ โมเดลคำนิยามของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ภาพเคลื่อนไหว มีดังภาพประกอบ 3 ภาพเคลื่อนไหวเป็นการแสดงชุดของภาพที่มีลักษณะคล้ายกันต่อเนื่องกันอย่างรวดเร็ว โมเดลของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ชนิดนี้เหมือนกับโมเดลของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ภาพนิ่ง โดยจะมีปกหน้าและปกหลัง ตรงกลางจะประกอบด้วยโครงสร้างของบทที่มีลักษณะเหมือนกัน ในแต่ละบทจะประกอบไปด้วย ภาพจำนวนมากซึ่งเรียงลำดับ

ตามหัวข้อหรือเนื้อเรื่อง ถ้าต้องการแบ่งเป็นหมวดหมู่หรือย่อยไปกว่านั้น ก็สามารถกำหนดให้เพิ่มขึ้นได้อีกในโครงสร้าง และมีการควบคุมทางเลือกที่หลากหลายโดยสามารถเล่น หยุดดู ถอยหลัง ไปหน้าได้ ตามที่ผู้อ่านต้องการ



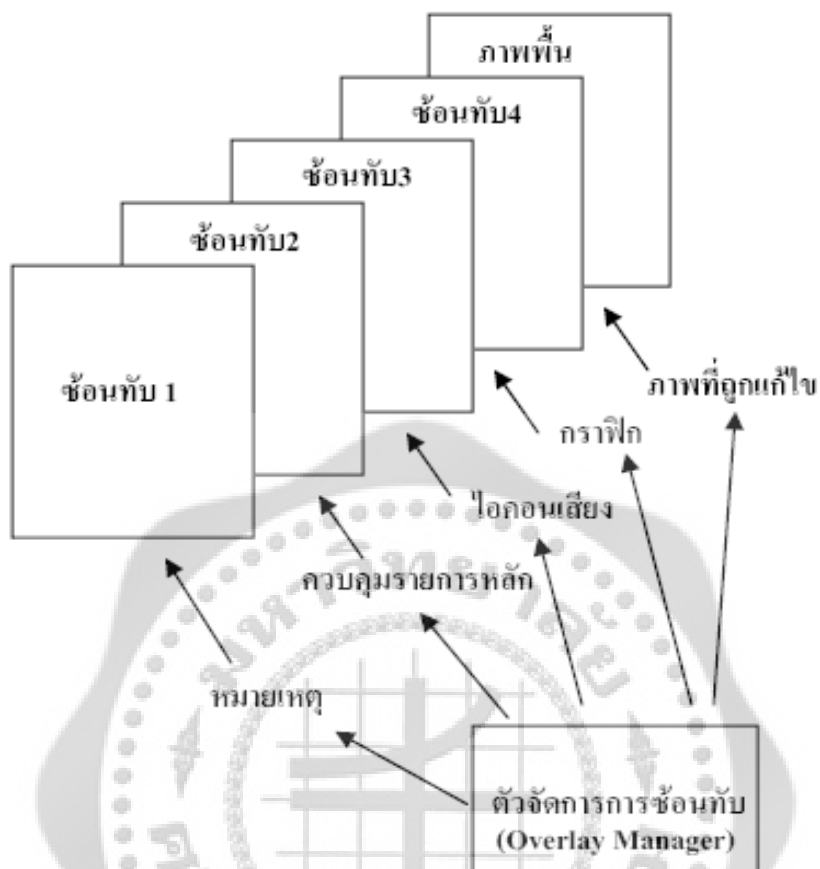
ภาพประกอบ 3 โมเดลค่านิยมของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ภาพเคลื่อนไหว

14.2.3 หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย (Multi - Media Books) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดียประกอบด้วย ตัวอักษร เสียงและภาพรวมกัน โครงสร้างหน้าของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย มีดังภาพประกอบ 4 โครงสร้างของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ในส่วนที่แรกในภาพนำเสนอตัวอักษร เสียง และภาพตามที่ผู้ใช้เลือก ภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย อาจเป็นภาพธรรมดาที่มีเอฟเฟค หรือภาพเคลื่อนไหวก็ได้ ในหนึ่งหน้าจะประกอบไปด้วย หลายๆ ส่วน ดังภาพประกอบ ได้แก่ ตัวอักษร ภาพนิ่ง ภาพวิดีโอ กรอบโต้ตอบระหว่างผู้อ่านกับคอมพิวเตอร์ ในหน้านี้ อาจใส่เสียงด้วย โดยอาจใส่ไว้ในรูปของปุ่มเพื่อให้ผู้เรียนเลือกใช้



ภาพประกอบ 4 โมเดลคำนิยามของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบมัลติมีเดีย

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์หลายๆ ประเภท รวมทั้งหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย จะได้รับความสะดวกสบายจากตัวจัดการการซ้อนทับ (Overlay Manager) ดังภาพประกอบ 5 หน้าจอทั้งหมดที่ผู้ใช้งานเห็นเกิดจากการรวมตัวของแต่ละหน้าจอทางตรรกะวิทยา (Logical Screen) ที่มีอยู่ โดยแต่ละหน้าจอจะมีภาพพื้นฐานเป็นภาพหลัก ตัวซ้อนทับ 1, 2, 3 และ 4 จะปรากฏขึ้นเอง หรือต้องอาศัยการกดปุ่มช่วย ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบโปรแกรมว่า จะออกแบบไว้อย่างไร ตัวจัดการการซ้อนทับมีประโยชน์ต่อการรวบรวม การควบคุมโครงสร้าง และการที่จะเป็นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย จะต้องอาศัยพื้นฐานโมเดลตัวจัดการการซ้อนทับ (Overlay Model) ด้วย

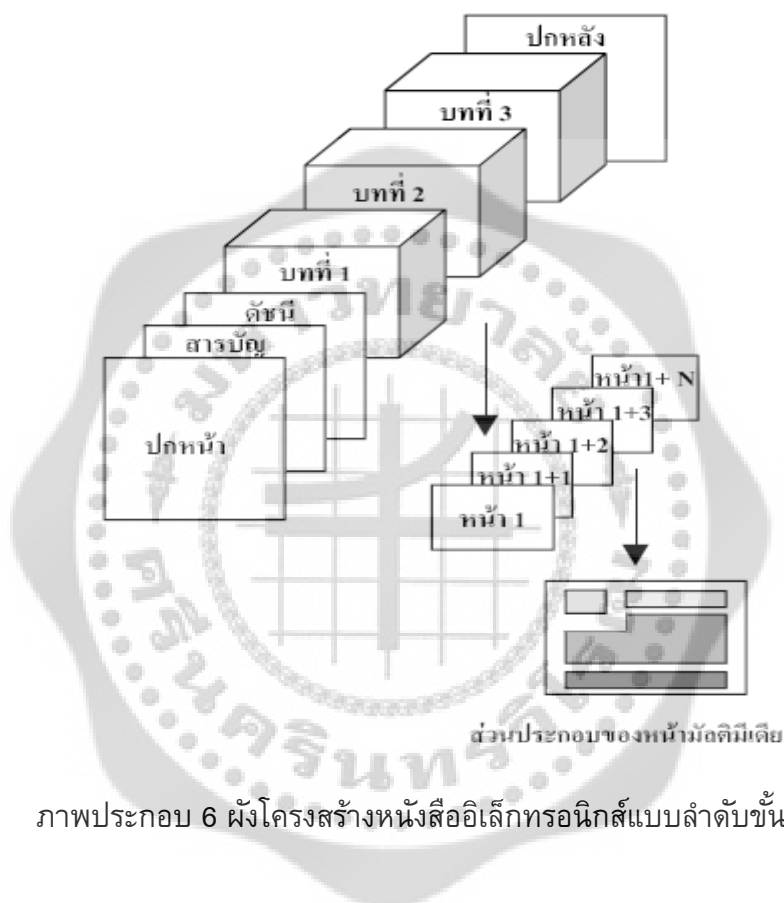


ภาพประกอบ 5 โครงสร้างตรรกะของหน้าจอ

จากการศึกษาประเภทของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์นั้นจึงสรุปได้ว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์สามารถที่จะแบ่งประเภทได้ทั้งตามลักษณะการเข้าถึงข้อมูลและการอ่าน ตามช่องทางการสื่อสาร ตามหน้าที่และตามชนิดของข้อมูล ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้ เพื่อที่จะเลือกนำมาพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้วิจัยจะสร้างขึ้นให้ตรงกับวัตถุประสงค์และความมุ่งหมายของการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มากที่สุด เพราะเนื่องจากการออกแบบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แต่ละประเภทนั้น จะมีจุดเน้นและลักษณะองค์ประกอบที่แตกต่างกันไป ทั้งในเรื่องของโครงสร้างของหนังสือ ลักษณะในการออกแบบหน้าจอ และกลวิธีในการนำเสนอ

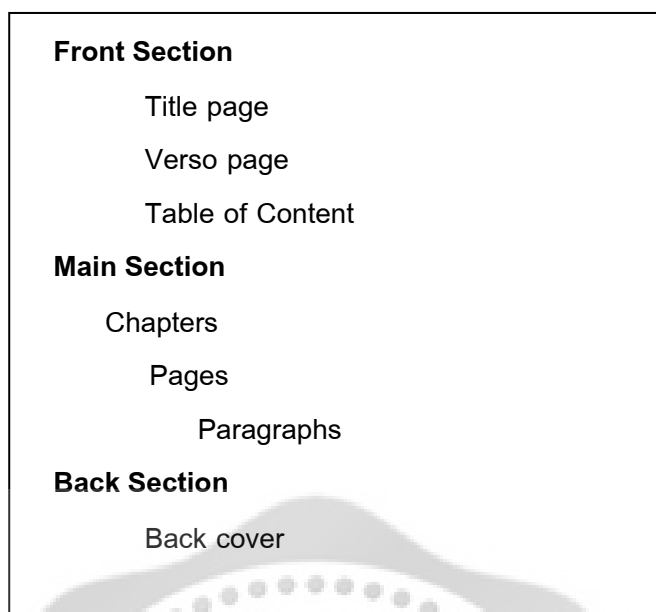
1.5 โครงสร้างของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีโครงสร้างเหมือนๆ กับหนังสือเล่มทั่วๆ ไป ซึ่งจะประกอบไปด้วย หน้าปกหน้า-หลัง สารบัญ เนื้อหาภายในเล่ม และดัชนี เนื้อหาภายในเล่มอาจจะแบ่งออกเป็นบทๆ แต่ละบทจะมีจำนวนหน้ามากน้อยแตกต่างกันไป และในแต่ละหน้าจะประกอบด้วย ตัวอักษร ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง (อาจจะแสดงทันทีหรือปรากฏเป็นปุ่มไว้ให้กดเรียกก็ได้) ดังภาพประกอบต่อไปนี้



ภาพประกอบ 6 ฝั่งโครงสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบลำดับขั้น

นอร์ซุฮาดา และ แลนโดนี (Norshuhada; & Landoni. 2004: Online) กล่าวว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์นั้น ควรมีลักษณะของโครงสร้างเช่นเดียวกับหนังสือแบบปกติ ซึ่งจะประกอบไปด้วย องค์ประกอบต่างๆ อย่างน้อยที่สุด 3 ด้าน คือ 1) ส่วนหน้า (Front Section) 2) ส่วนหลัก (Main Section) และ 3) ส่วนหลัง (Back Section) ซึ่งในแต่ละส่วนนั้นก็จะมีลักษณะของส่วนย่อยที่แตกต่างกันออกไป โดยเสนอถึงโครงสร้างของหนังสือที่เหมาะสมสำหรับเด็ก ซึ่งมีโครงสร้างดังต่อไปนี้



ภาพประกอบ 7 ผังโครงสร้างองค์ประกอบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

ลักษณะโครงสร้างต่างๆ ของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่กล่าวมานั้น ประกอบด้วยรายละเอียดย่อยต่างๆ ในแต่ละส่วนดังต่อไปนี้

Book = {Front Section, Main Section, Back Section}

Front Section = {Title page, Verso page, Table of Content}

Main Section = {Chapter i } for " $i \in N$,"

where $N = [1,2,3,\dots]$

Chapter i = {Page i } for " $i \in N$ "

Page i = {Header, Paragraph j } for $j \in \mathbb{N}$ and " $i \in N$ "

Paragraph j = {Text, Graphics} for $j \in \mathbb{N}$

Back Section = {Back Cover}

จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นองค์ประกอบทางโครงสร้างของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในแต่ละส่วนว่ามีส่วนประกอบอะไรบ้าง นั่นก็คือ ในส่วนแรก จะประกอบด้วย หน้าชื่อเรื่อง คำนำ สารบัญ ส่วนกลาง ซึ่งเป็นส่วนหลัก ซึ่งจะประกอบด้วย เนื้อหาที่แบ่งออกเป็นบทๆ ในแต่ละบทจะแยกออกเป็นหน้า ในแต่ละหน้าก็จะมีองค์ประกอบ เช่น ส่วนหัวเรื่อง ย่อหน้า ข้อความ รูปภาพ และสุดท้ายส่วนหลัง ประกอบด้วยปกหลัง และนอกจากนั้น นอร์ชูฮาดา และ แลนโดนี ยังได้ให้รายละเอียดแต่ละองค์ประกอบของโครงสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับเด็กและผู้ใหญ่ไว้ ดังนี้

ตาราง 1 การเปรียบเทียบองค์ประกอบโครงสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับเด็กและผู้ใหญ่

Section	Structure	Most adult printed books	Most children printed books
Front	Title page	Yes	Yes
	Verso page	Yes	Yes
	Abstract	Yes	No
	Foreword	Yes	No
	Preface	Yes	No
	Acknowledgement	Yes	No
	Dedication	Yes	No
	Table of Content	Yes	Yes
	List of tables	Yes	No
	List of figures	Yes	No
Main	Chapters	Yes	Yes
	Pages	Yes	Yes
	Header	Yes	Yes
	Paragraphs	Yes	Yes
	Text	Yes	Yes
	Graphics	Yes	Yes
	Tables	Yes	No
	Figures	Yes	No
	Links	Yes	No
	Footnote	Yes	No
Back	References	Yes	Yes
	Index	Yes	No
	Glossary	Yes	No
	Related documents	Yes	No
	Biographical	Yes	No
	Appendix	Yes	No

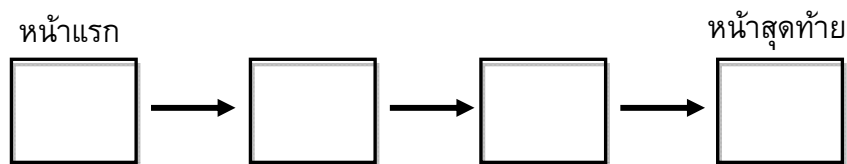
นอกจากนั้น แกลวส และคนอื่นๆ (Galwas; et al. 2001: 46 – 50) ได้เสนอโครงสร้างที่ควรจะเป็นของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เช่นกันโดยแบ่งเป็น 3 ส่วนหลัก คือ ส่วนแนะนำ ประกอบด้วย การให้ข้อมูลเกี่ยวกับผู้แต่ง การให้วัตถุประสงค์ของการศึกษาจากหนังสือ การแนะนำในการอ่าน หรือเครื่องมือที่ใช้ และการให้ข้อมูลเกี่ยวกับการวัดผลที่ได้จากการอ่าน เช่น การแนะนำให้ทำแบบฝึกหัด และแบบทดสอบ นอกจากนี้ในส่วนนี้ควรมีหน้าปก คำนำ สารบัญต่างๆ ด้วย ในส่วนที่สองเป็นส่วนของการเสนอเนื้อหา คือ การนำเสนอเนื้อหาต่างๆ ด้วยข้อความภาพ เสียง มัลติมีเดีย มีการตั้งคำถามหรือประเด็นปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง และประเมินตนเองได้ และอภิธานศัพท์ที่จะนำเสนอขยายในส่วนของคำที่มีความหมายยาก ส่วนประกอบสุดท้ายคือ ส่วนสนับสนุน เช่น ดัชนี บรรณานุกรม หรือห้องสมุดอิเล็กทรอนิกส์ จะเป็นส่วนที่ช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนสามารถมีช่องทางในการศึกษาเพิ่มเติมได้ และในส่วนสนับสนุนนี้ควรมีโปรแกรมสนับสนุนอื่นๆ ที่จะช่วยในการอ่าน ข้อความ หรือการเล่นอนิเมชันด้วย

จากการศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์จึงสรุปได้ว่า ในการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์นั้น ควรต้องมีคำนึงถึงในแต่ละองค์ประกอบของโครงสร้างหนังสือที่ควรจะต้องมีอยู่ 3 ส่วนหลักๆ คือ 1) ส่วนนำ 2) ส่วนกลางหรือส่วนนำเสนอ และ 3) ส่วนหลัง แต่จะต้องทำการศึกษาในองค์ประกอบย่อย ในแต่ละส่วนว่าจะมีการออกแบบในลักษณะใด จึงจะทำให้เหมาะสมกับการเรียนรู้ของผู้เรียนมากที่สุด และครอบคลุมรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน

1.6 ลำดับการนำเสนอของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

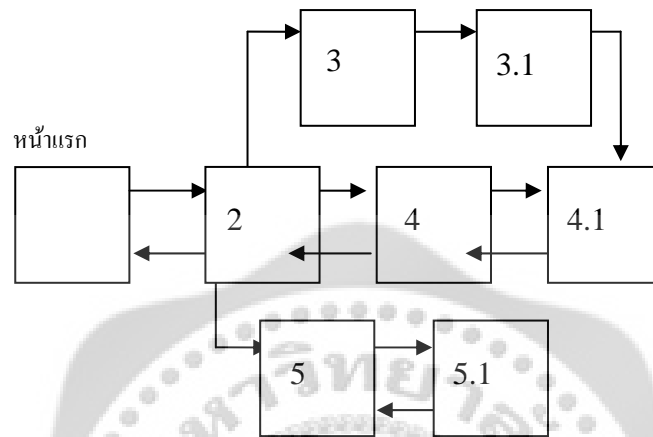
การนำเสนอข้อมูลในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์นั้น จะอยู่ในรูปของข้อความ รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว ซึ่งขึ้นอยู่กับประเภทของข้อมูล ความจำเป็นในการเชื่อมโยงข้อมูลในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์นั้นถือเป็นข้อได้เปรียบอย่างหนึ่งที่มีมากกว่าหนังสือปกติ ที่ช่วยกระตุ้นและเสริมสร้างการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ดี เพราะสามารถมีการเข้าถึงข้อมูลภายในและภายนอกได้อย่างรวดเร็ว โดยปกติการออกแบบการนำเสนอของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์จะมีรูปแบบของโครงสร้างคล้ายกับการออกแบบสื่ออิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป ดังนี้

1.6.1 แบบเส้นตรง เป็นการเชื่อมโยงแบบง่ายที่สุด โดยเริ่มจากหน้าแรก เชื่อมไปยังหน้าที่สอง เชื่อมไปยังหน้าที่สามเรื่อยๆ ไปจนถึงหน้าสุดท้าย และก็สามารรถเชื่อมโยงกลับมาจากหน้าสุดท้าย กลับมาอ่านหนังสือแบบปกติ



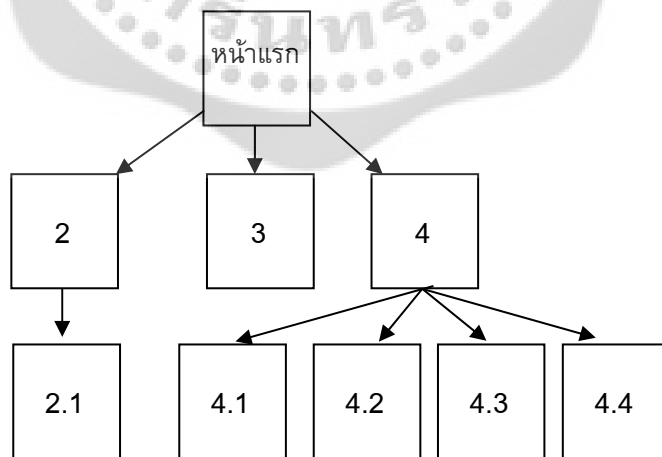
ภาพประกอบ 8 ผังลำดับการนำเสนอหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบเส้นตรง

1.6.2 รูปแบบเชิงเส้นพร้อมทั้งเลือกได้ เป็นรูปแบบที่มีลักษณะคล้ายกับรูปแบบธรรมดา แต่สามารถเชื่อมโยงข้ามไปข้ามมาได้ตลอด ไม่ต้องเรียงกันไป ทำให้การค้นหาข้อมูลแบบนี้ สามารถอยู่ในรูปแบบที่เปลี่ยนแปลงได้ หากพบข้อมูลที่สนใจ ก็สามารถเชื่อมโยงไปสู่ข้อมูลนั้นได้ทันที แต่การเชื่อมโยงแบบนี้ต้องมีการระบุหัวข้อให้ชัดเจน และมีการออกแบบตัวนำทางที่ดีด้วย เพื่อไม่ให้ผู้อ่านหลงทาง



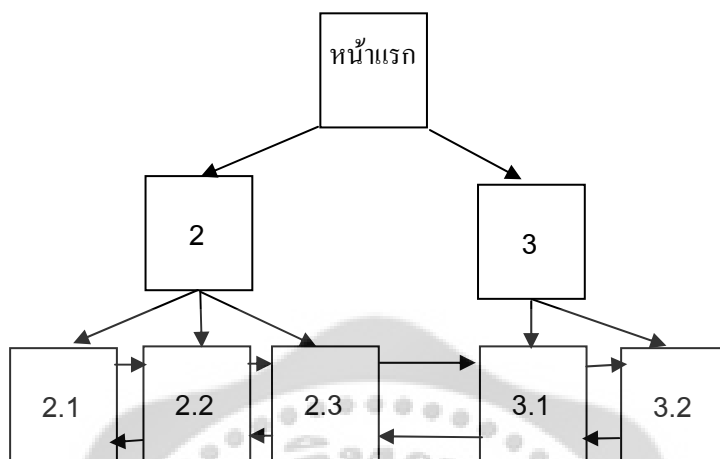
ภาพประกอบ 9 ผังลำดับการนำเสนอหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบเชิงเส้นพร้อมทั้งเลือกได้

1.6.3 แบบลำดับขั้น รูปแบบนี้จะคล้ายกับเชิงเส้นแบบเลือกได้ เพียงแต่จะมีความเป็นระเบียบในการนำเสนอมากกว่า เนื่องจากการแบ่งเส้นทางการนำเสนอจะเป็นในลักษณะการแบ่งหัวข้อย่อย



ภาพประกอบ 10 ผังลำดับการนำเสนอหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบลำดับขั้น

1.6.4 การเชื่อมโยงแบบผสม เป็นการรวบรวมวิธีการเชื่อมโยงแบบเป็นลำดับขั้น และเชิงเส้นเข้าด้วยกัน ซึ่งจะสามารถเชื่อมโยงข้ามหน้าได้ด้วย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของผู้ออกแบบหนังสือว่าส่วนใหญ่ของเนื้อหาควรมีรูปแบบการนำเสนอแบบใด



ภาพประกอบ 11 ผังลำดับการนำเสนอหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบการเชื่อมโยงแบบผสม

จากการศึกษาผังลำดับการนำเสนอของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์นั้นจึงสรุปได้ว่า มีลำดับการนำเสนอ 4 แบบ คือ 1) แบบเป็นเส้นตรง 2) แบบเชิงเส้นเลือกได้ 3) แบบลำดับขั้น และ 4) แบบการเชื่อมโยงแบบผสม ซึ่งการจะออกแบบลำดับการนำเสนอของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ให้มีความซับซ้อนเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของผู้ที่พัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

1.7 การออกแบบและการผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

1.7.1 การออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษานั้นมีปัจจัยที่ควรคำนึงเพื่อการออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ให้มีประสิทธิภาพ ดังนี้

1.7.1.1 อุปกรณ์ในการอ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book Device) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์เป็นการบรรจุเนื้อหาของหนังสือในลักษณะไฟล์ดิจิทัล ซึ่งผู้อ่านต้องใช้อุปกรณ์สำหรับดาวน์โหลด (Download) หรือทำการอ่านผ่านหน้าจอของอุปกรณ์ต่างกัน เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ (PC Computer) เครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) เครื่องคอมพิวเตอร์พกพาส่วนบุคคล หรือ Personal Digital Assistant (PDA) เป็นต้น ซึ่งอุปกรณ์สำหรับอ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แต่ละประเภทนั้น มีข้อดี และขนาดที่แตกต่างกันออกไป ผู้ออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ จึงต้องกำหนดให้ได้ก่อนว่าต้องการที่จะออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่เหมาะสมกับอุปกรณ์ในการอ่านชนิดใด (Linda; & Paula. 2006: online) และสำหรับในประเทศไทย การออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษา นิยมออกแบบเพื่ออุปกรณ์ในการอ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ และเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา เนื่องจาก อุปกรณ์การอ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ชนิดอื่นยังไม่ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวาง และยังมีราคาค่อนข้างสูง

1.7.1.2 รูปแบบไฟล์ของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ และโปรแกรมสำหรับใช้ในการอ่าน (e-book Format / e-book Reader Software) รูปแบบไฟล์และโปรแกรมสำหรับใช้ในการอ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีการพัฒนาขึ้นมาอย่างหลากหลาย เพื่อต้องการที่จะให้ผู้ใช้หรือผู้อ่านสามารถที่จะอ่านหนังสือได้อย่างง่ายขึ้น โดยเฉพาะโครงสร้างทางกายภาพที่มีลักษณะคล้ายกับหนังสือปกติ หรือบางโปรแกรมอาจมีการพัฒนาให้มีข้อดีในด้านการจัดองค์ประกอบ การใส่รูปภาพ รูปแบบตัวอักษร เป็นต้น (Wilson; & Landoni. 2002: Online)

การจัดเก็บรูปแบบไฟล์ของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์และการใช้โปรแกรมในการอ่านนั้น จะมีความสัมพันธ์กับอุปกรณ์ที่ใช้ในการอ่านด้วย ดังนั้นในการออกแบบและพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์จะต้องศึกษาว่า รูปแบบไฟล์หรือโปรแกรมสำหรับอ่านแบบใดบ้าง ที่สามารถใช้ได้กับอุปกรณ์ที่ใช้อ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่จะทำการออกแบบ และเนื่องจากรูปแบบของไฟล์ที่ใช้ในการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แต่ละแห่งมีความแตกต่างกัน จึงทำให้เกิดการสัมมนาเกี่ยวกับรูปแบบไฟล์ที่เหมาะสม โดยในปี ค.ศ. 1998 มีงาน e-book Fair ครั้งแรกที่ แมรี่แลนด์ (Maryland) ประเทศสหรัฐอเมริกา ในงานนี้ได้เริ่มมีการสร้างมาตรฐานของรูปแบบไฟล์เป็นแบบ Open e-book Publication Structure (OEB PS) ซึ่งในปี ค.ศ. 2001 ได้ปรับเปลี่ยนเป็นไฟล์แบบ HTML and XML เป็นมาตรฐานไฟล์หนึ่งของหนังสือประเภทนี้ (Morris. 2004) และอย่างไรก็ตามในรายละเอียดของการกำหนดรูปแบบไฟล์หนังสืออิเล็กทรอนิกส์นั้น ขึ้นอยู่กับผู้พิมพ์และผู้แต่งแต่ละท่านว่าจะมีการกำหนดเป็นไฟล์รูปแบบใด ซึ่งปัจจุบันมีรูปแบบของไฟล์หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ได้รับความนิยม ดังตัวอย่างต่อไปนี้ (รวิวรรณ ขำพล. 2550: 18 – 19)

1.7.1.2.1 HTML (Hyper Text Markup Language) และ XML (Extensive Markup Language) นามสกุลของไฟล์มี .htm และ .html เป็นรูปแบบที่ได้รับความนิยมสูงสุด เนื่องจากมีการใช้บราวเซอร์ในการเข้าชม เช่น Internet Explorer หรือ Netscape Communicator ซึ่งนิยมใช้กันทั่วโลกในการอ่านไฟล์ชนิดนี้

1.7.1.2.2 PDF (Portable Document Format) ไฟล์รูปแบบนี้พัฒนาโดย Adobe System Inc. เอกสารจัดให้อยู่ในรูปแบบที่เหมือนเอกสารพร้อมพิมพ์ และสามารถอ่านได้โดยใช้ระบบปฏิบัติการจำนวนมาก เป็นรูปแบบที่ได้รับความนิยมมากเช่นเดียวกัน

1.7.1.2.3 PML (Peanut Markup Language) พัฒนาโดย Peanut Press สำหรับสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์โดยเฉพาะ อุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ไฟล์ประเภทนี้จะสามารถใช้ไฟล์นามสกุล .pdb ได้ด้วย

นอกจากนี้ ปัจจุบันได้มีการพัฒนารูปแบบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่น่าสนใจ โดยมีลักษณะการนำเสนอที่คล้ายหนังสือจริง เช่น โปรแกรม Flip Album และโปรแกรม Adobe Flash ซึ่งกำลังเริ่มได้รับความนิยมขึ้นในการนำมาพัฒนาเป็นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ด้วยเช่นกัน

การเลือกไฟล์ของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เป็นสิ่งที่มีความสำคัญในการที่จะเผยแพร่หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ไปใช้เพราะหากรูปแบบไฟล์ประเภทใดได้รับความนิยมและสามารถใช้ได้กับเครื่องทั่วไปได้ง่าย ก็จะช่วยให้ผู้ใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มาศึกษา

1.7.1.3 การออกแบบองค์ประกอบ หน้าจอ และเครื่องมือของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ วิลสัน และ แลนด์โน้ (Wilson; & Landoni. 2002: Online) นักการศึกษาชาวสก๊อตแลนด์ที่สนใจในด้านการพัฒนาหนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ได้สรุปองค์ประกอบที่ควรคำนึงของหนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อใช้ในการออกแบบไว้เป็นส่วนต่างๆ ดังนี้

1.7.1.3.1 หน้าปก (Cover) หน้าปกของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เป็นส่วนที่สำคัญสำหรับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ทั้งทางด้านการศึกษาและด้านธุรกิจ เพราะหากมีการออกแบบที่ดีก็จะสามารถที่จะทำให้หนังสือดูมีคุณค่ามากขึ้น มีอิทธิพลต่อการเลือกอ่าน และบางครั้งก็ดึงดูดความสนใจได้มากกว่าเนื้อหาภายในเล่ม ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการที่ผู้อ่านตัดสินใจเลือกซื้อ และในการออกแบบหน้าปกนั้น ควรออกแบบให้สามารถสื่อถึงเนื้อหาภายในหนังสือได้ มีชื่อเรื่องและชื่อผู้แต่งที่ชัดเจน มีส่วนที่เชื่อมโยงไปสู่สารบัญที่เด่นชัด หากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เล่มนั้น มีเล่มที่เป็นแบบหนังสือปกติ ควรมีการออกแบบหน้าปกของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ให้มีลักษณะเหมือนกับเล่มที่เป็นแบบปกติด้วย เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจได้ง่ายว่าเป็นเล่มเดียวกัน

1.7.1.3.2 สารบัญ (Table of Contents) คือ รายชื่อของบท และเรื่อง เรียงตามลำดับ เพื่อบอกแก่ผู้อ่านว่าในหนังสือเล่มนั้นประกอบด้วยบทและเรื่องใดบ้าง แต่ละเรื่องอยู่ที่หน้าใด เพื่อให้ผู้อ่านเข้าถึงข้อมูลได้สะดวก การออกแบบจึงควรให้สะดวกแก่การเปิดหาได้โดยง่าย มีลักษณะสบายตา ซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็น การออกแบบสารบัญสำหรับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์นั้น ข้อความที่ใช้เป็นหัวข้อในสารบัญ ควรใช้คำที่บอกถึงความหมายของส่วนที่จะโยงไปหาได้อย่างชัดเจน และสามารถที่จะเชื่อมโยงไปสู่แต่ละหน้าได้ทันที

1.7.1.3.3 ดัชนี (index) หมายถึง หน้าที่ยกเรียงหัวข้อสำคัญของเรื่องในหนังสือ ชื่อบุคคล สถานที่ หรือหัวข้อรายละเอียดที่สำคัญของเนื้อหาในหนังสือนั้น การออกแบบดัชนี สำหรับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีลักษณะคล้ายกับหนังสือปกติ คือ เรียงตามอักษร แต่มีข้อเด่นกว่าที่สามารถสร้างการเชื่อมโยงระหว่างดัชนีไปสู่ข้อมูลในหนังสือที่ถูกต้องจะสามารถช่วยให้ค้นหาได้ง่ายขึ้น ซึ่งจะนำไปสู่อีกรูปแบบหนึ่งของการเป็นตัวชี้นำ (navigator) ที่ดี นอกจากนั้นการออกแบบลักษณะของดัชนีที่สะดุดตา เห็นได้ชัด

1.7.1.3.4 เครื่องมือในการช่วยค้นหา (Search Tool) เครื่องมือในการช่วยค้นหานั้น ถือเป็นสิ่งจำเป็นพื้นฐาน ที่จะช่วยให้เข้าถึงข้อมูลที่ต้องการได้มากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในฐานข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งผู้ใช้แค่ทำการพิมพ์คำหลักของข้อมูลที่ต้องการ การมีสารบัญและดัชนี จะเป็นตัวช่วยในการเข้าถึงเนื้อหาได้ดีในระดับหนึ่งแล้ว แต่การมีเครื่องมือที่ช่วยค้นหาที่มีประสิทธิภาพในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ จะเป็นสิ่งที่ช่วยให้ผู้ใช้เข้าถึงข้อมูลในฐานข้อมูลที่ต้องการได้ละเอียดและง่ายขึ้น ซึ่งในการออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ควรหาโปรแกรมหรือวิธีการที่จะสร้างตัวช่วยในการค้นหาที่มีประสิทธิภาพสูงได้

1.7.1.3.5 การออกแบบด้านข้อความ (Text) ข้อความเป็นองค์ประกอบที่สำคัญมากของหนังสือทุกประเภท การออกแบบด้านข้อความสำหรับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ จะมีส่วนที่ควรคำนึงถึง ดังนี้ คือ

1. ตัวอักษร รูปแบบตัวอักษรที่จะนำมาใช้ควรเป็นรูปแบบที่อ่านง่าย ไม่ควรใช้รูปแบบตัวอักษรที่บางเกินไป เพราะจะทำให้อ่านยาก รูปแบบตัวอักษรที่นิยมใช้ เช่น Decorative, Serif, Sans serif ซึ่งรูปแบบอักษรแบบ Decorative เป็นแบบดึงเร้าความสนใจได้ดี Serif Typefaces เป็นรูปแบบที่ใช้ได้ดีในส่วนของขยายของการอ่าน Sans Serif เป็นรูปแบบที่ดูอ่านง่าย ส่วนใหญ่จะใช้เพื่อเป็นหัวข้อหลัก หรือหัวข้อย่อย และพยายามหลีกเลี่ยงตัวอักษรแบบเอียง สำหรับการใส่ตัวอักษรในส่วนที่เป็นหัวข้อนั้นไม่ควรใช้ในลักษณะตัวพิมพ์ใหญ่ทั้งหมด ควรใช้ในแบบผสม คือขึ้นต้นด้วยตัวพิมพ์ใหญ่ แล้วต่อด้วยตัวพิมพ์เล็ก ที่อยู่บรรทัดเดียวกัน และไม่ควรใช้หัวข้อที่มีการขีดเส้นใต้ เพราะจะมีผลต่อตัวอักษรที่อยู่ใต้ตัวอักษรปกติ ส่วนขนาดของตัวอักษรนั้นขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ที่ใช้อ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เนื่องจากการมีขนาดของหน้าจอที่ไม่เท่ากัน เพราะฉะนั้นควรเลือกขนาดให้พอเหมาะกับหน้าจอของการใช้ขนาดของตัวอักษรนั้น ไม่จำเป็นจะต้องเป็นขนาดใหญ่เสมอไป เพราะจะเป็นการเพิ่มขนาดไฟล์ (File) ของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้นด้วย และที่สำคัญคือ การเลือกโปรแกรมที่นำมาใช้อ่านนั้น ต้องมีความสามารถที่จะเพิ่มหรือลดขนาดของตัวอักษรได้ ตามความต้องการของผู้ใช้แต่ละคน

2. การใช้สีของตัวอักษรไม่ควรใช้สีที่หลากหลายหรือสีใกล้เคียงกับพื้นหลัง เพราะจะทำให้ผู้อ่านสับสน และอ่านยาก ยกเว้นในส่วนของอักษรหรือข้อความที่เป็น Hyper Text ที่ควรจะต้องแตกต่างกับอักษรหรือข้อความปกติ เพื่อให้ผู้อ่านทราบว่า เป็นข้อความที่สามารถเชื่อมโยงถึงแหล่งที่อ้างอิงได้

3. การจัดข้อความ เป็นวิธีการที่จะช่วยให้ผู้อ่านสามารถอ่านข้อความหรือเนื้อหาในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ของเราได้ง่ายขึ้น ดังนั้น หากมีการออกแบบให้มีข้อความแต่ละส่วนที่แน่นเกินไป ก็จะทำให้เกิดความรู้สึกไม่น่าอ่าน เพราะฉะนั้นควรมีการเว้นพื้นที่ให้เหมาะสม ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับขนาดหน้าจอของอุปกรณ์ที่ใช้ในการอ่าน ขนาดและรูปแบบตัวอักษร และโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างและอ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

การจัดการข้อความจะส่งผลกระทบต่อความยาวของแต่ละหน้าของหนังสือที่สร้างขึ้นด้วย เพราะฉะนั้น ควรใช้คำที่สั้นและสื่อความหมายได้ดีที่สุด เพื่อที่จะสามารถสื่อสารได้ตรงตามความต้องการ มีการใช้การย่อหน้า การใช้ Bullet หรือการเว้นวรรคที่เหมาะสมเพื่อให้ผู้อ่านได้พักสายตา และไม่ควรคำนึงถึงการตั้งคำให้เกิดการขีดขอบของตัวอักษรมากเกินไปจนทำให้ระยะห่างของคำในแต่ละบรรทัดไม่สวยงาม การจัดข้อความให้ขีดขอบโดยส่วนใหญ่แล้วนิยมให้ขีดขอบด้านซ้าย แต่อย่างไรก็ตามการจัดให้มีการขีดขอบของข้อความนั้น ควรสอดคล้องกับลักษณะของการอ่านของตัวอักษรของภาษาที่ใช้ด้วยว่า มีทิศทางในการอ่านแบบไหน เช่น จากขวาไปซ้าย ส่วนการใช้ข้อความในส่วนที่เป็นหัวข้อย่อยควรมีลักษณะที่เห็นได้เด่นชัด อยู่ใกล้กับส่วนของข้อความที่ต้องการจะขยาย แต่มีลักษณะที่แตกต่างกัน อาจใช้รูปแบบของตัวอักษรเดียวกันกับข้อความข้างในได้ แต่ควรมีขนาดใหญ่ และหนากว่าเล็กน้อย ที่สำคัญคือควรใช้คำที่สั้น ได้ใจความ สื่อได้ชัดเจน ไม่ควรให้มีความยาวเกินหนึ่งบรรทัด

4. การใช้ข้อความเป็นตัวช่วยในการเชื่อมโยง (Hyper Text) ข้อได้เปรียบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์อย่างหนึ่งคือ ความสามารถในการเชื่อมโยงข้อมูลได้ การออกแบบการเชื่อมโยงข้อมูลนั้นควรเริ่มตั้งแต่การวางโครงสร้างของการเชื่อมโยงให้ชัดเจน โดยส่วนใหญ่การเชื่อมโยงในหนังสือ

อิเล็กทรอนิกส์ จะถูกแบ่งเป็น การเชื่อมโยงภายใน และการเชื่อมโยงภายนอก สำหรับการใช้อรรถศาสตร์เป็นตัวช่วยในการเชื่อมโยงภายใน จะใช้เพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อความที่เป็น Hyper Text ไปสู่ข้อมูลที่ต้องการ ซึ่งอยู่ภายในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้น เช่น การเชื่อมโยงจากสารบัญไปสู่แต่ละบท หรือสารบัญย่อยในแต่ละบทไปสู่ส่วนต่างๆ ที่อ้างอิงถึงในบทนั้น เพราะฉะนั้นข้อความที่ใช้ ควรสื่อความหมายที่ชัดเจนในการไปสู่ส่วนที่เชื่อมโยงที่ถูกต้อง หรือการเชื่อมโยงระหว่างส่วน Index กับข้อความหลักที่กล่าวถึง การเชื่อมโยงระหว่างบรรณานุกรม และอภิธานศัพท์ ไปสู่ข้อความที่กล่าวถึงได้ แต่สิ่งที่สำคัญคือ ควรมีการบอกให้ชัดเจนว่าข้อความเหล่านั้นเป็นข้อความที่สามารถเชื่อมโยงได้ และสามารถบอกได้ว่าจะเชื่อมโยงไปสู่ส่วนใด

ในการใช้อรรถศาสตร์เพื่อการเชื่อมโยงภายนอก คือ การเชื่อมโยงไปสู่แหล่งข้อมูลอื่นๆ ที่ไม่อยู่ในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่เราสร้างขึ้นมา การเชื่อมโยงไปสู่แหล่งข้อมูลภายนอกนี้ จึงควรมีลักษณะที่แยกออกมาจากข้อความหลักหรือส่วนที่เป็นเนื้อหาหลัก เพื่อเป็นการจัดสภาพแวดล้อมของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ให้มีบางส่วนที่เป็นลักษณะปิด เพราะจะสร้างความสับสนให้กับผู้อ่าน ทำให้ผู้อ่านไม่เข้าใจภาพรวมที่ให้อรรถศาสตร์ เนื่องจากไม่ทราบว่าเป็นการเชื่อมโยงไปสู่ข้อมูลภายนอก ซึ่งมีเนื้อหาที่แตกต่างจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้น รวมทั้งอาจทำให้ผู้อ่านเข้าใจผิดว่าเป็นข้อมูลจากหนังสือ และบางครั้ง อาจไม่สามารถที่จะกลับมาอ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้นได้ เนื่องจากหลงทางอยู่ในโลกดิจิทัล ดังนั้นหากต้องการให้มีการเชื่อมโยงไปสู่ข้อมูลภายนอก ควรจัดให้มีการแยกข้อความนั้น ออกจากข้อความหลัก และมีสัญลักษณ์หรือข้อความที่ชัดเจนว่าเป็นส่วนที่เชื่อมโยงไปสู่ข้อมูลภายนอก

การใช้ Hyper Text นั้น ถือเป็นตัวนำทาง (Navigator) ที่ดีอีกรูปแบบหนึ่งในการออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เพราะสามารถสื่อความหมายได้ชัดเจน ซึ่งต้องเป็นข้อความที่สื่อความหมายได้ตรงกับสิ่งที่ต้องการเชื่อมโยงด้วย

สำหรับการใช้สีของข้อความที่ใช้ในการเชื่อมโยงนั้น ควรมีสีเดียวกันทั้งเล่ม และมีลักษณะเดียวกัน เพื่อที่จะให้ผู้อ่านสามารถเข้าใจในภาพรวมได้ว่า ส่วนของข้อความนั้นเป็นข้อความที่มีลักษณะเป็น Hypertext ที่สามารถเชื่อมโยงไปสู่ส่วนอื่นได้

5. ส่วนของข้อความที่ช่วยในการชี้แนะเนื้อหา และบอกที่อยู่ของเนื้อหาในการจัดหน้าสำหรับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ดี จะมีการออกแบบส่วนที่เป็นข้อความสำหรับชี้แนะ หรือแนะนำเนื้อหาในหน้าแต่ละหน้าของหนังสือเพื่อเป็นการสรุปให้ผู้อ่านเข้าใจได้ง่ายขึ้นว่า ในหน้าที่กำลังจะอ่านนี้กล่าวถึงเรื่องอะไร รวมทั้งควรมีข้อความ หรือสัญลักษณ์เพื่อบอกให้ผู้อ่านทราบด้วยว่า เช่น การใส่เลขหน้า เพื่อบอกว่าตอนนี้ผู้อ่านกำลังอยู่ที่ส่วนใดของหนังสือ ป้องกันความสับสนของผู้อ่าน และการเรียงอันดับหน้าของหนังสือ เมื่อนำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ไปทำการพิมพ์

6. การออกแบบให้ผู้ใช้มีการเพิ่มข้อความหรือเน้นข้อความได้ตามความต้องการของแต่ละคน เพื่อให้ผู้ใช้สามารถที่จะมีการทำเครื่องหมาย Book Mark ในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ได้ง่าย และสะดวก โดยต้องคำนึงถึงโปรแกรมที่นำมาใช้ ว่ามีความสามารถทำได้หรือไม่ รวมทั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการอ่านหนังสือนั้น มีการออกแบบเพื่อรองรับองค์ประกอบด้านนี้ด้วย

1.7.1.3.6 การใช้สี การออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์นั้น ไม่ควรใช้สีที่มากเกินไปนัก แม้ว่าจะมีข้อได้เปรียบจากหนังสือแบบปกติในเรื่องของการไม่สิ้นเปลืองสีด้านการพิมพ์ แต่การออกแบบที่มีสีที่มากเกินไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับตัวอักษรและพื้นหลัง อาจทำให้ผู้อ่านข้อความได้ลำบาก และสับสนกับการเชื่อมโยงของข้อความที่เป็น Hyper Text การใช้สี จึงควรมีลักษณะที่เป็นโทนสีเดียวกัน เพื่อให้มีลักษณะของรูปแบบในเล่มที่กลมกลืน เป็นรูปแบบเดียวกัน จะช่วยให้ผู้อ่านสบายตา การใช้สีที่เป็นพื้นหลังโดยปกติ จะใช้พื้นหลังสีขาวและมีตัวอักษรสีดำ เพื่อสะดวกกับผู้อ่านที่ต้องการนำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์นั้นไปพิมพ์เอง

การออกแบบทั้งอักษร ข้อความ และสีที่กล่าวมานั้น ควรสามารถที่จะให้ผู้อ่านปรับแก้ได้ในระดับหนึ่ง จึงควรหาโปรแกรมที่เหมาะสมที่มีเครื่องมือในการที่จะช่วยให้ผู้อ่านปรับแก้ได้ตามความต้องการ รวมทั้งสามารถที่จะบันทึกการปรับแก้เหล่านั้นได้ด้วย

1.7.1.3.7 การออกแบบด้านรูปภาพ และองค์ประกอบด้านกราฟิก การใช้รูปภาพและกราฟิกเป็นองค์ประกอบที่ช่วยขยายความหมายของสิ่งที่ต้องการนำเสนอในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้น การใช้ภาพและกราฟิกจึงควรสอดคล้องกับเนื้อหาอย่างแท้จริง และหากเป็นการใช้รูป เพื่อความสวยงามก็ควรมีความสอดคล้องกับเนื้อหาด้วย

การจัดองค์ประกอบด้านรูปภาพและกราฟิก ต้องดูองค์ประกอบโดยรวมของหน้าแต่ละหน้าในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้นด้วย เพื่อมีการจัดองค์ประกอบโดยรวมให้เหมาะสม และมีการแยกออกจากข้อความให้ชัดเจน รูปแบบของไฟล์รูปภาพที่นำมาใช้ในการออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์นั้น ต้องมีความชัดเจน และเหมาะสม มีขนาดของไฟล์ที่ไม่ใหญ่เกินไป เพราะหากใช้ไฟล์ที่มีขนาดใหญ่เกินไปจะทำให้ไฟล์หนังสือมีขนาดใหญ่เช่นเดียวกัน และสิ่งที่ควรคำนึงในการใส่รูปภาพในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ คือ โปรแกรมที่ใช้สร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์นั้น สนับสนุนไฟล์รูปภาพในรูปแบบใดบ้าง เพื่อที่จะมีการนำไฟล์รูปภาพที่เหมาะสมกับโปรแกรมนั้นมาใช้ และหากนำรูปภาพมาใช้ เป็นตัวชี้แนวทางก็ควรใช้ให้สอดคล้องกับเนื้อหา และเป็นภาพที่สื่อความหมายของการชี้ให้ได้ชัดเจน เพื่อไม่ให้ผู้ใช้สับสน และใช้ในลักษณะเดียวกันทั้งเล่ม

1.7.1.3.8 การออกแบบด้านมัลติมีเดีย ปัจจุบันมีการนำเอาลักษณะที่เป็นมัลติมีเดียมาประกอบในการออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ให้มีความน่าสนใจมากขึ้น ซึ่งเป็นลักษณะของ Visual Book ที่สามารถมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อ่านได้ ทำให้ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีความน่าสนใจมากขึ้นด้วย

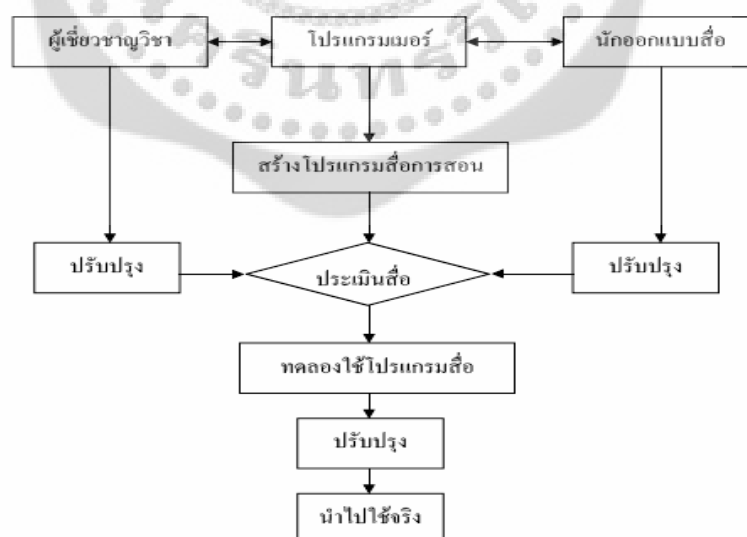
จากการศึกษาการออกแบบองค์ประกอบที่ใช้สำหรับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์จะเห็นได้ว่าการออกแบบองค์ประกอบต่างๆ ที่น่าสนใจและให้เหมาะกับการเรียนรู้ต่างๆ ทั้งการออกแบบหน้าจอให้อ่านง่ายและการใช้อ็องค์ประกอบเพื่อสื่อความหมาย และส่วนสนับสนุนที่ สอดคล้องกับลักษณะและวัตถุประสงค์ของหนังสือ จะทำให้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้นมานั้นมีความสมบูรณ์ สามารถสื่อถึงข้อมูลที่ต้องการจะสื่อ และเป็นตัวกลางในการสื่อสารเพื่อการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพได้

1.7.2 การผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

ปัจจุบันการผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เป็นเรื่องไม่ยุ่งยากอีกต่อไป เนื่องจากมีโปรแกรมประยุกต์หลายตัวที่สนับสนุนการสร้างสื่อตัวนี้ แต่ทั้งนี้การพัฒนาการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ควร

คำนึงถึงการเข้ากันได้ของเทคโนโลยีด้วย เพราะว่าการผลิตอาจต้องใช้เครื่องมือที่แตกต่างกัน และเมื่อนำมารวมเข้าด้วยกันควรจะทำให้ง่ายในการพิมพ์ครั้งสุดท้าย และในการออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ให้เกิดประโยชน์สูงสุดจะต้องอาศัยพื้นฐานการออกแบบ ดังภาพประกอบ 12 ซึ่งกำหนดการเชื่อมประสาน (Interface) กับผู้อ่าน โดยยึดหลักการของหนังสือ และโครงสร้างของหน้าหนังสือที่แน่นอน และในการออกแบบแต่ละหน้าจะต้องคำนึงถึงยุทธศาสตร์การนำเสนอ ยุทธศาสตร์การเรียนรู้ การออกแบบปุ่มควบคุม ควร มีแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและคำถามท้ายบท เพื่อประเมินผลว่าผู้อ่านได้รับความรู้ไปมากน้อยเพียงใด อาจมีสถานการณ์จำลองเพื่อกระตุ้นให้ผู้อ่านเกิดความสนใจต่อเนื้อหาที่มีอยู่ ซึ่งสิ่งสำคัญที่ลืมไม่ได้ คือ เนื้อหาที่ใช้ต้องเป็นเนื้อหาที่มาจากหนังสือ (Barker, & Manji. 1991: 277) และจะต้องมีสิ่งอำนวยความสะดวกให้กับผู้อ่าน ได้แก่ การค้นหา บัญชีผู้ใช้ ดัชนีช่วยค้น เป็นต้น

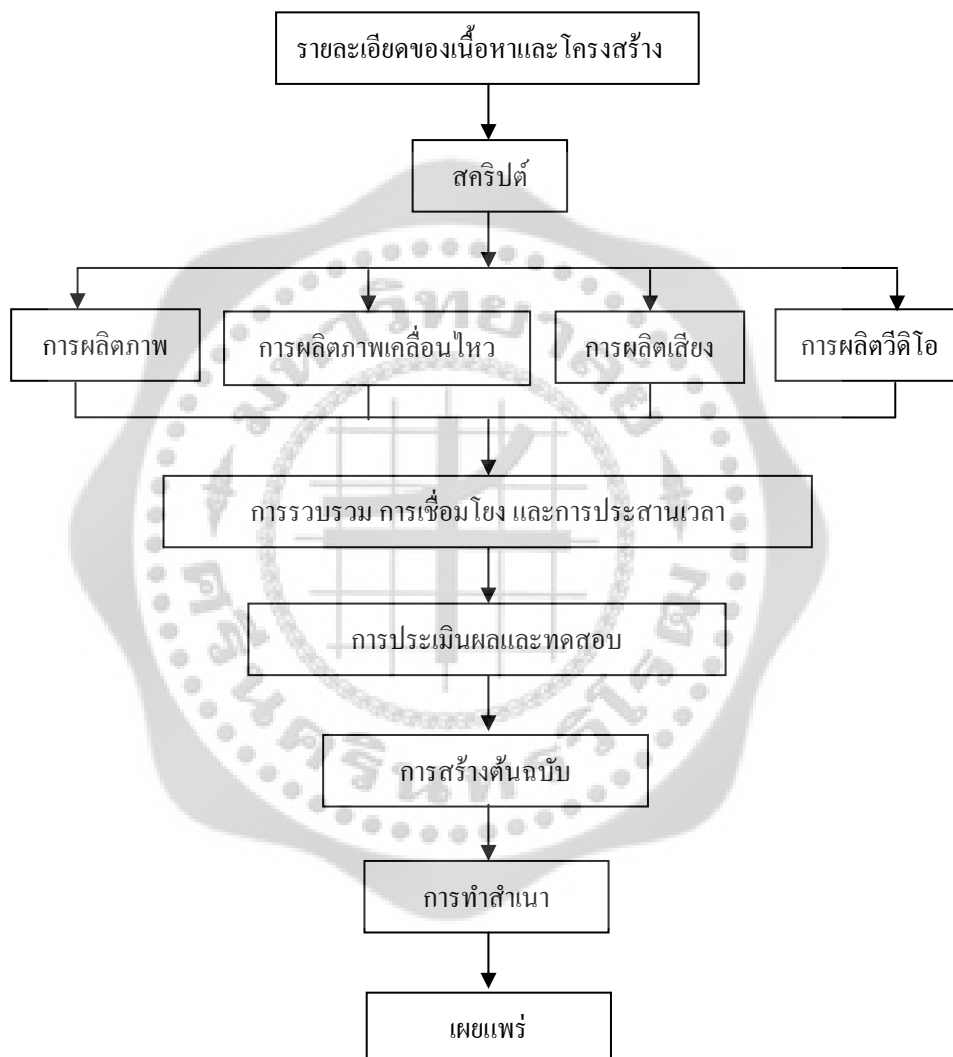
การสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีคุณภาพนั้นควรประกอบด้วยบุคลากรทั้ง 3 ฝ่าย ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชา นักออกแบบสื่อ และโปรแกรมเมอร์ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาจะต้องมีความรู้ในเนื้อหาวิชา และมีความรู้เกี่ยวกับคุณลักษณะของผู้เรียน นักออกแบบสื่อจะต้องมีความเข้าใจในหลักการเรียนรู้ในระหว่างที่มีการเรียนการสอน และนักเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะต้องอธิบายให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาและนักออกแบบสื่อทราบถึงความสามารถในการทำงานของโปรแกรม ในบางครั้งคุณสมบัติทั้งหมดที่กล่าวมาอาจอยู่ในคนๆ เดียว หรือสองคนก็ได้ ทั้ง 3 ฝ่ายควรมีการประชุมกันก่อนผลิตสื่อ เพื่อความเข้าใจที่ตรงกันจากนั้นผู้เชี่ยวชาญวิชา และนักออกแบบสื่อจะช่วยกันผลิตสตอรี่บอร์ด (Story Board) เพื่อส่งให้โปรแกรมเมอร์ผลิตบทเรียนขึ้นมา เมื่อสร้างเสร็จแล้วจึงมีการประเมินสื่อและปรับปรุงบทเรียน จากนั้นจึงนำไปทดลองใช้และแก้ไขข้อบกพร่องที่พบจนได้เป็นชิ้นงานสำเร็จ (สิทธิพร บุญญานุกวัตร. 2540: 25)



ภาพประกอบ 12 ขั้นตอนการออกแบบสื่อด้วยบุคลากรทั้ง 3 ฝ่าย

สิ่งที่ปรากฏอย่างสม่ำเสมอในขั้นตอนการผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ คือ การสร้าง (Authoring) และการเลียนแบบ (Emulation) ลำดับขั้นตอนการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ จะประกอบด้วย

- 1) การเขียนสคริปต์และทรัพยากรพวกมัลติมีเดีย (ตัวอักษร เสียง ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว วิดีโอ เป็นต้น)
- 2) การรวบรวมการเชื่อมโยง และทำให้ทรัพยากรทั้งหมดเข้าด้วยกันได้ในรูปแบบของหนังสือ ในการประเมินผล และทดสอบจะใช้ซอฟต์แวร์เลียนแบบรูปแบบของหนังสือ ดังภาพประกอบต่อไปนี้

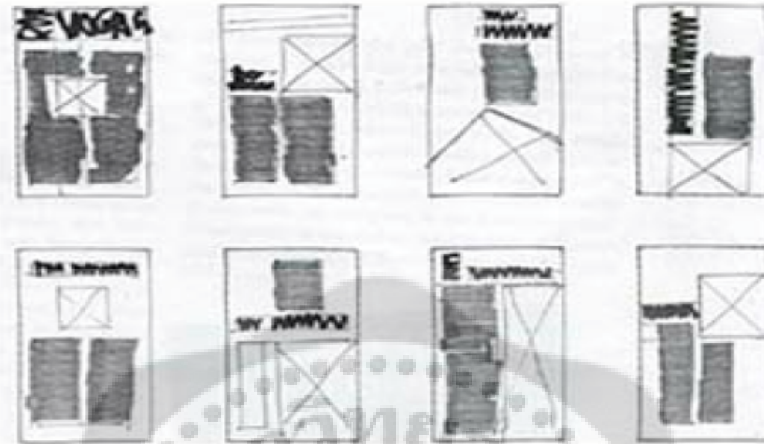


ภาพประกอบ 13 โมเดลการผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

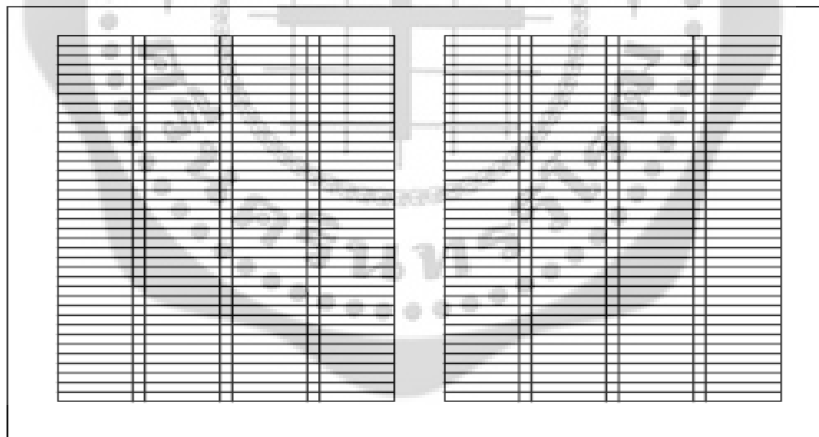
ขั้นตอนการเขียนสคริปต์มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ (Collins. 1991: 134 – 137)

1. สร้างแนวความคิดคร่าวๆ เป็นภาพเล็กๆ เขียนอย่างหยาบๆ ที่เรียกว่า ธีมเนล (Thumbnail) บนกริด (Grid) กริดเป็นพื้นฐานสำคัญของการวางเค้าโครงทั้งหมด ช่วยให้สามารถจินตนาการ

เค้าโครงทั้งหมดได้ อีกทั้งเป็นตัวบอกตำแหน่งของภาพและตัวอักษร ซึ่งจะมีลักษณะเหมือนกันทั้งเล่ม โดยอาจแบ่งเป็น 2, 3, 4, 5, 6 คอลัมน์เท่าๆ กัน และต้องไม่ลืมเว้นช่องว่าง (Margin) เล็กๆ เอาไว้ด้วย



ภาพประกอบ 14 ตัวอย่างธีมเนล



ภาพประกอบ 15 ตัวอย่างกริด

2. เมื่อสร้างธีมเนลได้ 1 รูปแล้ว ควรออกแบบเพิ่มเติมเอาไว้อีกหลายๆ แบบ เพื่อค้นหารูปแบบที่เหมาะสมที่สุด
3. เลือกธีมเนลที่คิดว่า เหมาะสมที่สุดเพียงรูปแบบเดียวมาปรับให้มีขนาดเท่าจริง แต่ยังคงเป็นภาพร่างแบบหยาบๆ อยู่
4. ปรับภาพร่างแบบหยาบๆ ขนาดเท่าจริงให้มีความละเอียดขึ้น

5. ตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง

6. จัดทำชิ้นงานจริงสิ่งที่ต้องไม่ลืมในการเขียนสคริปต์นั้นคือ เมื่อมีแนวความคิดใหม่ๆ เกิดขึ้นต้องรีบร่างภาพนั้นเอาไว้ทันทีในรูปแบบของ ชัมเนล โดยไม่ต้องเจาะลึกในรายละเอียดในขั้นตอนนี้ ในส่วนของตัวเนื้อหาให้ใช้แทนด้วยเส้นโดยไม่ต้องเขียนเนื้อหาลงไป แต่ทั้งนี้ต้องเขียนโดยใช้สเกลและสัดส่วนที่ถูกต้อง แล้วค่อยปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้นต่อไป

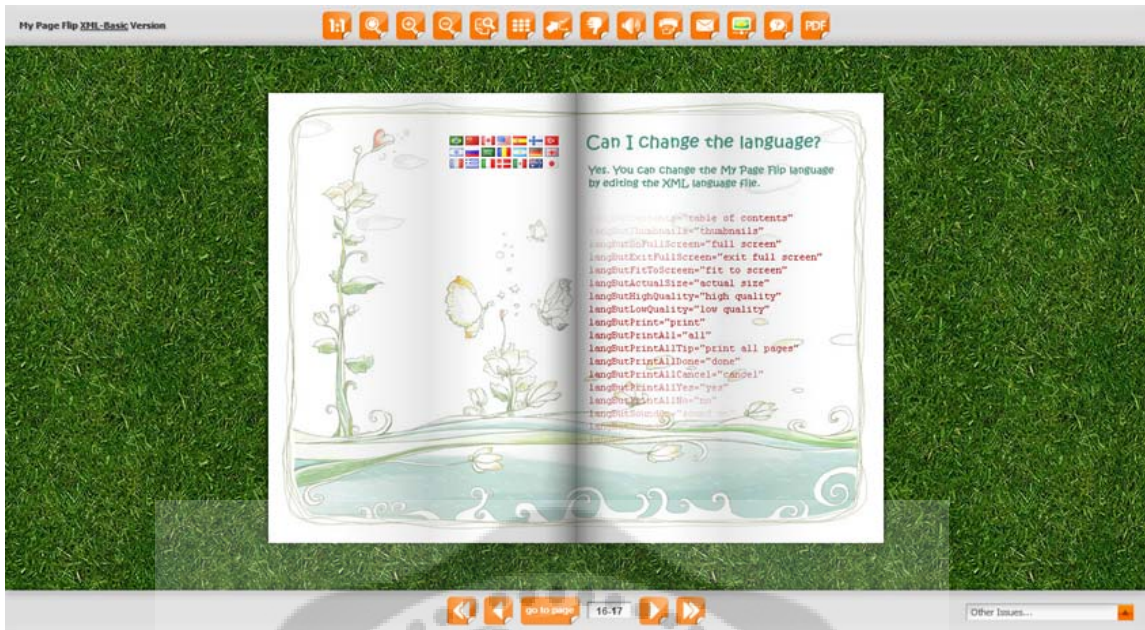
จากการศึกษาเอกสารดังกล่าวสรุปได้ว่า การออกแบบและพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์จะต้องมีการวางแผนการดำเนินการ เพื่อที่จะออกแบบองค์ประกอบในแต่ละส่วนของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ตรงกับวัตถุประสงค์ของหนังสือ การผลิตหนังสือจะต้องมีการเตรียมข้อมูลต่างๆ อย่างชัดเจนและอาจสามารถประยุกต์กับการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนประเภทอื่นๆ ได้ โดยมีขั้นตอนด้าน จากการศึกษาวิเคราะห์เนื้อหา เพื่อกำหนดขอบข่ายและรูปแบบการนำเสนอ เพื่อเตรียมทรัพยากรที่ต้องใช้ จากนั้นทำการเขียนโครงสร้างการเชื่อมโยงข้อมูลทั้งภายในและภายนอกหนังสือ การเขียนสคริปต์และร่างรูปแบบหน้าจอในลักษณะชัมเนล จัดรูปแบบการนำเสนอส่วนกิจกรรม เมื่อทำการสร้างเสร็จแล้วจึงควรนำไปทดสอบหาประสิทธิภาพ ตลอดจนกระทั่งกระบวนการใช้และเผยแพร่ จึงจะทำให้เกิดหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ดี

1.8 เครื่องมือสนับสนุนและควบคุมการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์

เครื่องมือสนับสนุนและควบคุมการใช้ที่ใช้ในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เป็นส่วนสำคัญในการช่วยอำนวยความสะดวกให้ผู้อ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น (Wilson; & Landoni. 2002: Online) และจากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องมือสนับสนุนและควบคุมการใช้งานของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ จากบริษัทพัฒนาโปรแกรมในการอ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ แบบพลิกหน้า (Flip) โดยเป็นโปรแกรมสำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (PC Computer) หรือเครื่องคอมพิวเตอร์แบบกระเป๋าหิ้ว (Notebook Computer) พบว่า มีเครื่องมือหลักๆ ดังนี้

1.8.1 กลุ่มเครื่องมือเกี่ยวกับมุมมองภาพ

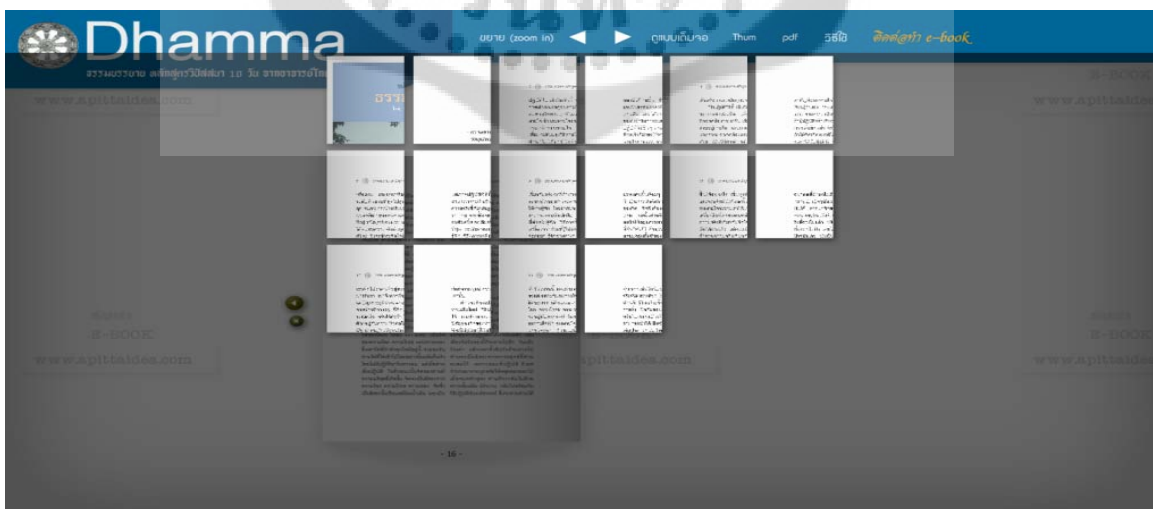
1.8.1.1 เครื่องมือมุมมองเท่าขนาดจริง (Actual Size) หมายถึง มุมมองที่มีการมองเห็นขนาดหนังสือเท่ากับของจริงตามที่ได้สร้างขึ้นงานไว้ เมื่อผู้อ่านเลือกใช้เครื่องมือนี้ ขนาดภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์จะถูกปรับขนาดให้เท่ากับขนาดชิ้นงานที่ผู้สร้างได้พัฒนา



ภาพประกอบ 16 ตัวอย่างลักษณะเครื่องมือของบริษัท My Page Flip

ที่มา www.mypageflip.com (2009: Online)

1.8.1.2 เครื่องมือแสดงตัวอย่างหน้าขนาดเล็ก (Thumbnails) หมายถึง เครื่องมือที่เมื่อผู้อ่านเลือกใช้ปรากฏรูปภาพตัวอย่างของหน้าหนังสือในเล่ม เพื่อให้ผู้อ่านสามารถเข้าถึงข้อมูลเนื้อหาภายในที่ต้องการได้สะดวกขึ้น



ภาพประกอบ 17 แสดงตัวอย่างลักษณะเครื่องมือ Thumbnails ของบริษัท Apitta Idea

ที่มา: www.apittaidea.com (2009: Online)

1.8.1.3 เครื่องมือปรับมุมมองพอดีหน้าจอ (Fit to Screen) หมายถึง เครื่องมือที่เมื่อผู้อ่านเลือกใช้จะปรับมุมมองที่จะเห็นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีขนาดพอดีกับกรอบที่เตรียมไว้ให้ เพื่อให้เห็นภาพรวมของหน้าหนังสือทั้งหมด

1.8.1.4 เครื่องมือปรับขยายขนาดมุมมอง (Zoom in) หมายถึง เครื่องมือที่เมื่อผู้อ่านเลือกใช้จะปรับขยายขนาดของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ให้ใหญ่ขึ้นเพื่อให้ผู้อ่านเห็นข้อมูลที่จะนำเสนอได้ชัดเจน

1.8.1.5 เครื่องมือปรับลดขนาดมุมมอง (Zoom out) หมายถึง เครื่องมือที่เมื่อผู้อ่านเลือกใช้จะปรับขยายขนาดของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ให้เล็กลงหรือไกลขึ้น เพื่อให้ผู้อ่านเห็นข้อมูลที่จะนำเสนอในลักษณะภาพรวมได้มากขึ้น

1.8.1.6 เครื่องมือปรับขนาดมุมมองเต็มหน้าจอ (Full Screen) หมายถึง เครื่องมือที่เมื่อผู้อ่านเลือกใช้จะปรับขยายขนาดของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ให้มีขนาดเต็มหน้าจอการนำเสนอ

1.8.1.7 เครื่องมือออกจากมุมมองเต็มหน้าจอ (Exit Full Screen) หรือหากกำลังมีการนำเสนอในขนาดเต็มหน้าจออยู่ เมื่อเลือกที่เครื่องมือนี้ จะกลับมาเป็นมุมมองแบบปกติ ซึ่งมีการวางไว้ตำแหน่งเดียวกับเครื่องมือมุมมองเต็มหน้าจอ

1.8.1.8 เครื่องมือปรับมุมมองมิติแนวตั้ง (Tilt Angle) หมายถึง เครื่องมือที่มีการปรับมุมมองในแนวตั้งของหนังสือให้มีลักษณะเป็นมิติ เพื่อให้ผู้อ่านมีความรู้สึกเสมือนการใช้มือถือหนังสือ (www.3dpageflip. 2009: Online)



ภาพประกอบ 18 แสดงตัวอย่างลักษณะเครื่องมือของบริษัท 3D Page Flip

ที่มา: <http://www.3dpageflip.com> (2009: Online)

1.8.1.9 เครื่องมือปรับคุณภาพการนำเสนอ (High Quality and Low Quality) หมายถึง เครื่องมือที่เมื่อผู้อ่านเลือกใช้จะปรับคุณภาพของตัวอักษร รูปภาพในการนำเสนอข้อมูลให้ลดต่ำลง หรือ สูงขึ้นเพื่อให้เหมาะสมกับการความเร็วในการส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย

1.8.2 กลุ่มเครื่องมือเกี่ยวกับการควบคุมและการเข้าถึงข้อมูล

1.8.2.1 เครื่องมือหน้าถัดไป (Next Page) หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ช่วยในการเปิดหนังสือหน้าถัดไปจากหน้าที่กำลังเปิด

1.8.2.2 เครื่องมือหน้าก่อนหน้า (Previous Page) หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ช่วยในการเปิดอ่านหนังสือหน้าก่อนหน้าที่จะถึงหน้าที่กำลังเปิด

1.8.2.3 เครื่องมือกลับหน้าปก (Cover) หมายถึง เครื่องมือที่ช่วยในการเปิดย้อนกลับไปสู่หน้าปกของหนังสือ

1.8.2.4 เครื่องมือไปหน้าสุดท้าย (Back Cover) หมายถึง เครื่องมือที่ช่วยในการเปิดไปหน้าสุดท้ายหรือปกหลังของหนังสือ

1.8.2.5 เครื่องมือไปหน้าที่ต้องการ (Go to Page) หมายถึง เครื่องมือที่เป็นตัวนำทางที่ให้อ่านเข้าถึงข้อมูลในหน้าที่ต้องการได้สะดวกขึ้น โดยผู้อ่านจะระบุเลขหน้าของหนังสือที่ต้องการอ่าน แล้วเลือกที่เครื่องมือ Go to Page หนังสือก็จะนำเสนอข้อมูลในหน้าดังกล่าว

1.8.2.6 เครื่องมือสารบัญ (Table of Contents) หมายถึง เครื่องมือที่เมื่อผู้อ่านเลือกใช้ปรากฏข้อมูลหัวข้อหลักของหนังสือภายในเล่ม มีลักษณะคล้ายกับหน้าสารบัญ จะเพื่อให้อ่านเลือกหรือพิมพ์ข้อความที่เป็นหัวข้อหลัก ทำให้อ่านสะดวกในการเข้าถึงข้อมูลที่ต้องการ

1.8.2.7 เครื่องมือคั่นหน้า (Book Mark) เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้อ่านเข้าถึงหน้าที่สำคัญของแต่ละส่วนในเนื้อหา โดยเมื่อผู้อ่านทำการอ่านหนังสือแล้วสามารถใช้เครื่องมือดังกล่าว เป็นการคั่นไว้ เพื่อสะดวกในการเข้าถึงเนื้อหาในหน้านั้นอีกครั้งเมื่อต้องการ

1.8.2.8 เครื่องมือค้นหา (Search) หมายถึง เครื่องมือที่ช่วยในการค้นหาคำ หรือข้อความที่ผู้อ่านสนใจภายในหนังสือ โดยการพิมพ์ข้อความ หรือคำที่ต้องการลงในพื้นที่ที่จัดไว้ เพื่อสะดวกในการเข้าถึงข้อมูลง่ายขึ้น (www.flippingbook. 2009: Online)

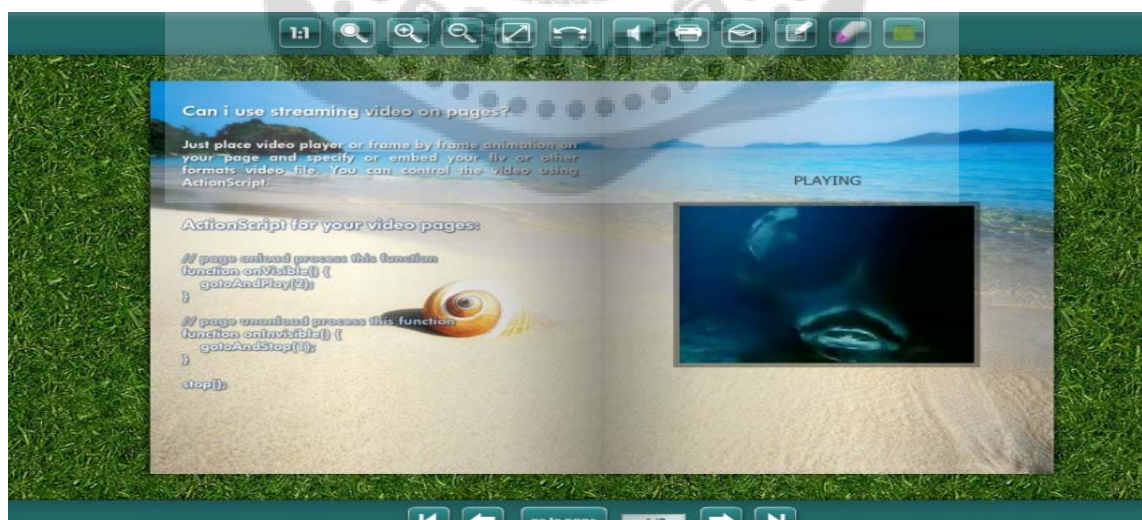


ภาพประกอบ 19 แสดงตัวอย่างเครื่องมือ Search ของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ บริษัท Flipping Book

ที่มา: <http://flippingbook.com/> (2009: Online)

1.8.3 กลุ่มเครื่องมืออื่นๆ

1.8.3.1 เครื่องมือการเปลี่ยนฉากหลัง (Background) หมายถึง เครื่องมือที่เมื่อผู้อ่านเลือกจะสามารถปรับเปลี่ยนสีหรือภาพฉากหลังที่อยู่ด้านนอกของหนังสือและเสียงดนตรี หรือเสียงประกอบในลักษณะเสียงพื้นหลังของหนังสือที่มีความเหมาะสมกับเนื้อหา (www.flashpageflip.com. 2009: online)



ภาพประกอบ 20 แสดงตัวอย่างเครื่องมือ Background จากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ บริษัท Flash Page Flip ที่มา www.flashpageflip.com (2009: Online)

1.8.3.2 เครื่องมือควบคุมเสียง (Sound on / Sound off) หมายถึง เครื่องมือที่เมื่อผู้อ่านเลือกจะสามารถเปิดและปิดเสียงที่เป็นเสียงพื้นหลังของหนังสือ แต่ไม่สามารถควบคุมการเปิดปิดเสนอในลักษณะวีดิทัศน์ในเล่มหนังสือได้ เนื่องจากการควบคุมวีดิทัศน์ที่นำเสนอในหนังสือนั้น จะมีเครื่องมือที่ใช้ในการควบคุมติดตั้งมาแล้ว ซึ่งผู้อ่านสามารถควบคุมวีดิทัศน์และปรับความดังของระดับเสียงได้ในไฟล์ที่นำเสนอวีดิทัศน์

1.8.3.3 เครื่องมือจดบันทึก (Add Note) หมายถึง เครื่องมือที่ผู้อ่านสามารถบันทึกข้อความที่สำคัญจากการอ่านหนังสือในหน้านั้น และทำการบันทึกข้อความดังกล่าวไว้ได้

1.8.3.4 เครื่องมือช่วยเหลือ (Help) หมายถึง เครื่องมือที่เมื่อผู้อ่านเลือกใช้ปรากฏข้อมูลเกี่ยวกับคำชี้แจงในการใช้หนังสือหรือเครื่องมือต่างๆ ที่ควบคุมการใช้หนังสือ

1.8.3.5 เครื่องมือสั่งพิมพ์ (Print) หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ในการสั่งพิมพ์หนังสือ โดยเมื่อผู้อ่านเลือกใช้ปรากฏหน้าต่างคำถามถึงหน้าในหนังสือที่ต้องการสั่งให้พิมพ์ เพื่อให้ผู้อ่านได้เลือกว่าทำการสั่งพิมพ์หน้าใดตามที่ต้องการ ซึ่งในการสั่งพิมพ์มีข้อจำกัดในกรณีที่เนื้อหาเป็นภาพเคลื่อนไหว หนังสือจะสั่งพิมพ์ภาพนิ่งล่าสุดที่ภาพเคลื่อนไหวนำเสนอ

1.8.3.6 เครื่องมือบันทึกหนังสือเป็นไฟล์ PDF (Download PDF) หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ในการขอบันทึกไฟล์ข้อมูลหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เป็นไฟล์ประเภท PDF (Portable Document Format) ซึ่งจัดทำในลักษณะที่ไม่มีความเคลื่อนไหว

1.8.3.7 เครื่องมือเลือกข้อความ (Select Text) หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ช่วยให้ผู้อ่านเลือกข้อความที่เป็นเนื้อหาในหนังสือได้ ทำให้สามารถคัดลอกข้อความในหนังสือได้สะดวก (flippingbook. 2009)

1.8.3.8 เครื่องมือแบ่งปันหนังสือ (Share) หมายถึง เครื่องมือสำหรับการให้ผู้อ่านแบ่งปันหนังสือผ่านโปรแกรมประเภทเครือข่ายสังคมออนไลน์ (Social Media) เช่น Facebook, Twitter และการแบ่งปันผ่านไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์



ภาพประกอบ 21 แสดงตัวอย่างลักษณะเครื่องมือ Share ของบริษัท Flip Snack

ที่มา: www.flipsnack.com (2009: Online)

จากการศึกษาเครื่องมือสนับสนุนและการควบคุมการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ จากบริษัทที่ทำการสร้างโปรแกรมอ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ สามารถสรุปเป็นตารางได้ ดังต่อไปนี้

ตาราง 2 แสดงการวิเคราะห์เครื่องมือสนับสนุนและควบคุมการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์

เครื่องมือสนับสนุนและควบคุม	ผู้ผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์					
	My Flip	Page Flipping Book	Flip Snack	3D Page Flip	Flash Page Flip	Apitta Idea
1. กลุ่มเครื่องมือเกี่ยวกับมุมมองภาพ						
1.1 เครื่องมือมุมมองเท่าขนาดจริง (Actual Size)	✓				✓	
1.2 เครื่องมือแสดงตัวอย่างหน้าขนาดเล็ก (Thumbnails)	✓	✓	✓	✓		✓
1.3 เครื่องมือปรับมุมมองพอดีหน้าจอ (Fit to Screen)	✓				✓	
1.4 เครื่องมือปรับขยายขนาดมุมมอง (Zoom in)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1.5 เครื่องมือปรับลดขนาดมุมมอง (Zoom out)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1.6 เครื่องมือปรับขนาดมุมมองเต็มหน้าจอ (Full Screen)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1.7 เครื่องมือออกจากมุมมองเต็มหน้าจอ (Exit full Screen)	✓	✓	✓	✓	✓	
1.8 เครื่องมือปรับมุมมองมิติแนวตั้ง (Tilt Angle)				✓		
1.9 เครื่องมือปรับคุณภาพการนำเสนอ (High Quality and Low Quality)	✓				✓	
2. กลุ่มเครื่องมือเกี่ยวกับการควบคุมและการเข้าถึงข้อมูล						
2.1 เครื่องมือหน้าถัดไป (Next Page)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2.2 เครื่องมือหน้าก่อนหน้า (Previous Page)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2.3 เครื่องมือกลับหน้าปก (Cover)	✓	✓		✓	✓	
2.4 เครื่องมือไปหน้าสุดท้าย (Back Cover)	✓	✓		✓	✓	
2.5 เครื่องมือไปหน้าที่ต้องการ (Go to Page)	✓	✓		✓	✓	
2.6 เครื่องมือสารบัญ (Table of Contents)	✓	✓		✓		
2.7 เครื่องมือคั่นหน้า (Bookmark)				✓		
2.8 เครื่องมือค้นหา (Search)		✓		✓		
3. กลุ่มเครื่องมืออื่น ๆ						
3.1 เครื่องมือการเปลี่ยนฉากหลัง (Background)	✓				✓	
3.2 เครื่องมือควบคุมเสียง (Sound on / Sound off)	✓		✓	✓	✓	
3.3 เครื่องมือจดบันทึก (Add Note)					✓	
3.4 เครื่องมือช่วยเหลือ (Help)	✓			✓		✓
3.5 เครื่องมือสั่งพิมพ์ (Print)	✓			✓	✓	
3.6 เครื่องมือบันทึกหนังสือเป็นไฟล์ PDF (Download PDF)	✓		✓	✓	✓	✓
3.7 เครื่องมือเลือกข้อความ (Select Text)		✓				
3.8 เครื่องมือแบ่งปันหนังสือ (Share)	✓	✓		✓	✓	

1.9 ความแตกต่างระหว่างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์กับบทเรียนคอมพิวเตอร์

สื่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์กับสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์เป็นสื่อการเรียนการสอนที่สำคัญในระบบการเรียนการสอนบนโลกเครือข่าย จากการศึกษาเอกสารต่างๆ พบว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์และสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มีความแตกต่างกันบางประการโดยสามารถสรุปได้ ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 3 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างทางคุณสมบัติของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์กับบทเรียนคอมพิวเตอร์

คุณสมบัติ	บทเรียนคอมพิวเตอร์	หนังสืออิเล็กทรอนิกส์
1. ที่มา	- บทเรียนโปรแกรม	- หนังสือเล่ม
2. โครงสร้าง	- สื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์	- โครงสร้างหนังสือ
3. การออกแบบลักษณะหน้าจอ	- สัดส่วนตามลักษณะหน้าจอบทเรียนคอมพิวเตอร์	- สัดส่วนเสมือนหนังสือปกติ
4. การใส่เนื้อหา	- สรุปเนื้อหาสั้นๆ เป็นประเด็นสำคัญ	- ใส่รายละเอียดของเนื้อหาได้
5. วิธีการใช้งาน	- ใช้ได้กับเครื่องคอมพิวเตอร์อย่างเดียว	- สามารถใช้ได้ทั้งจากเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ และจากอุปกรณ์สำหรับอ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์โดยเฉพาะ และสามารถพิมพ์มาอ่านแบบหนังสือปกติได้ แต่อาจมีข้อจำกัดด้านภาพเคลื่อนไหวและเสียง
6. การเปลี่ยนหน้า	- ลักษณะการ Fade	- การพลิกหน้าเหมือนหนังสือปกติ (Flip)
7. การควบคุมการเรียน	- ควบคุมตามลำดับโปรแกรมที่ผู้ผลิตบทเรียนออกแบบไว้	- ควบคุมอย่างอิสระจากผู้อ่าน / ผู้เรียน
8. การปรับปรุงข้อมูล	- ใช้เวลาและงบประมาณสูง	- ทำได้ง่ายและค่าใช้จ่ายไม่แพง
9. การทำเครื่องหมายลงในบทเรียน	- ไม่สามารถทำหมายเหตุประกอบได้	- สามารถทำหมายเหตุประกอบได้โดยอยู่กับโปรแกรมการอ่าน

ดังนั้นจากข้อมูลดังกล่าวจึงสรุปได้ว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์จะมีลักษณะเฉพาะบางประการที่สำคัญแตกต่างกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ เช่น เป้าหมาย ปริมาณเนื้อหา กระบวนการเรียน ลักษณะการควบคุมการเรียน เป็นต้น ซึ่งผู้พัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ควรพัฒนาตามแนวทางและลักษณะดังกล่าว

1.10 การประเมินหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษา

การนำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มาใช้ในการศึกษานั้นได้มีการเริ่มนำมาใช้กันอย่างกว้างขวาง ไตแอช (Diaz, 2003: Online) นักการศึกษาแห่งประเทศสเปน ได้เสนอเกณฑ์ที่

จะใช้ในการประเมินหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษาโดยแบ่งแยกออกเป็นสองด้านกว้างๆ คือ การใช้ประโยชน์ทางการศึกษา และการออกแบบหน้าจอสำหรับผู้อ่าน ซึ่งสามารถสรุปได้ ดังนี้

ตาราง 4 สรุปแนวทางในการประเมินหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษา

เป้าหมายการประเมิน	เกณฑ์	ปัจจัย
1. การใช้ประโยชน์ทางการศึกษา	<ul style="list-style-type: none"> - ความเพียบพร้อม (Richness) - ความสมบูรณ์ (Completeness) - การจูงใจ (Motivation) - โครงสร้างไฮเปอร์เท็กซ์ (Hypertext Structure) - การควบคุมด้วยตนเอง (Autonomy) - ความสามารถ (Competence) - การยืดหยุ่น (Flexibility) 	<ul style="list-style-type: none"> - ปริมาณของข้อมูล - การเข้าถึงข้อมูลเช่นปริมาณตัวนำทาง - ความหลากหลายในการนำเสนอ - ประเภทของแบบฝึกหัดและกิจกรรม - ความครอบคลุมวัตถุประสงค์ - กิจกรรมการเรียนรู้ที่สนองต่อจุดประสงค์ - เครื่องมือสนับสนุนการใช้ - การสนับสนุนการสื่อสารระหว่างผู้ใช้ - การสนับสนุนให้เกิดกิจกรรมเชื่อมความสัมพันธ์ - มีเครื่องมือให้ผู้ประเมินตนเอง - ให้ข้อมูลป้อนกลับสำหรับแบบฝึกหัด - กิจกรรมนอกเหนือจากการเรียน - การปรับเปลี่ยนเครื่องมือและกิจกรรมให้เหมาะกับ ผู้เรียนแต่ละคน - การเชื่อมลไฮเปอร์เท็กซ์ที่สมบูรณ์ - การเพิ่มให้เห็นการเชื่อมโยงในหน่วยต่างๆ - มีการวางโครงสร้างตามลำดับขั้น - การเชื่อมโยงทรัพยากรมีความเหมาะสมและสมดุล - มีการควบคุมการเรียนอย่างมีปฏิสัมพันธ์ได้อย่างอิสระ - มีเครื่องมือในการช่วยเหลือป้องกันการหลงทางในหนังสือ - มีระดับของการควบคุมที่หลากหลาย - ใช้ได้กับผู้เรียนหลายระดับ - เครื่องมือในการช่วยเหลือ - การปรับเปลี่ยนเครื่องมือให้เหมาะกับ ผู้เรียนแต่ละคน - ใช้ได้ในระบบที่หลากหลาย - โครงสร้างและระบบทางสถาปัตยกรรมที่นำมาใช้ง่ายต่อการแก้ไข

ตาราง 4 (ต่อ)

เป้าหมายการประเมิน	เกณฑ์	ปัจจัย
2. การออกแบบ หน้าจอสําหรับผู้ใช้	- ความสวยงาม (Aesthetic)	- การย่อหน้าที่เหมาะสม - จังหวะในการนำเสนอด้วยสื่อที่หลากหลาย - ความหนาแน่นในแต่ละหน้า - ความเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย
	- ความสอดคล้อง (Consistency)	- การจัดวางพื้นที่หน้าจอที่กลมกลืน - ความกลมกลืนของการใส่ข้อความและเครื่องหมายต่าง ๆ - ความสอดคล้องในการออกแบบปุ่ม ไอคอน เมนู - การออกแบบหน้าจอโดยรวม เช่น สี พื้นหลัง เสียง
	- ความเป็นตัวตนของสื่อ (Self-Evidence)	- สอดคล้องกับประเภทหนังสือ - การควบคุมการออกแบบในแต่ละหน้าให้สื่อชัดเจน - มีคุณสมบัติของมัลติมีเดีย - มีส่วนเชื่อมโยงที่พอเพียง - การใช้คำที่สื่อความหมาย
	- ความเป็นธรรมชาติ (Naturalness of Metaphors)	- ความเหมาะสมทางคอนเซ็ปต์ เสนอเพื่อสู่วัตถุประสงค์ของ การเรียนรู้ - มีประสิทธิภาพ
	- ความสามารถในการ ทำนาย (Predictability)	- มีการออกแบบให้ผู้ใช้สามารถคาดเดาความหมายที่ต้องการ สื่อได้ หรือผู้ใช้รู้ว่าทำสิ่งใดจะเกิดสิ่งใด

ดังนั้นการศึกษาแนวทางการประเมินหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เพื่อการเรียนดังกล่าว จึงสรุปได้ว่าประเด็นที่ผู้พัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษาควรที่จะให้ความสำคัญในการออกแบบ และพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์คือ ในด้านการใช้ประโยชน์ทางการศึกษาที่จะต้องคำนึงถึงกระบวนการใช้หลักการทางจิตวิทยาการเรียนรู้ เครื่องมือที่ช่วยในการสนับสนุนและส่วนที่สำคัญอย่างที่สองคือ การออกแบบลักษณะหน้าจอเพื่อให้สวยงาม สอดคล้องกลมกลืน ง่ายต่อการอ่านและการทำความเข้าใจและคาดเดาทำให้สื่อความหมายได้ชัดเจน

1.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

บาร์คเกอร์ และ กิลเลอร์ (Barker; & Giller. 1992) เป็นผู้ที่มิบบทบาทอย่างมากในการวิจัยเกี่ยวกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ โดยได้เริ่มทำวิจัยเกี่ยวกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ตั้งแต่ช่วงปี 1990 ซึ่งมีการค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับรูปลักษณะของการผลิตและการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ให้เป็นประโยชน์ เพื่อทดลองและกำหนดแนวทางในการออกแบบและผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ซึ่งทั้งสองได้ค้นพบรูปแบบระดับสูงในการออกแบบโมเดล และคำแนะนำในการออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ นอกจากนี้ พวกเขายังได้มีการศึกษาเกี่ยวกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เป็นกรณีพิเศษ 7 ตัวอย่าง โดย 4 ตัวอย่างแรกจะเป็นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เพื่อการค้า และ 3 ตัวอย่างหลังเพื่อการวิจัยและพัฒนาในห้องทดลอง ดังนี้

1. เอ็นไซโคลพีเดียโกรเลียร์ (The Grolier Encyclopedia) เอ็นไซโคลพีเดียโกรเลียร์บนซีดีรอมเป็นตัวอย่างของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีเครื่องอำนวยความสะดวกในการแก้ไขข้อมูลข่าวสารและโน้ตแพด ใช้งานได้บรรจุข้อมูลฉบับเอกสารของเอ็นไซโคลพีเดีย การศึกษาอเมริกัน (Academic American Encyclopedia) ใ้รวม 21 เล่ม บนซีดีรอม 1 แผ่น สิ่งพิเศษที่มีในเอ็นไซโคลพีเดียโกรเลียร์ คือ ดัชนีหัวเรื่องตามลำดับอักษร ดัชนีตามคำในเอ็นไซโคลพีเดีย (เรียงตามคำ เช่น 'an', 'and', 'the' เป็นต้น) คำเต็มมากกว่า 30,000 คำ บทความ (รวมมากกว่า 9 ล้านคำ) ในการค้นหาคำจะใช้พื้นฐาน 3 ประการ คือ ค้นหาตามดัชนีคำ (ประมาณ 136,750 คำ) ค้นหาตามดัชนี หัวเรื่อง (30,000 หัวเรื่อง) และค้นหาแบบบูลีน (Boolean Search) โดยการใช้ดัชนีคำ ซึ่งทำให้การค้นหาคำเป็นไปได้อย่างขึ้น

2. เอ็นไซโคลพีเดียคอมตัน (Compton's Multimedia Encyclopedia) เอ็นไซโคลพีเดียโกรเลียร์ ที่ได้กล่าวถึงข้างต้นนั้นเป็นการพิมพ์ที่มีเฉพาะตัวอักษร แต่เอ็นไซโคลพีเดียคอมตัน เป็นการพิมพ์แบบมัลติมีเดียที่รวมเอาตัวอักษร เสียง และภาพเข้าไว้ด้วยกัน สามารถบรรจุตัวอักษรไว้ได้ 26 เล่มของเอกสารกระดาษ เก็บภาพได้มากกว่า 15,000 ภาพ (ภาพถ่าย ภาพประกอบ แผนที่ กราฟ และแผนภูมิ) ภาพเคลื่อนไหว 45 ภาพ พจนานุกรมและเสียง 60 นาที (ทั้งเพลง คำพูดและภาพเคลื่อนไหว) ข้อมูลที่บรรจุไว้จะสามารถค้นหาได้ 8 ทาง ซึ่งมีการติดต่อกับผู้ใช้แบบเชื่อมประสานด้วยกราฟิก (Graphic User Interface) แต่ละส่วนจะมีการนำเสนอโดยไอคอน (Icon) ซึ่งอยู่ในรายการเมนูหลักให้เลือกค้นหา ซึ่งมี 8 ทางคือ 1) การค้นหาตามความมุ่งหมาย (Idea Search) 2) การค้นหาตามหัวเรื่อง (Title Finder) 3) การแสดงตามลำดับหัวข้อ (Topic Tree) 4) การค้นหาภาพ (Picture Explorer) 5) การค้นหาตามเส้นทางเดิม (History Timeline) 6) สมุดแผนที่โลก (World Atlas) 7) บทความสารคดี (Science Feature Articles) และ 8) ผู้ช่วยค้นคว้าวิจัย (Researcher's Assistance)

นอกจากไอคอนค้นหาทั้ง 8 แล้ว ยังมีอุปกรณ์อำนวยความสะดวกที่สำคัญอีก เช่น เครื่องช่วยเหลือ (Help Facilities) แนวทางการค้นหา (Back-Track Mechanism) โน้ตแพด อุปกรณ์ทำบุ๊คมาร์ค และอุปกรณ์สำหรับตัดและเรียกวางจากเอ็นไซโคลพีเดียไปยังโน้ตแพด ส่วนตัวจากการที่มีเครื่องอำนวยความสะดวกหลายอย่างนี้ โดยเฉพาะผู้ช่วยค้นคว้าวิจัย หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ชนิดนี้จึงมีพลังมหาศาลในการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ (Interactive Learning Environments) ความสามารถ

ในการเป็นที่เก็บเอกสารคุณภาพสูงที่สามารถดึงดูดผู้เรียนได้ เป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์มหาศาลต่อการเรียนรู้ และเป็นวิธีที่สามารถถ่ายทอดความรู้ได้อย่างดีเยี่ยม

3. ห้องสมุดคอมพิวเตอร์ (Computer Library) เทคโนโลยีหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในปัจจุบันสนับสนุนการเผยแพร่ข่าวสาร ตลอดจนการแก้ไขห้องสมุดคอมพิวเตอร์ เป็นตัวอย่างหนึ่งของการเผยแพร่และให้บริการแก้ไข โดยบริษัทโลตัส (Lotus Development Cooperation) และบริษัทซีป (Ziff Communications Company) ซีดีรอมที่เกิดจากห้องสมุดคอมพิวเตอร์จะจัดการกับข้อมูลอย่างรวดเร็ว โดยมีขอบเขตที่กว้างของผลิตภัณฑ์ที่มีความสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์และหัวข้อ เช่น ผลิตภัณฑ์พิเศษ งานวิจารณ์ คำแนะนำด้านเทคนิค ประวัติการผลิตสั้นๆ และอุตสาหกรรมใหม่ พวกเขาจะบรรจุอุปกรณ์ซึ่งได้กลั่นกรองมาจากเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มากกว่า 140 เครื่อง และธุรกิจการพิมพ์ การใช้ระบบนี้ สามารถเป็นไปได้ในการแพร่กระจายไปบนฮาร์ดดิสก์ 67,000 เครื่อง ซอฟต์แวร์และผลิตภัณฑ์การสื่อสารข้อมูลและประวัติการผลิตสั้นๆ มากกว่า 11,000 รายการ

คอมพิวเตอร์ซีดีที่ประกอบด้วย 6 ส่วน ซึ่งเต็มไปด้วยบทความทั้งที่เป็นฉบับเต็มและฉบับย่อ ประวัติของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ประวัติของบริษัท อภิธานศัพท์ของคอมพิวเตอร์ และการสื่อสาร ตลอดจนแนวทางผู้ใช้ออนไลน์ การเผยแพร่ซอฟต์แวร์ลงบนซีดีรอมโดยไม่ต้องมีการติดตั้งก่อนการใช้งาน การค้นหาค่าและสิ่งที่เกี่ยวข้อง คำหรือวลีที่ได้จากการค้นหา จะมีลักษณะเหมือนกับในเอนไซค์โคลปิเดียโกรเลียร์ ในการค้นหาแบบบูลีน ซึ่งจะรวมไปถึงผู้ประพันธ์ ชื่อบริษัทชนิดของผลิตภัณฑ์ หัวข้อและอื่นๆ และซอฟต์แวร์ค้นหาที่ง่ายต่อการใช้งาน ง่ายต่อการพิมพ์ และได้ประสบความสำเร็จ ผู้ใช้จะได้รับประโยชน์จากซีดีรอมนี้อย่างมีนัยสำคัญในการเพิ่มหรือลดผลิตผลทางธุรกิจ

4. หนังสือฝึกหัดการพูด (Disc Talking Books) การวิจัยความรู้เกี่ยวกับการฝึกหัดได้เกิดขึ้นในประเทศแคนาดา ในขอบเขตของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สื่อประสมบนซีดีรอม ตัวอย่างการพิมพ์ชนิดนี้ ได้แก่ ซินเดอเรลลา นิทานกระต่ายของเบนจามิน และนิทานเจ้ากระต่ายปีเตอร์ หนังสือชนิดนี้เป็นตัวอย่าง ของหนังสือภาพนิทานพูดได้สำหรับเด็ก 3 – 9 ขวบ โดยหนังสือแต่ละเล่มจะปรากฏบนหน้าจอคอมพิวเตอร์เหมือนกับการเปิดอ่านหนังสือปกติ หน้าจอจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนขวามือจะเป็นตัวแสดงผล แต่ละหน้าจะบรรจุภาพคุณภาพสูง ตัวอักษรและไอคอนควบคุม และส่วนประกอบที่สำคัญของแต่ละหน้าจะมีไอคอนพูดได้ ซึ่งถือว่าเป็นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์พูดได้ เมื่อกดปุ่มมันจะอ่านดังๆ เป็นภาษาอังกฤษหรือภาษาอื่น พร้อมกับเปิดหน้าจอโดยอัตโนมัติหรืออาจไม่เปิดก็ได้ เมื่อปิดสวิตช์มันจะหยุดพูด และให้ผู้ใช้ออกเสียงตามคำ วลี หรือประโยคนั้น ระหว่างการเล่าเรื่องจะมีเสียงประกอบและดนตรีคลอไป ด้วยเป็นการนำเสนอซึ่งเพิ่มความสมจริงสมจังเข้าไปด้วย ซึ่งสิ่งหนึ่งที่น่าสนใจสำหรับหนังสือฝึกหัดการพูดนี้คือ การปรับปรุงให้ใช้ได้กับเด็กพิเศษในการใช้เป็นรายบุคคล ซึ่งจะต้องเพิ่มเครื่องอำนวยความสะดวกเพิ่มขึ้น ได้แก่ เสียง ปุ่มปรับเสียง ทางเลือกภาษา การแสดงผล เช่น ขนาดรูปแบบ ช่องว่างระหว่างบรรทัด และอื่นๆ และเครื่องมือควบคุมอื่นๆ หนังสือฝึกหัดการพูดนี้ได้รับการออกแบบให้มีมาตรฐานที่สูงมากทั้งในด้านคุณภาพของเสียง ภาพ และความสามารถในการติดต่อของผู้ใช้เป็นรายบุคคล ซึ่งคาดว่าต่อมาจะต้องมีคู่แข่งการพิมพ์ด้านนี้อย่างแน่นอน

5. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับผู้เริ่มต้นเรียนรู้ ผลงานส่วนใหญ่ของการวิจัยของ บาร์คเกอร์ และ กิลเลอร์ มักสร้างสำหรับเด็กเล็กบนซีดีรอม หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ประเภทนี้มีเจตนาที่จะผลิตเพื่อใช้เป็นหนังสือนิทานสื่อประสมอิเล็กทรอนิกส์ ใช้สอนเด็กเล็กเกี่ยวกับตัวอักษรภาษาอังกฤษ ซึ่งได้รวบรวมเกมส์และแบบทดสอบย่อยเอาไว้ หนังสือนี้จะช่วยในการพัฒนาด้านการอ่านของเด็กโดยจะบรรจุนิทานที่มีการเชื่อมโยงแบบไฮเปอร์เท็กซ์เอาไว้ ผู้เรียนสามารถควบคุมหนังสือได้โดยไอคอน พื้นฐานบนจอภาพประกอบด้วย 1) หน้าถัดไป 2) ก่อนหน้านี้ 3) เล่านิทาน 4) แสดงภาพเพิ่มเติม 5) เล่นเกม และ 6) อื่นๆ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ชนิดนี้ได้รับผลตอบรับทางบวกและได้รับการสนับสนุนอย่างดีจาก ทั้งครูและนักเรียน หากเป็นการศึกษาในโรงเรียนจะมีการวัดผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นด้วย หนังสืออิเล็กทรอนิกส์รุ่นแรกนี้เป็นพื้นฐานเริ่มต้นในการใช้ไฮเปอร์เท็กซ์และภาพนิ่ง ปัจจุบันได้มีการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์รุ่นใหม่ ซึ่งจะรวมเอาเสียงประกอบและภาพเคลื่อนไหวได้ด้วย

6. การออกแบบหน้าจอสำหรับการอบรมพื้นฐานคอมพิวเตอร์สิ่งสำคัญในบริบทของการเก็บเอกสารสำคัญของข่าวสาร หนังสืออิเล็กทรอนิกส์จะใช้ประโยชน์ในการเป็นทรัพยากรการสอน เช่นเดียวกับหนังสือทั่วไป เราสามารถใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์สนับสนุนการเรียนรู้ ที่หลากหลาย และประยุกต์ใช้ในงานการอบรม จากความสามารถในการโต้ตอบและดัดแปลงใช้งานง่าย หนังสืออิเล็กทรอนิกส์จึงมีความสามารถในการสอนมากกว่าหนังสือเล่ม เพราะสามารถเป็นผู้ช่วยเหลือนักเรียนในการปฏิสัมพันธ์ และประเมินผลตามหลักสูตรที่ได้ตั้งไว้ นอกจากนี้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ยังสามารถเป็นซอฟต์แวร์ การอบรมพื้นฐานคอมพิวเตอร์ด้วย (Computer-Based Training : CBT) ซึ่งในการค้นหาความสามารถในการสอนของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ บาร์คเกอร์ และ กิลเลอร์ ก็ได้ผลิตพื้นฐานการพิมพ์ออกมาให้ชื่อว่าการออกแบบหน้าจอสำหรับการอบรมพื้นฐานคอมพิวเตอร์ (Screen Design for Computer-Based Training) (Barker; et al. 1992) ซึ่งได้สอนผู้ใช้เกี่ยวกับการออกแบบหน้าจอที่ดีสำหรับการอบรมพื้นฐานคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย 1) การออกแบบหน้าจอ 2) การใช้สี 3) พื้นที่ฟังก์ชัน 4) การใช้ตัวอักษร 5) การใช้ภาพ 6) การออกแบบไอคอน 7) การใช้วินโดวส์และการใช้เมนู 8) เทคนิคการปฏิสัมพันธ์ และ 9) กรณีศึกษาและแบบฝึกหัดการออกแบบ รวมทั้งแบบทดสอบย่อยและประเมินผลความเข้าใจของผู้อ่าน

การออกแบบดังกล่าวนี้ มีความน่าสนใจและน่าตื่นตื้นในการเผยแพร่ เพื่อเป็นทรัพยากรการสอน เนื่องจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีความสำคัญในบริบทของการศึกษาระบบเปิดและการศึกษาทางไกล การพิมพ์นี้จึงมีการตั้งกฎใหญ่ๆ ไว้เพื่องานวิจัยในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สื่อประสมทางไกล เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ที่ยืดหยุ่นโดยซอฟต์แวร์การอบรมพื้นฐานคอมพิวเตอร์ (Barker; & Giller. 1992)

7. การพิมพ์วิทยานิพนธ์บนซีดีรอมจากข้อดีของซีดีรอมกล่าวคือ มีความแข็งแรงทนทาน ความน่าเชื่อถือ มีความสามารถในการเก็บข้อมูลสูง มีเครื่องอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้สามารถเก็บตัวอักษร เสียง ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และการเผยแพร่ที่สะดวกและรวดเร็ว ได้ถูกนำมาใช้ในงานวิทยานิพนธ์แทนที่วิทยานิพนธ์ที่มีพื้นฐานบนกระดาษ ซึ่งมีข้อจำกัดมากมาย (Barker; & et al. 1992) วิทยานิพนธ์เล่มแรกได้มีการจัดพิมพ์ขึ้นบนซีดีรอมได้มีการแปลงตัวหนังสือ แผนภาพ และตาราง

ในหนังสือให้ไปอยู่บนซีดีรอม (Giller. 1992; & Quoted in Barker. 1992: 147) พื้นฐานเหล่านี้ได้ถูกนำไปขยายขอบเขตการสาธิตซอฟต์แวร์ ซึ่งผลิตระหว่างการวิจัย ในการแก้ไขข่าวสารจากซีดีรอม โดยชุดการแก้ไขข้อมูลแบบเต็มซึ่งเรียกว่า รอมแวร์ (Romware) และได้มีการประเมินวิทยานิพนธ์ที่มีพื้นฐานบนกระดาษกับพื้นฐานบนอิเล็กทรอนิกส์ปรากฏว่า พบสิ่งที่น่าสนใจ 3 อย่างของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ คือ 1) ความง่ายในการเผยแพร่ข้อมูลข่าวสาร 2) ความง่ายต่อการใช้งาน และ 3) เพิ่มคุณค่าให้กับวิทยานิพนธ์ จากซอฟต์แวร์การสาธิตและความเป็นพลวัตซึ่งเป็นที่ต้องการของผู้อ่านวิทยานิพนธ์ สิ่งสำคัญของคำถามที่ได้ค้นพบในการพิมพ์วิทยานิพนธ์ลงซีดีรอมคือ การเผยแพร่การวิจัยที่ค้นพบได้เป็นจำนวนมาก

มอลามา วิลสัน และ แลนด์อนี (Malama; Wilson; & Landoni. 2005: Online) กลุ่มนักการศึกษาของประเทศสกอตแลนด์ ทำการศึกษาถึงความต้องการในการอ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ พบว่า ผู้อ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ จะสามารถอ่านได้ช้ากว่าปกติ เนื่องจากผู้ออกแบบส่วนใหญ่ไม่ได้คำนึงถึงการอ่านผ่านหน้าจอ และรูปแบบไฟล์หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้อ่านส่วนใหญ่คิดว่าอ่านได้ง่ายที่สุดคือ ไฟล์ที่อ่านผ่านโปรแกรม Acrobat e-book Reader รวมทั้งคิดว่า เป็นโปรแกรมที่มีคุณภาพมากที่สุด รองลงมาคือ ไฟล์ที่มีลักษณะเป็น Scrolling Book และ Microsoft Reader ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า สิ่งที่ถูกมองตัวอย่างเสนอแนะว่าควรคำนึง ในการออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ องค์ประกอบด้านสารบัญ ที่มีลักษณะการเชื่อมโยงและโครงสร้างทางกายภาพคล้ายกับหนังสือปกติ รูปแบบของตัวอักษรที่อ่านง่าย เครื่องมือในการช่วยค้นหา (Searching Tool) ตัวนำทาง (Navigator) และความสามารถในการเน้นข้อความสำคัญ เพราะจะทำให้การอ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ง่ายขึ้น

นอร์ชูฮาตา และคนอื่นๆ (Norshuhada; et al. 2003: Online) ได้ศึกษาถึงรูปแบบไฟล์ที่เหมาะสมสำหรับการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับเด็ก จะมีลักษณะที่ใกล้เคียงกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับผู้ใหญ่ ซึ่งรูปแบบของไฟล์ที่พบมากเป็นรูปแบบของไฟล์ HTML, Executable (EXE) และ PDF ซึ่งส่วนใหญ่จะมีอ่านจากเครื่องคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ หรือ PC Computer โดยจะอ่านจากโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ Web browser หรือ บรรจุอยู่ในรูปแบบ CD-ROM

วิลสัน และ แลนด์อนี (Wilson; & Landoni. 2002: Online) แห่งมหาวิทยาลัย Strachyde ประเทศสกอตแลนด์ ได้ศึกษาการออกแบบของลักษณะของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ต้องอ่านผ่านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบต่างๆ พบว่า การออกแบบที่ดี ควรมีการนำเสนอถึงส่วนประกอบของหนังสือที่เป็นแบบปกติให้ครบ รวมทั้งการนำข้อดีของสื่ออิเล็กทรอนิกส์มาใช้ร่วมด้วย เช่น การเชื่อมโยงภายในและภายนอก การทำจุดเน้นข้อความสำคัญ การมีตัวนำทางที่ดี เป็นต้น

ไดแอสซ (Diaz. 2003: Online) ได้ทำการศึกษาถึงการใช้อย่างมีประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบไฮเปอร์มีเดีย เพื่อการศึกษา พบว่า สิ่งที่ควรคำนึงในการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เพื่อศึกษานั้น ควรประกอบด้วยองค์ประกอบกว้างๆ 2 ด้าน คือ 1) ความสามารถในการให้ประโยชน์อย่างเต็มที่ทางด้านการศึกษา เช่น ความสมบูรณ์ของเนื้อหา ขอบเขต การจูงใจ ประเภทของกิจกรรม การควบคุมการศึกษา และ 2) ด้านการออกแบบหน้าจอสำหรับผู้ใช้นั้น เช่น ความสวยงาม ความสอดคล้อง เป็นต้น

ไซมอน (Simon. 2002: Online) ได้ทำการทดลองศึกษาการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์กับนักศึกษาในวิชาชีววิทยาแทนการใช้หนังสือเรียนแบบเรียน ผลการศึกษาพบว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ใช้ง่ายและมีประสิทธิภาพ มีข้อได้เปรียบกว่า การใช้หนังสือแบบเรียนเดิม ระดับความพึงพอใจที่ได้จากผลการศึกษาในครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่า นักศึกษาที่ใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีความกระตือรือร้นที่จะรับเทคโนโลยีใหม่นี้ในอัตราส่วนที่มากขึ้น

งอ และ แกรมมอลล์ (Ngo; & Gramall. 2004: Online) ได้ทำการพัฒนาและศึกษาการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในลักษณะ Web-based สำหรับเนื้อหา Fluid Mechanics ซึ่งเป็นวิชาทางด้านวิศวกรรม โดยได้เสนอรูปแบบการนำเสนอในลักษณะของกรณีศึกษาเป็น 4 ส่วน คือ 1) การนำเสนอข้อมูลเบื้องต้น 2) การเสนอทฤษฎีที่เหมาะสม 3) การแก้ปัญหาในกรณีหรือสภาพปัญหาดังกล่าว และ 4) การให้สถานการณ์จำลองเพื่อการแก้ปัญหา ซึ่งจะเป็นส่วนช่วยให้นักศึกษารู้จักการปรับใช้ทฤษฎีต่างๆ เพื่อช่วยในการแก้ไขปัญหาได้อย่างดี สำหรับองค์ประกอบที่งอและแกรมมอลล์ใช้ในการนำเสนอเนื้อหา เน้นไปที่สื่อมัลติมีเดีย กราฟิก ในลักษณะที่มีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน ซึ่งผลการวิจัยสรุปว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าวจะเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอนทางไกลในอนาคต

วอนซุง และคนอื่นๆ (Won – Sung; et al. 2003: online) ได้ทำการศึกษาถึงรูปแบบไฟล์ที่เป็นมาตรฐานสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในประเทศเกาหลี โดยกล่าวว่า ในประเทศญี่ปุ่นและอเมริกา ต่างมีการกำหนดไฟล์มาตรฐานของการทำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์โดยที่ประเทศอเมริกาได้พัฒนาไฟล์ Open e book Publication Structure หรือ OEBPS ส่วนในประเทศญี่ปุ่น ได้พัฒนารูปแบบไฟล์ JepaX ผลการวิจัยสรุปได้ว่า รูปแบบไฟล์ที่ประเทศเกาหลีคิดว่าเป็นมาตรฐานคือ Xtensible Markup Language (XML) ซึ่งผลการวิจัยดังกล่าวจะขยายไปสู่พื้นฐานการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในประเทศเกาหลี

พจนนา แสงกระจ่าง (2544) ทำการพัฒนาระบบการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์เพื่อการเรียนการสอน โดยเป็นการพัฒนาระบบที่ทำงานแบบไคลเอนต์ เซิร์ฟเวอร์ ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งสามารถบันทึกและจัดการข้อมูลการลงทะเบียน บันทึกและจัดการบทเรียน บันทึกและตรวจสอบรายวิชา โดยผู้ใช้ระบบนี้ถูกแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ 1) ผู้เรียน 2) ผู้สอน และ 3) ผู้บริหาร ซึ่งระบบนี้ได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญว่ามีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี สามารถที่จะไปประยุกต์ใช้งานได้

บอนด์ (Bond. 1994: Online) ได้ร่วมมือกับ ดร.ชาลส์ วิจัยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น และสามารถใช้อุปกรณ์ที่มีอยู่ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ ซึ่งสาเหตุที่พวกเขาสนใจทำเรื่องนี้เกิดจากเหตุผล 2 ประการ คือ 1) มีความเชื่อว่าวิธีการที่ใช้ในการศึกษาอยู่ในปัจจุบันนี้ไม่ใช่วิธีที่ดีที่สุด และ 2) เชื่อว่าคอมพิวเตอร์เป็นสื่อที่มีเสน่ห์ สมควรที่จะนำมาใช้เพื่อการเรียนรู้ด้วยเหตุนี้ จึงได้สร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ขึ้นมา โดยเริ่มจากวิชาว่าด้วยพฤติกรรมศาสตร์ 10 บท ขั้นตอนแรกในการทำคือ เขียนสคริปต์และอัดเสียง สิ่งสำคัญสำหรับการเขียนสคริปต์คือ ต้องมีการช่วยผู้เรียนในการสรุปบทเรียนและเตรียมตัวชี้ (Cue) ให้กับผู้เรียน และสิ่งสำคัญที่ขาดไม่ได้อย่างเด็ดขาดคือ ผู้เรียนต้องสามารถทำเครื่องหมายลงในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้นได้ด้วย ทรัพยากรที่ใช้ประกอบด้วย ภาพถ่าย รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว เสียง วิดีโอ และฟิล์ม ซึ่งปัจจุบันอยู่ในรูปของวิดีโอคลิป (Video Clips)

นอกจากวิชาว่าด้วยพฤติกรรมสัตว์แล้ว พวกเขายังได้จัดทำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับวิชคณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรมควิกไทม์ (Quick Time) ในการสร้างภาพเคลื่อนไหวง่าย ๆ เช่น จากสมการสร้างเป็นกราฟ เพื่อให้กราฟที่ได้มีความเป็นพลวัตไม่หยุดนิ่ง ซึ่งจะช่วยให้ผู้อ่านจำได้มากขึ้นจากรูปภาพและวิดีโอ

เพ็ญนภา พัทธชนม์ (2544) ทำการสร้างและพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง กราฟฟิกเบื้องต้น โดยการใช้โปรแกรม Adobe Acrobat ทำการทดลองกับนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ผลการวิจัยพบว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้น นำมาใช้ในการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีค่าร้อยละเฉลี่ยเท่ากับ 90.92/96.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สิทธิพร บุญญานุวัตร (2540) ได้ทำงานวิจัยเกี่ยวกับการนำเอาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มาใช้ในการฝึกอบรมเรื่อง การใช้โปรแกรมออโตแคด (AutoCAD R13c4) ในการสร้างภาพ 2 มิติ โดยใช้ข้อดีของสื่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์คือ ลดการสิ้นเปลืองวัสดุและพลังงานในการจัดทำสื่อแผ่นใส ช่วยให้การใช้สื่อมีความสะดวกยิ่งขึ้น เพราะสามารถเรียกใช้ได้ทันที ไม่ต้องเสียเวลาในการค้นหาและจัดเรียงเรียงสื่อ อีกทั้งยังช่วยให้การอบรมนอกสถานที่มีความคล่องตัวยิ่งขึ้น เนื่องจากสามารถเก็บไว้ในแผ่นซีดีรอมได้ การใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในการอบรมจะช่วยให้ผู้เรียนมีการพัฒนา การเรียนรู้และเข้าใจในเนื้อหาวิชานั้นๆ มากขึ้น นอกจากนี้ยังได้ให้ข้อเสนอแนะว่า ควรมีการนำเอาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ไปใช้ในการเรียนการสอนด้วย

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สามารถสรุปได้ว่า การพัฒนาการออกแบบโครงสร้างและรูปแบบไฟล์ของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ มีการพัฒนาให้สอดคล้องและเหมาะสมกับแต่ละพื้นที่ และวัตถุประสงค์ โดยเฉพาะในต่างประเทศทั้งในอังกฤษ เกาหลี สเปน ส่วนการวิจัยในประเทศไทย จะเน้นไปที่การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ตามโปรแกรมสำเร็จรูปที่มีและนำมาใช้ทางการศึกษา แต่ยังไม่ได้มีรูปแบบทางองค์ประกอบที่ชัดเจนและครอบคลุมว่า จะทำอย่างไรจึงจะออกแบบให้ครอบคลุมรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนให้มากที่สุด ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาผลการวิจัยจากต่างประเทศดังกล่าว เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา และเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ ต่อไป

2. หนังสือเรียน

2.1 ความหมายของหนังสือเรียน

หนังสือเรียนคือสื่อที่ถ่ายทอดการเรียนรู้ที่สำคัญอย่างหนึ่ง ซึ่งมีผู้ให้ความหมายของหนังสือเรียนไว้ ดังนี้

จินตนา ไบกาซูยี (2520) ได้ให้ความหมายว่า หนังสือเรียน คือ หนังสือที่รวบรวมความรู้ในหมวดวิชาใดวิชาหนึ่ง ซึ่งมีเนื้อเรื่องตรงตามหลักสูตรที่กำหนดไว้อย่างถูกต้องและครบถ้วนมีจุดมุ่งหมายเพื่อใช้ในการเรียนการสอน และมีหลักเกณฑ์การเขียนเป็นพิเศษ เช่น การเขียนเป็นรายวิชาสำหรับเรียน

ตามลำดับชั้นต่างๆ มีความยากง่ายตามวัยของผู้เรียน ลักษณะการเรียบเรียงเป็นวิธีการแต่ให้ข้อเท็จจริงที่เที่ยงธรรม เมื่อจบบทเรียนแต่ละบททำyle่ม มักจะมีกิจกรรมเสนอแนะการเรียนการสอน

บันลือ พุกกะวัน (2524) กล่าวว่า หนังสือเรียน หมายถึง หนังสือที่กระทรวงประกาศบังคับใช้ โดยกำหนดว่า ผู้เรียนระดับชั้นนั้นๆ จะต้องมิไ้เพื่อฝึกอ่านเป็นพื้นฐานของวิชานั้นๆ ตามเนื้อหาที่ปรากฏในหลักสูตรเฉพาะเรื่องที่เด็กสามารถค้นคว้าได้ และครูอาจารย์ใช้ในการอ้างอิงการสอนได้เช่นกัน

ทวีช ปุญโญทก (2526) กล่าวว่า หนังสือเรียน คือ หนังสือที่มีเนื้อหาความรู้ หลักการและวิธีการเรียนการสอนที่กำหนดขึ้น ใช้สำหรับการเรียนระดับชั้นใดชั้นหนึ่ง ฉะนั้นหนังสือเรียน จึงหมายถึงหนังสือที่ใช้ประกอบการเรียนทุกสาขาวิชา และส่วนใหญ่จะจำกัดอยู่ในระดับมัธยมศึกษาและประถมศึกษา

หทัย ดันหยง (2528: 35) ได้ให้ความหมายของหนังสือเรียนไว้ว่า คือ หนังสือที่แต่งขึ้นเพื่อเป็นส่วนขยายของหลักสูตรและบทเรียนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น และอีกความหมายหนึ่งหนังสือเรียนเป็นหนังสือที่สร้างขึ้นเพื่อให้เด็กใช้ในกระบวนการศึกษาเล่าเรียนเป็นวัสดุการอ่านสำหรับเด็ก

ชอร์ส (Shores. 1960) กล่าวว่า หนังสือเรียนเป็นเครื่องมือที่ครูกับนักเรียนใช้สื่อความหมายซึ่งกันและกัน เป็นศูนย์กลางให้นักเรียนที่มีความแตกต่างระหว่างบุคคลได้เรียนเรื่องเดียวกันเพื่อความเข้าใจในเรื่องราวต่างๆ ไปในแนวเดียวกัน

จากความหมายของหนังสือเรียนดังกล่าวจึงสรุปได้ว่า หนังสือเรียน หมายถึง หนังสือที่รวบรวมความรู้ในวิชาใดวิชาหนึ่ง โดยมีเนื้อหาสอดคล้องกับหลักสูตร เพื่อใช้ประกอบการสอน และมีไว้เพื่อฝึกอ่านเป็นพื้นฐานของวิชานั้นๆ

2.2 ความมุ่งหมายของการผลิตหนังสือเรียน

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความมุ่งหมายของการผลิตหนังสือแบบเรียนไว้ เช่น บันลือ พุกกะวัน (2524) กล่าวว่า จุดมุ่งหมายของหนังสือเรียนนอกจากจะกำหนดแนวขอบข่ายของการเรียนแล้ว สิ่งที่สำคัญมากอีกสิ่งหนึ่งคือ จุดมุ่งหมาย แนวคิดที่จะปลูกฝัง หรือประโยชน์ที่ผู้เรียนจะได้รับ ซึ่งประกอบด้วย 1) มุ่งที่จะพัฒนาทักษะการอ่าน 2) มุ่งที่จะพัฒนาความเข้าใจในการอ่าน 3) มุ่งที่จะพัฒนาทัศนคติที่ดีต่อสิ่งที่กล่าวถึง เช่น สภาพแวดล้อม อาชีพ ขนบธรรมเนียมประเพณีวัฒนธรรมที่จะสอดแทรกอยู่ทั่วๆ ไป ทุกบทเรียน และ 4) มุ่งที่จะให้สำนึกในคุณค่าของคุณธรรม ศีลธรรมด้วยเช่นกัน และอีกส่วนหนึ่งคือจุดมุ่งหมายเฉพาะบทเรียนของแต่ละบทเรียนซึ่งสัมพันธ์กับจุดประสงค์การเรียนเฉพาะรายวิชานั้น ซึ่งลักษณะที่จะเน้นแตกต่างกันออกไป เช่น 1) ขยายประสบการณ์เฉพาะบทเรียน เฉพาะเรื่อง 2) พัฒนาทักษะการคิด แก้ปัญหา การประดิษฐ์การทดลอง การใช้วัสดุท้องถิ่น และความคล่องแคล่วในการใช้เครื่องมือต่างๆ เป็นต้น และ 3) พัฒนาความสามารถเฉพาะ หรือแนวคิดเชิงเปรียบเทียบการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ การประเมินคุณค่าของสิ่งที่เรียนนั้น ซึ่งทั้งสามส่วนหลังจะช่วยเสริมจุดประสงค์ทั่วไปแห่งวิชา จะเป็นแนวทางในการวางพื้นฐานการเรียนรู้จากการอ่าน การปฏิบัติกิจกรรมที่วางแนวต่อเนื่อง แห่งประสบการณ์ระหว่างบทเรียนได้ดีอีกด้วย

ทฤษฎี ดันหยง (2528) ได้กล่าวถึงความมุ่งหมายของการผลิตหนังสือเรียนว่า ควรได้คำนึงถึงเป้าหมายในการผลิต 2 ประการ คือ

1. เป้าหมายหลักเพื่อสนองหลักสูตรการศึกษา ได้แก่
 - 1.1 เพื่อใช้เป็นวัสดุหลักสูตร
 - 1.2 เพื่อเสริมสร้างเนื้อหาของบทเรียนให้ชัดเจน กว้างขวางลึกซึ้ง
 - 1.3 เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน
2. เป้าหมายเฉพาะเพื่อสนองพัฒนาการในตัวผู้เรียน
 - 2.1 เพื่อพัฒนาทักษะภาษาไทย เฉพาะในการอ่าน
 - 2.2 เพื่อพัฒนาสมองความคิด ทั้งในเชิงความเข้าใจ การเปรียบเทียบ ความสำคัญ

การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

2.3 เพื่อพัฒนาลักษณะนิสัยในการอ่าน อันมีผลต่อการสร้างเจตคติที่ดีต่อสภาพแวดล้อม ขนบธรรมเนียมประเพณี วัฒนธรรม ทั้งในส่วนตัวตน สังคมและประเทศชาติ

2.4 เพื่อพัฒนาจิตใจผู้เรียนให้เกิดความสำนึกในคุณธรรม และเป็นพื้นฐานของการสร้างค่านิยมและจริยธรรมอันดีงาม รวมทั้งการสร้างเสริมเจตคติทางประชาธิปไตย และความเป็นพลเมืองที่ดีของชุมชนและชาติบ้านเมือง

2.5 เพื่อพัฒนาสุขภาพทางใจของผู้เรียนด้วยความสุข ความรื่นรมย์ ความบันเทิง ความเพลิดเพลิน สิ่งเหล่านี้จะเป็นสื่อเสริมแรง ส่งใจ เร้าใจ ให้ผู้เรียนอยากเรียนอยากรู้เป็นอย่างดี

จากความมุ่งหมายของการสร้างหนังสือเรียน จึงสรุปได้ว่า ความมุ่งหมายของหนังสือเรียนจะแบ่งเป็นความมุ่งหมายหลักและความมุ่งหมายเสริม ความมุ่งหมายหลักจะเป็นการพัฒนาในเรื่องเนื้อหาให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจหลังจากการอ่าน ส่วนความมุ่งหมายเสริมนั้นจะเป็นการส่งเสริมและพัฒนาทักษะการอ่าน ความคิด รวมถึงคุณธรรม จริยธรรมที่ได้จากการอ่าน อันจะส่งผลให้ผู้เรียนได้มีนิสัยรักในการแสวงหาความรู้ตลอดชีวิต ซึ่งเป็นเป้าหมายของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ

2.3 ประโยชน์ของหนังสือเรียน

หนังสือเรียนให้ประโยชน์อย่างมากในกระบวนการเรียนการสอน ทั้งด้านตัวผู้สอน และตัวผู้เรียนซึ่งถือได้ว่าเป็นสื่อที่ให้ผลคุ้มค่าในการเรียนการสอน และ ทฤษฎี ดันหยง (2528) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของหนังสือเรียนไว้ ดังนี้

2.3.1 ประโยชน์ด้านทั่วไปของหนังสือเรียน คือ 1) ใช้อ่านได้เช่นเดียวกับหนังสือทั่วไปตามห้องสมุดต่างๆ 2) เปรียบได้กับห้องสมุดเคลื่อนที่ สามารถค้นคว้าหาความรู้ต่างๆ ได้ตามต้องการ 3) ทุกเล่มให้ทั้งสาระ ความรู้ ความบันเทิงใจแก่ผู้อ่าน 4) ให้ข้อมูลความรู้ที่แน่นอน มีหลักฐานอ้างอิงเชื่อถือได้มากกว่าหนังสืออื่นๆ และ 5) เป็นหนังสือที่หาได้ง่ายและราคาถูกกว่าหนังสือประเภทอื่นๆ เพราะมีมาตรฐานในการผลิตและการควบคุมราคา

2.3.2 ประโยชน์ของหนังสือเรียนด้านครูผู้สอน คือ 1) เป็นสื่อการสอนประเภทสิ่งพิมพ์ที่มีลักษณะเอนกประสงค์อย่างหนึ่ง 2) เป็นเครื่องมือหลักสูตรที่ครูสามารถใช้ตรวจสอบเนื้อหาที่หลักสูตร

กำหนดไว้อย่างแม่นยำ ถูกต้อง 3) จะช่วยให้ครูเข้าใจขอบข่ายเนื้อหาสาระของบทเรียน 4) จะช่วยให้ครูสามารถวางจุดประสงค์ในการสอน โดยเฉพาะจุดประสงค์เฉพาะวิชาได้เป็นอย่างดี 5) จะช่วยเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมและให้ประสบการณ์สำหรับผู้เรียนได้บรรลุจุดประสงค์ที่คาดหวังไว้ 6) สามารถใช้แทนแผนการสอนในยามจำเป็นได้เป็นอย่างดี และ 7) เป็นแหล่งวิชาที่สามารถใช้เป็นจุดเริ่มต้นสร้างสรรค์สื่อการสอนประเภทอื่นๆ ได้อย่างกว้างขวาง

2.3.3 ประโยชน์ของหนังสือเรียนด้านผู้เรียน คือ 1) เป็นคู่มือการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพยิ่ง 2) เป็นแหล่งค้นคว้าหาความรู้ของประสบการณ์ในหลักสูตรให้กว้างขวางและลึกซึ้งยิ่งขึ้น 3) เป็นเครื่องมือที่ช่วยเตรียมตัวเพื่อเรียนในบทต่อไป 4) ช่วยพัฒนาทักษะทางภาษาไทยได้เป็นอย่างดี 5) เป็นแหล่งวิชาสำหรับจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับบทเรียนได้อย่างกว้างขวาง 6) เป็นสื่อพัฒนาผู้เรียนซึ่งเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างครูและผู้ปกครองในส่วนที่เกี่ยวกับการดูแลการศึกษาเล่าเรียนให้ดำเนินไปด้วยดี 7) จะมีแบบฝึกหัด คำถาม ข้อเสนอแนะเพื่อเพิ่มพูนทักษะในการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง 8) ช่วยแก้ปัญหาภาวะขาดแคลนหนังสืออ่านสำหรับเด็กได้เป็นอย่างดี และ 9) ในปัจจุบันมีเนื้อหาที่น่าสนใจ มีภาพประกอบที่สวยงาม มีการเสริมเนื้อหาด้วยนิทาน นิยาย เพื่อให้บทเรียนน่าสนใจ ไม่น่าเบื่อ

จากประโยชน์ของหนังสือเรียนจึงสรุปได้ว่า หนังสือเรียนเป็นสื่อหนึ่งที่ใช้ถ่ายทอดความรู้ระหว่างผู้สอนผู้เรียน และช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ตามหลักสูตรโดยไม่จำกัดแค่ในห้องเรียนเท่านั้น ดังนั้นหากสามารถออกแบบหนังสือแบบเรียนที่ดี สามารถโน้มน้าวและดึงดูดใจให้ผู้เรียนอ่าน ก็ย่อมส่งผลให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ดีขึ้น

2.4 องค์ประกอบของหนังสือเรียน

นักการศึกษาหลายท่านได้นำเสนอองค์ประกอบของหนังสือเพื่อใช้ในการหลักการออกแบบหนังสือเรียน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

นารีรัตน์ อยู่กิจชัย (2520: 37 – 39) ได้วิเคราะห์ถึงองค์ประกอบของหนังสือเรียนไว้ 2 ด้านคือ

1. ด้านเนื้อหา ควรช่วยส่งเสริมความรู้ตามหลักสูตรให้กว้างขวางและช่วยส่งเสริมการเรียนการสอนให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น เนื้อหาต้องมีคุณค่าให้ความรู้ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตประจำวัน มีความทันสมัย ภาษาที่ใช้เข้าใจง่ายวิธีการนำเสนอเนื้อหาชวนอ่าน การเรียงลำดับเรื่องไม่สับสนรวมถึงกิจกรรมที่เสริมสร้างความรู้ให้กับผู้เรียน

2. ด้านรูปเล่ม ขนาดรูปเล่ม ควรมีขนาดพอเหมาะแสดงให้เห็นสิ่งที่ต้องการแสดงชัดเจน ภาพมีสีดึงดูดใจ การจัดวางภาพสวยงาม ภาพอยู่หน้าเดียวกับเนื้อเรื่อง ขนาดตัวพิมพ์พอก่อนกับสายตาเด็ก มีตัวพิมพ์ลักษณะพิเศษเพื่อนำข้อความสำคัญบางตอน นอกจากนี้กระดาษที่ใช้พิมพ์ควรมีความหนาพอสมควรและน่าอ่าน ควรเป็นกระดาษฟอกขาวหรือกระดาษปอนด์ คุณภาพในการพิมพ์ที่ดี มีความถูกต้องชัดเจน มีปกและเนื้อเรื่องดึงดูดใจ สอดคล้องกับเนื้อเรื่อง การเข้าเล่มดี สามารถเปิดอ่านได้สะดวก มีการเย็บเล่มที่ทนทาน กระดาษไม่หลุดและฉีกขาดง่าย

หทัย ดันหยง (2528: 94 – 95) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของแบบเรียนที่พึงประสงค์ ควรยึดหลักการ ดังนี้

1. รูปแบบสอดคล้องกับความมุ่งหมายของหลักสูตรและกิจกรรมการเรียนการสอน
2. รูปแบบจะต้องสร้างขึ้นเพื่อสนองธรรมชาติของการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างแท้จริง ทั้งรูปเล่ม ขนาด เนื้อหา ภาพ สี สัน ถ้อยคำภาษา และการจัดระบบการนำเสนอเนื้อหาจะต้องดำเนินไปอย่างมีขั้นตอน เหมาะสมกับวัย
3. การออกแบบหนังสือเรียน จะต้องได้รับการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอไม่ยึดแบบอย่างใดอย่างหนึ่งตายตัว
4. ควรแสวงหานวัตกรรมและเทคโนโลยีใหม่ๆ เพื่อนำมาพัฒนาในรูปแบบหนังสือเรียน
5. การออกแบบหนังสือเรียนควรมีการวิเคราะห์ วิจัย

สรุปได้ว่าหนังสือเรียนที่ดีนั้นจะต้องมีองค์ประกอบสำคัญอยู่ 2 องค์ประกอบ คือ ด้านเนื้อหาที่จะต้องมีความถูกต้องสอดคล้องกับหลักสูตร มีการใช้จิตวิทยาในการนำเสนอที่น่าสนใจ สนองธรรมชาติทางการเรียนรู้ของผู้เรียน และด้านตัวรูปเล่ม คือ ลักษณะทางกายภาพและโครงสร้างต่างๆ ที่จะช่วยให้ผู้อ่านสามารถอ่านหนังสือเรียนได้ง่ายขึ้น

2.5 การตรวจประเมินคุณภาพของหนังสือ

การประเมินคุณภาพของหนังสือเรียน กรมวิชาการ (2545ข) ได้ทำเกณฑ์เพื่อเป็นแนวทางในการตรวจพิจารณาคุณภาพหนังสือเรียนของสำนักพิมพ์เอกชน สาระสำคัญของการประเมินมี 3 ส่วน คือ

1. ข้อมูลพื้นฐาน เป็นข้อมูลเบื้องต้นของหนังสือเรียน ได้แก่ ชื่อหนังสือ ผู้แต่ง สำนักพิมพ์ ปีที่พิมพ์ ราคา เป็นต้น
2. รายการประเมิน เป็นส่วนสำคัญที่ใช้ในการประเมินคุณภาพหนังสือเรียน ซึ่งต้องพิจารณาประเด็นต่อไปนี้ คือ
 - 2.1 เนื้อหา ที่ต้องพิจารณาในเรื่องต่อไปนี้
 - 2.1.1 มีความสอดคล้องกับสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรสถานศึกษาหรือไม่
 - 2.1.2 เนื้อหา มีความถูกต้องตามหลักวิชา ทันสมัย เป็นที่ยอมรับในสาขาวิชา ไม่ควรมีประเด็นโต้แย้งที่ทำให้ผู้เรียนสับสน
 - 2.1.3 เนื้อหาไม่ขัดต่อความมั่นคง ความสงบเรียบร้อยของชาติ และไม่ขัดต่อศีลธรรม
 - 2.1.4 เนื้อหา มีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับชั้น / ช่วงชั้น
 - 2.2 ภาษาที่ใช้ ภาษาที่นำเสนอต้องถูกต้องชัดเจน สื่อความหมาย อ่านเข้าใจง่าย ใช้ภาษาเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน
 - 2.3 กิจกรรมประกอบบทเรียน

2.3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์ของบทเรียน

2.3.2 ส่งเสริมความรู้ความเข้าใจในบทเรียนและนำไปปฏิบัติได้

2.3.3 ใช้คำสั่งหรือคำอธิบายชัดเจน ง่ายต่อการปฏิบัติตาม

2.3.4 ใช้คำถามที่ท้าทายและกระตุ้นความคิด

2.4 ภาพ ตาราง แผนภูมิ พิจารณาในเรื่อง

2.4.1 ความถูกต้อง ชัดเจน และเป็นปัจจุบัน

2.4.2 มีความเหมาะสมสอดคล้องกับเนื้อหา

2.4.3 มีรูปแบบการนำเสนอที่น่าสนใจ

2.4.4 ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้ชัดเจนขึ้น

3. สรุปข้อคิดเห็น ผลการประเมิน เป็นส่วนที่สรุปเชิงคุณภาพของสื่อว่ามีคุณภาพอยู่ในระดับใด มีจุดเด่นหรือข้อบกพร่องอะไรบ้างที่ต้องปรับปรุงแก้ไข

รัฐจวน อินทรกำแหง (2520: 47 – 48) เสนอแนวทางการประเมินหนังสือเรียนไว้ ดังนี้

1. เนื้อหาวิชาและสาระของหนังสือมีสาระเป็นแก่นสารที่แน่นอน มีความสมบูรณ์และสมดุลสำหรับผู้อ่านระดับนั้น

2. วิธีการนำเสนอหนังสือชวนให้อ่านเข้าใจง่าย สำนวนภาษาสละสลวย มีความยากง่ายเหมาะสมกับผู้อ่าน

3. การวางโครงเรื่องลำดับเรื่องไม่ซับซ้อน เรียงลำดับความยากง่ายให้เกิดความเข้าใจและความต่อเนื่องทางความคิด

4. คุณวุฒิและประสบการณ์ของผู้เขียนเป็นที่เชื่อถือได้

5. ส่วนประกอบต่างๆ ของหนังสือ ได้แก่ สารบัญ ดัชนี บรรณานุกรม อภิธานศัพท์ ออกแบบได้ดีช่วยให้ผู้อ่านค้นคว้าได้สะดวกรวดเร็วขึ้น

6. ลักษณะรูปเล่มและคุณภาพการพิมพ์มีความถูกต้อง รวมทั้งภาพประกอบด้วย

7. สิ่งที่สำคัญที่สุดคือความถูกต้อง ความแม่นยำของเนื้อหาและสาระของหนังสือ

จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการประเมินหนังสือเรียนจึงสามารถสรุปได้ว่า แนวทางการประเมินมีด้วยกัน 2 ส่วน คือ 1) ส่วนที่ให้ความสำคัญกับสภาพแวดล้อมทางกายภาพของหนังสือ เช่น โครงสร้างองค์ประกอบการนำเสนอแต่ละส่วน ขนาดอักษร และ 2) ส่วนที่ให้ความสำคัญทางด้านเนื้อหา รวมถึงกิจกรรมประกอบที่ถูกต้อง สอดคล้องและตอบสนองกับเป้าหมายของการศึกษาในเรื่องที่ต้องการได้

ดังนั้นจากการศึกษาเกี่ยวกับหนังสือเรียนจึงสรุปได้ว่า หนังสือเรียนเป็นสื่อการเรียนการสอนที่สำคัญทางการศึกษา หนังสือเรียนที่ดีจะต้องมีคุณลักษณะที่ดีทั้งทางด้านเนื้อหาที่ถูกต้อง สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหลักสูตร และรูปเล่มของหนังสือเรียนต้องมีโครงสร้างและลักษณะที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น สามารถใช้เพื่อการศึกษาได้เป็นอย่างดี และรูปแบบลักษณะและการประเมินหนังสือเรียน สามารถที่จะนำมาปรับใช้ในการออกแบบรูปแบบกรอบและโครงสร้างองค์ประกอบต่างๆ ของหนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์ที่จะสามารถนำไปใช้ สำหรับการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น โดยที่จะต้องคำนึงถึงลักษณะทางสภาพแวดล้อมทางกายภาพของหนังสือที่จะทำการพัฒนา คุณค่า

ของเนื้อหาภายในหนังสือ รวมไปถึงกิจกรรมเสริมที่จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาภายในได้ดีมากขึ้น และตรงต่อเป้าหมายของหลักสูตร

2.6 คุณสมบัติของหนังสือเรียนที่ดี

จินตนา ไบกาซูยี (2547) ได้กล่าวถึงคุณสมบัติสำหรับหนังสือเรียนที่ดีในอุดมคติว่า ควร มีลักษณะ ดังต่อไปนี้

1. มีเนื้อหาสาระสมบูรณ์ตามที่หลักสูตรกำหนด มีระบบการจัดโครงสร้างของเนื้อหา อย่างชัดเจน (Knowledge Structure) มีเนื้อหาตามลำดับขั้นตอน (Sequence) ตามวิชา ตามทฤษฎี และตามที่หลักสูตรกำหนดไว้แล้ว
2. มีความน่าสนใจ หนังสือเรียนควรสามารถที่จะเรียกร้องความสนใจจากผู้อ่านได้ โดยบางครั้งไม่ต้องพึ่งพาแค่ความสวยงามของรูปเล่ม แต่รวมถึงการนำเสนอ เนื้อหาภายในหนังสือเรียน ด้วย เช่น การใช้ภาษาที่สร้างความคุ้นเคย และให้เกิดบรรยากาศ ในการส่งเสริมการเรียนรู้ให้กับผู้อ่าน
3. มีการเขียนทั้งระดับจุลภาค (Micro) และมหภาค (Macro) การเขียนหนังสือเรียน ควรมีการเขียนตั้งแต่ระดับเล็กๆ และทำการเชื่อมโยงให้ถึงระดับใหญ่ในเรื่องที่เขียนอย่างชัดเจนจึงจะ ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและเข้าใจได้
4. มีการเขียนที่นอกจากจะก่อให้เกิดความรู้และประมวลประสบการณ์แล้ว ยังต้อง ทำให้ผู้เรียนเกิดความคิด ทักยะ เกิดกระบวนการในด้านการตัดสินใจและประเมินคุณค่า เกิดการพัฒนา ค่านิยม ให้เป็นไปตามระบอบสังคมนั้นๆ นอกจากนี้ยังควรส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ด้วย
5. มีความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา คำ ประโยค และสำนวนภาษาที่ใช้ สามารถ อ่านเข้าใจได้ง่าย มีการแบ่งวรรคตอนที่ถูกต้อง การมีย่อหน้าสั้นๆ จะช่วยให้ข้อความน่าอ่านมากกว่า ย่อหน้ายาวๆ
6. มีความทันสมัยในเนื้อหา หนังสือเรียนควรมีเนื้อหาที่ทันกับความเปลี่ยนแปลง ที่ไม่หยุดนิ่ง และควรมีแหล่งข้อมูลอ้างอิงที่ทันสมัยสามารถให้นักเรียนค้นคว้าเพิ่มเติมได้ง่าย
7. มีการใช้คำถามนำที่กระตุ้นความคิด เพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบในหนังสือเรียน ในบางครั้งหนังสือเรียนจะมีการแบ่งเนื้อหาเป็นเรื่องๆ ที่สัมพันธ์กัน ซึ่งสามารถใช้การตั้งคำถาม เพื่อเป็น การเชื่อมโยงเนื้อหาสู่อีกเรื่องได้ และในบางครั้งการมีกรอบความคิดรวบยอด หรือมีจุดประสงค์การเรียนรู้ ที่ส่วนต้นๆ ของบท จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจสิ่งที่ตนกำลังอ่านมากขึ้น การมีกิจกรรม มีแบบฝึกหัด มีแบบ ประเมินผล หรือแบบทดสอบผ่านจุดประสงค์ เป็นสิ่งที่จำเป็นและช่วยในการจัดการเรียนการสอน แต่ ควรระมัดระวังเพื่อหลีกเลี่ยงการประเมินผลเพียงแค่ระดับความจำ และสำหรับคำศัพท์ทางวิชาการ หรือ คำสำคัญควรมีการอธิบายด้วย
8. มีคู่มือครูหรือคู่มือการใช้หนังสือเรียน เพื่อที่ครูผู้สอนจะได้ใช้หนังสือเรียนอย่าง ถูกต้อง เหมาะสมได้มาตรฐาน

2.7 โครงสร้างของหนังสือเรียน

ในการดำเนินการผลิตหนังสือ จะต้องมีการตรวจแก้ไขและปรับปรุงลักษณะของต้นฉบับให้เป็นไปตามรูปแบบหนังสือตามที่สำนักพิมพ์กำหนด ซึ่งรูปแบบดังกล่าวมีอยู่ด้วยกัน 2 ลักษณะ คือ 1) ส่วนประกอบของหนังสือ และ 2) การจัดลำดับเนื้อหาในแต่ละบทหรือแต่ละเรื่อง ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ส่วนประกอบของหนังสือ โดยทั่วไป จะประกอบด้วยส่วนต่างๆ ของหนังสือแบ่งเป็น 4 ส่วนด้วยกัน ดังนี้

1.1 ส่วนปก (Binding) ประกอบด้วย ปกหนังสือ หรือบางที่เรียกปกนอก ทำหน้าที่หุ้มห่อหนังสือให้อยู่ด้วยกัน ป้องกันการฉีกขาด และช่วยให้จับถือได้ง่าย ปกหนังสือบางเล่มจะมีลักษณะเรียบๆ บางเล่มอาจจะมีรูปภาพตกแต่งงดงาม บนปกอาจมีชื่อผู้แต่งและชื่อหนังสือปรากฏอยู่ หนังสือปกแข็งบางเล่มอาจมีใบหุ้มปก (Book Jacket) หุ้มไว้อีกชั้นหนึ่ง ปกหนังสือประกอบด้วยสันปก (Spine) ซึ่งทำหน้าที่เชื่อมปกหน้าและปกหลังเข้าด้วยกัน และอาจมีชื่อเรื่องสั้นๆ ชื่อผู้แต่ง และชื่อสำนักพิมพ์ มีใบยึดปก (End Paper) ซึ่งเป็นกระดาษที่ปะติดกับปกด้านใน ทั้งปกหน้า และปกหลัง เพื่อยึดปกให้แข็งแรงขึ้น บนใบยึดปกนี้ อาจมีข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้า เช่น ตาราง แผนภูมิ สูตรต่างๆ กราฟ เป็นต้น

1.2 ส่วนนำหน้า (Preliminary Page) ส่วนนี้ประกอบด้วยแผ่นกระดาษที่ไม่มีเลขหน้ากำกับ เป็นส่วนที่อยู่หน้าหน้าของหนังสือ เริ่มต้นด้วย หน้ารองปก (Flyleaves) ซึ่งเป็นกระดาษว่างๆ อยู่ต่อจากใบยึดปกทั้งสองด้าน หน้าชื่อเรื่อง (Half Title Page) เป็นหน้าที่อยู่ถัดไป มีชื่อหนังสือสั้นๆ ปรากฏอยู่ และหากหนังสือเล่มนั้นเป็นหนังสือชุด (Series) ก็จะมีชื่อชุดปรากฏอยู่บนหน้านี้ ต่อไปอาจเป็นหน้ารูปภาพหน้า (Frontispiece) หน้าปกใน (Title Page) เป็นหน้าที่สำคัญอันดับแรกของหนังสือ หนังสือทุกเล่มจะต้องมีหน้านี้ เพราะจะมีรายละเอียดต่างๆ เกี่ยวกับหนังสือเล่มนั้นปรากฏอยู่สมบูรณ์ คือ ชื่อเรื่อง ชื่อรอง ชื่อผู้แต่ง ชื่อบรรณาธิการ ชื่อผู้วาดรูป ผู้แปล ชื่อผู้เขียนคำนำ ครั้งที่พิมพ์ สถานที่พิมพ์ ผู้พิมพ์ และปีที่พิมพ์ ด้านหลังของปกในจะเป็นหน้าลิขสิทธิ์ (Copyright Page) บอกรายละเอียดเกี่ยวกับการจัดพิมพ์ ได้แก่ เจ้าของลิขสิทธิ์ สำนักพิมพ์ จำนวนพิมพ์ ชื่อและสถานที่พิมพ์ นอกจากนี้ อาจมีข้อมูลบัตรรายการห้องสมุด ที่สำนักพิมพ์จัดทำให้ (Catalog in Publication หรือ CIP) เลขประจำหนังสือสากล (International Standard Book Numbers หรือ ISBN) หรือรายละเอียดเกี่ยวกับการจัดพิมพ์อื่นๆ หน้าคำอุทิศ (Dedication Page) เป็นหน้าที่อยู่ต่อจากปกใน มีชื่อบุคคลที่ผู้แต่งอุทิศหนังสือให้ มีคำอธิบายเหตุผลในการเขียน มีคำขอบคุณผู้ที่ได้ช่วยเหลือในการเขียนหนังสือเล่มนั้น อธิบายลักษณะการเรียบเรียง สัญลักษณ์ และข้อมูลพิเศษอื่นๆ ที่ต้องการจะให้ผู้อ่านทราบ หน้าสารบัญ (Table of Contents) ซึ่งเป็นบัญชีชื่อบท ตอนของหนังสือตามลำดับ พร้อมทั้งมีเลขหน้ากำกับ สารบัญละเอียดจะมีลักษณะเป็นโครงเรื่องของหนังสือเล่มนั้น หน้าสารบัญจึงเป็นหน้าที่ผู้อ่านสามารถสำรวจโครงเรื่องของเนื้อหาว่าครอบคลุม เนื้อเรื่องเพียงพอกับความต้องการหรือไม่ หนังสือบางเล่มที่มีภาพประกอบ หรือตาราง เป็นจำนวนมาก ก็จะมีหน้าสารบัญภาพประกอบหรือสารบัญตาราง (Lists of Illustration Material)

1.3 ส่วนเนื้อหา (Text) เป็นส่วนที่ประกอบไปด้วยหน้าหนังสือที่มีเลขหน้ากำกับ จัดเป็นส่วนใหญ่ที่สุดของหนังสือ จัดเป็น ภาค ตอน บท หน่วย หรือเรียงตามลำดับการนำเสนอ

1.4 ส่วนอ้างอิง ส่วนนี้ประกอบไปด้วยส่วนที่ใช้อ้างอิงอ่านประกอบเพิ่มเติม ได้แก่ บรรณานุกรม (Bibliography) ซึ่งเป็นรายชื่อแหล่งข้อมูลและผู้เขียนที่ใช้อ้างอิงและค้นคว้าในการเขียนหนังสือเล่มดังกล่าว ขณะเดียวกันก็เป็นหลักประกันว่าหนังสือเล่มนั้น ผู้แต่งได้ค้นคว้าหาหลักฐานอ้างอิงมาอย่างดีแล้ว นอกจากนี้ความใหม่และความทันสมัยของรายการในหนังสือในบรรณานุกรมที่ผู้เขียนใช้อ้างอิงก็จะแสดงถึงความทันสมัยของหนังสือเล่มนั้น

1.5 ภาคผนวก (Appendix) เป็นส่วนที่แสดงข้อมูลหรือข้อความที่เป็นข้ออ้างอิงหรือสนับสนุนเนื้อหาสาระในเล่ม แต่ไม่เหมาะที่จะแทรกอยู่ในเนื้อหา เพราะจะทำให้สับสนได้

1.6 อภิธานศัพท์ (Glossary) เป็นส่วนที่อธิบายคำศัพท์ที่ใช้ในหนังสือเล่มนี้ เพื่อให้ผู้อ่านสามารถค้นอ่าน เมื่อมีปัญหาเกี่ยวกับคำศัพท์ต่างๆ ที่พบในเนื้อหา

1.7 บันทึก (Note) อาจเป็นเชิงอรรถอ้างอิง ที่มีได้ลงรายการไว้ในด้านล่าง ในส่วนของเนื้อหา หรืออาจเป็นคำอธิบายในส่วนของเนื้อหาก็ได้

1.8 ดรรชนี (Index) เป็นรายชื่อคำและบุคคลในเนื้อหาที่นำมาจัดเรียงตามลำดับอักษร และมีหมายเลขหน้าที่คำนั้นๆ ปรากฏ เพื่ออำนวยความสะดวกในการค้นหาคำ ข้อความ ชื่อที่ต้องการในหนังสือเล่มนั้น

2. ส่วนการจัดลำดับเนื้อหาในแต่ละบทและเรื่อง หมายถึง วิธีจำแนกหัวข้อของเนื้อหาในแต่ละบทหรือแต่ละหน่วยที่สำนักพิมพ์อาจกำหนดรูปแบบไว้เฉพาะ และในการนำเสนอเนื้อหา ในแต่ละส่วนก็อาจมีการกำหนดหมายเลขกำกับเป็นหมายเลขของหัวข้อย่อยก็ได้

สำหรับโครงสร้างของหนังสือ ในการผลิตหนังสือเรียนนั้นผู้ที่จะสร้างต้องมองเห็นภาพลักษณ์หรือโครงสร้างของหนังสือ เป็นภาพรวมของหนังสือทั้งเล่ม หรือ ที่เรียกว่า การจัดรูปเล่ม (Format) การจัดรูปเล่มนิยมจัดโดยมีองค์ประกอบ 3 ส่วน คือ 1) ส่วนหน้า 2) ส่วนเนื้อหา และ 3) ส่วนท้ายของหนังสือ

2.8 องค์ประกอบและโครงสร้างของหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์

หนังสือเรียนมีคุณลักษณะที่สำคัญ 2 ด้าน คือ 1) ด้านรูปเล่มหรือคุณลักษณะตามโครงสร้างหนังสือ และ 2) คุณลักษณะด้านเนื้อหา ที่หมายถึง รูปแบบและการจัดลำดับการนำเสนอเนื้อหา (นารีรัตน์ อยู่กิจชัย, 2520: 37 – 39) ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาคุณลักษณะที่สำคัญของหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในปัจจุบัน เพื่อทำการวิเคราะห์องค์ประกอบในส่วนต่างๆ ของหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถสรุปได้ ดังนี้

1. ส่วนหน้า ประกอบด้วย

1.1 หน้าปกหนังสือ หน้าปกเป็นส่วนแรกของหนังสือเรียนมักมีการออกแบบให้สวยงามและหน้าสนใจ ซึ่งหน้าปกของหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ จะมีการนำเสนอชื่อเรื่อง ชื่อวิชา ระดับชั้นที่ใช้ในการศึกษา ความสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลาง และผู้จัดทำ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์

และเทคโนโลยี. 2553)

1.2 หน้าปกใน ปกในเป็นส่วนที่อยู่ถัดจากหน้าปก มีการให้รายละเอียดเพิ่มเติมของหนังสือเพิ่มมากขึ้น เช่น ชื่อผู้แต่ง ผู้ตรวจสอบ ผู้เรียบเรียง บรรณาธิการ ครั้งที่พิมพ์ ปีที่จัดทำ และเจ้าของลิขสิทธิ์ (Malaysian Teachers. 2011; Shweta; et al. 2011)

1.3 หน้าคำนำ คำนำเป็นหน้าที่แจ้งให้ผู้อ่านทราบวัตถุประสงค์ ความเป็นมาของหนังสือ ตลอดจนมีการนำเสนอแนวสาระที่อยู่ในเล่มหนังสือ (Malaysian Teachers. 2011; Shweta; et al. 2011) และในส่วนของหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์จะมีหน้าคำประกาศอนุญาตให้ใช้หนังสือเป็นสื่อเพื่อการเรียนในสถานศึกษาได้ และมีคำชี้แจงที่มีลักษณะคล้ายคำนำ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2553)

1.4 หน้าคำแนะนำการใช้หนังสือ คำแนะนำการใช้หนังสือเป็นหน้า ที่อธิบายรายละเอียดการเรียนด้วยหนังสือทั้งหมดว่า ประกอบไปด้วยส่วนใดบ้าง และในแต่ละส่วนควรมีวิธีการศึกษาอย่างไร (Malaysian Teachers. 2011)

1.5 หน้าสารบัญ สารบัญเป็นหน้าที่นำเสนอแนะให้ผู้อ่านทราบถึงส่วนประกอบที่มีอยู่ในหนังสือ โดยแบ่งหมวดหมู่เนื้อหาออกเป็นบทและหัวเรื่อง เพื่อให้ผู้อ่านสามารถเข้าถึงเนื้อหาที่ต้องการได้ง่ายขึ้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. 2553; Malaysian Teachers. 2011; & Shweta; et al. 2011)

1.6 บทนำ บทนำเป็นส่วนหนึ่งที่น่าเสนอภาพรวมของเนื้อหา เป็นการเชื่อมโยงเนื้อหาที่ผู้เรียนเคยเรียนมาก่อนกับเนื้อหาที่จะนำเสนอในปัจจุบัน ซึ่งจะมีการนำเสนอทั้งแบบเป็นข้อความคำถาม และผังความคิด (ศรีลักษณ์ พลวัฒน์; และคนอื่นๆ. 2553)

2. ส่วนเนื้อหา ประกอบด้วย

2.1 หน้าแรกของหน่วยการเรียนรู้ ในหน้าแรกของหน่วยการเรียนรู้มักมีการออกแบบให้น่าสนใจโดยการใช้รูปภาพที่สอดคล้องกับภาพรวมเนื้อหาภายใน มีการเสนอวัตถุประสงค์ ในการศึกษา บอกหัวข้อหรือประเด็นหลักของเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้

2.2 รูปแบบการนำเสนอเนื้อหา ในการนำเสนอเนื้อหาจะมีการใช้ข้อความ รูปภาพ แผนภาพ และตาราง ในการอธิบายเนื้อหาเช่นเดียวกับหนังสือเรียนวิชาอื่นๆ แต่จะมีคุณลักษณะเด่นเพิ่มเติมขึ้นมาตามการออกแบบของแต่ละสำนักพิมพ์ ได้แก่

2.2.1 คำถาม ในระหว่างการนำเสนอเนื้อหาการเรียน ในหนังสือแต่ละหน่วยการเรียนจะมีการรอบคำถามที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา เพื่อเป็นการกระตุ้นและทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

2.2.2 เกร็ดความรู้ การนำเสนอเนื้อหาจะมีการเพิ่มเติมข้อมูลเสริมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ซึ่งเป็นข้อมูลที่อาจไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียนก็ได้ ซึ่งเป็นประโยชน์กับผู้เรียน

2.2.3 สรุปประเด็นสำคัญ ในกานำเสนอเนื้อหาจะมีการสรุปข้อมูลที่ได้นำเสนอเป็นระยะ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถสรุปประเด็นง่ายขึ้น

2.2.4 กรอบคำสำคัญ เป็นส่วนที่แสดงความหมายของคำศัพท์สำคัญที่อยู่ในเนื้อหาให้ผู้เรียนได้เข้าใจง่ายขึ้น

2.2.5 กรอบป้องกันเข้าใจผิด เป็นการนำเสนอประเด็นที่สำคัญในเนื้อหาที่ช่วยย้ำความเข้าใจของผู้อ่าน โดยเสนอประเด็นข้อมูลที่มีการเข้าใจผิด และข้อมูลที่ถูกต้องควบคู่กัน

2.2.6 นักวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง เป็นการนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับนักวิทยาศาสตร์ที่มีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่ผู้อ่านได้ทำการศึกษา โดยนำเสนอเป็นกรอบย่อย แยกออกจากเนื้อหาข้อความ

2.2.7 แหล่งความรู้เพิ่ม หนังสือเรียน เช่น โฟกัส สมาร์ท (Focus Smart) ของบริษัทเพอลังกิ พับลิชชิ่ง (Pelangi Publishing) มีการนำเสนอแหล่งข้อมูลเพิ่มเติมประเภทเว็บไซต์ไว้ในหนังสือเรียนโดยใช้ชื่อว่า ไอซีที คอรัเนอร์ (ICT Corner) เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสศึกษาเพิ่มเติมด้วยตนเอง

2.2.8 กิจกรรมหรือการทดลอง การนำเสนอการทดลอง โดยเป็นการชี้แจงการทดลองที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสลงมือทำและฝึกปฏิบัติการทดลอง ซึ่งก่อนเริ่มการทดลองจะมีคำถามที่จะให้ผู้เรียนได้ทราบประเด็นที่ควรจะศึกษาจากการทดลองดังกล่าว

2.2.9 สรุปผลการทดลอง เป็นพื้นที่สำหรับให้นักเรียนบันทึกผลจากการทดลองที่ได้ปฏิบัติ ซึ่งโดยส่วนใหญ่การสรุปผลการทดลองนี้จะอยู่ถัดจากกรอบกิจกรรมหรือการทดลอง

2.2.10 ผังความคิด (Concept Map) เป็นส่วนที่นำเสนอในการสรุปเนื้อหาของหน่วยการเรียนรู้ โดยเป็นลักษณะของผังความคิดที่จะให้ผู้เรียนเชื่อมโยงข้อมูลที่ได้ศึกษาได้ อย่างถูกต้อง

2.2.11 คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้ เป็นคำถามเพื่อทบทวน และประเมินผลความรู้ที่เกิดจากการศึกษาทั้งหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งมีการออกแบบทั้งในลักษณะปรนัยและอัตนัย

2.2.12 แบบทดสอบท้ายเล่ม มีลักษณะเป็นข้อสอบที่ใช้ในการประเมินความรู้ของผู้เรียนที่ได้ทำการศึกษาเนื้อหาของหนังสือเรียน โดยข้อคำถามจะครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมด

3. ส่วนหลัง ประกอบด้วย

3.1 บรรณานุกรม บรรณานุกรมเป็นหน้าที่แสดงแหล่งข้อมูลและผู้เขียนได้ใช้อ้างถึงและค้นคว้าของหนังสือ

3.2 ผู้จัดทำ จะมีการนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับผู้จัดทำไว้ในส่วนหลังของหนังสือ โดยอยู่ต่อจากหน้า บรรณานุกรม

3.3 ปกหลัง ปกหลังจะมีการออกแบบโทนสีและงานกราฟิกที่สอดคล้องกับปกหน้า และจะมีการนำเสนอข้อมูลที่อยู่ของสถานที่พิมพ์ ผู้จัดทำ หรือข้อมูลสำนักพิมพ์ และในบางเล่มมีการเสนอลักษณะเด่นในหนังสือด้วย

สำหรับโครงสร้างของหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จากการทบทวนเอกสาร จะพบว่าในแต่ละผู้ผลิตจะมีองค์ประกอบย่อยๆ ในแต่ละส่วน ซึ่งสามารถสรุปเป็นตารางได้ดังต่อไปนี้

ตาราง 5 สรุปองค์ประกอบย่อยต่าง ๆ ของการจัดรูปแบบหนังสือวิชาวิทยาศาสตร์ในแต่ละส่วน

องค์ประกอบของหนังสือ	สำนักพิมพ์					
	สสวท	พว	อจท	นิยมวิทยา	Viva	Pelangi Pub.
1. ส่วนหน้า						
1.1 หน้าปก	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1.2 ปกใน	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1.3 คำนำ	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1.4 คำชี้แจง	✓					
1.5 แนะนำการใช้						✓
1.6 บทนำ				✓		
2. ส่วนเนื้อหา						
2.1 หน้าแรกของหน่วยการเรียนรู้						
2.1.1 รูปภาพเริ่มต้นบท	✓		✓	✓	✓	✓
2.1.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ / ตัวชี้วัด	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2.1.3 บทนำ/ขอบข่ายเนื้อหาแบบข้อความ			✓	✓	✓	✓
2.1.4 ขอบข่ายเนื้อหาด้วยผังความคิด			✓			
2.2 รูปแบบการนำเสนอเนื้อหา						
2.2.1 ข้อความแบ่งคอลัมภ์			✓		✓	✓
2.2.2 ข้อความไม่แบ่งคอลัมภ์	✓	✓		✓		
2.2.3 รูปภาพ	✓			✓	✓	✓
2.2.4 ตาราง	✓			✓	✓	✓
2.2.5 แผนภาพ	✓			✓	✓	✓
2.2.6 กรอบคำถาม	✓	✓			✓	✓
2.2.7 เกร็ดความรู้	✓	✓		✓	✓	✓
2.2.8 เว็บไซต์ข้อมูลเพิ่มเติม		✓	✓		✓	✓
2.2.9 กรอบสรุปประเด็นสำคัญ					✓	
2.2.10 กรอบคำสำคัญ					✓	
2.2.11 ป้องกันเข้าใจผิด (Common Mistake)						✓
2.2.12 กรอบนักวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง					✓	✓
2.2.13 กิจกรรมการทดลอง/พัฒนาทักษะวิทยาศาสตร์	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2.2.14 คำถามท้ายกิจกรรมทดลอง	✓	✓	✓	✓	✓	
2.2.15 สรุปท้ายบทด้วยข้อความ			✓		✓	✓
2.2.16 สรุปท้ายบทด้วยผังความคิด						✓
2.2.17 แบบฝึกหัดท้ายบท	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3. ส่วนท้าย						
3.1 บรรณานุกรม	✓	✓	✓	✓		
3.2 ผู้จัดทำ	✓					
3.3 ปกหลัง	✓	✓	✓	✓	✓	✓

จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับองค์ประกอบของหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ทำให้ผู้วิจัยสามารถนำไปวิเคราะห์เพื่อใช้ในการออกแบบโครงสร้างและลักษณะรายละเอียดในการนำเสนอของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ให้สอดคล้องกับวิธีการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์มากที่สุด

3. ทฤษฎีการเรียนรู้

3.1 การเรียนรู้ด้วยตนเอง

การเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-Directed Learning) เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนรับผิดชอบในการวางแผน ปฏิบัติ และประเมินผลความก้าวหน้าในการเรียนด้วยตนเอง ผู้เรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้และทักษะที่เกิดจากการเรียนจากสถานการณ์หนึ่งไปยังอีกสถานการณ์หนึ่ง ได้ การเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนวิเคราะห์ความต้องการในการเรียนรู้ของตนเองตั้งเป้าหมายในการเรียน แสวงหาผู้สนับสนุน แหล่งความรู้ สื่อการศึกษาที่ใช้ในการเรียนรู้ และประเมินผลการเรียนรู้ของตนเอง ผู้เรียนอาจได้รับความช่วยเหลือจากผู้อื่นหรืออาจจะไม่ได้รับความช่วยเหลือจากผู้อื่นก็ได้ (Dixon. 1995)

3.1.1 ความหมายและความจำเป็นของการเรียนรู้ด้วยตนเอง

การเรียนรู้ด้วยตนเอง มีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของการเรียนรู้ด้วยตนเอง ไว้ดังนี้

โนลส์ (Knowles. 1975) ให้ความหมายของการเรียนรู้ด้วยตนเองว่า การเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self Direct Learning) เป็นกระบวนการซึ่งผู้เรียนแต่ละคน มีความคิดริเริ่มด้วยตนเอง (โดยอาศัยความช่วยเหลือจากผู้อื่น หรือไม่ต้องก็ได้) ผู้เรียนจะทำการวิเคราะห์ความต้องการที่จะเรียนรู้ของตน กำหนดเป้าหมายในการเรียนรู้ แยกแยะ แจกแจง แหล่งข้อมูลในการเรียนรู้ ทั้งที่เป็นคนและอุปกรณ์ คัดเลือกวิธีการเรียนรู้ที่เหมาะสม และประเมินผลการเรียนรู้นั้น

เฮมสตรา และ บลอกเกตต์ (Hiemstra; & Brockett. 1994) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้ด้วยตนเอง และความรับผิดชอบต่อตนเองว่า กระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเองมีลักษณะ ดังนี้ คือ 1) มีแหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ที่พร้อม 2) มีการลงมือปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ 3) มีการประเมินผลการเรียนรู้ และ 4) เป็นการเรียนรายบุคคล ซึ่งลักษณะและบุคลิกภาพของผู้เรียนเป็นการเรียนรู้ด้วยตนเอง คือ 1) ลักษณะบุคคลที่นำไปสู่ความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตน 2) การเรียนรู้ด้วยการนำตนเองเป็นทั้งปัจจัยภายในที่จูงใจให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบต่อความคิดและการกระทำ และ 3) เป็นปัจจัยภายนอกที่ส่งผลให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบ

สมิตติ อิศระวัฒน์ (2541: 35 – 38) ได้ให้ความหมายว่า การเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นวิธีการไขว่คว้าหาความรู้อย่างหนึ่ง ที่ทำให้ผู้เรียน สามารถดำรงชีพอยู่ในสังคมได้อย่างมีคุณภาพ การเรียนรู้ด้วยตนเองจะทำให้ผู้เรียนเป็นบุคคลซึ่งมีความกระหายใคร่รู้ ทำให้บุคคลสามารถเรียนรู้เรื่องต่างๆ ซึ่งมีอยู่ได้ และจะดำเนินการศึกษาอย่างต่อเนื่องโดยไม่ต้องมีใครมาบอก ตนเองจะเป็นผู้คิดริเริ่ม วางแผน การศึกษาไปจนจบกระบวนการเรียนรู้ การเรียนรู้ด้วยตนเอง จึงเป็นเครื่องมือที่สำคัญสำหรับบุคคลใน

การเรียนรู้ตลอดชีวิต การเรียนรู้ด้วยตนเอง จึงเป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากความสมัครใจของตน มิใช่การบังคับ
 สมพร สุขะ (2545: 58) ให้ความหมายของการเรียนรู้ด้วยตนเองว่า คือ การแสวงหา
 ความรู้จากแหล่งความรู้ต่างๆ ซึ่งเกิดจากความสนใจใคร่รู้ของผู้เรียนเอง ซึ่งผู้เรียนจะเป็นผู้ตัดสินใจ
 วางแผนการเรียนด้วยตนเองว่า จะเรียนความรู้เรื่องใด อย่างไร และจะประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง
 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การเรียนรู้ด้วยตนเอง หมายถึง การที่ผู้เรียนมีความสนใจในกระบวนการ
 แสวงหาความรู้ในเรื่องที่สนใจ โดยผู้เรียนนั้นจะมีการดำเนินการในกระบวนการต่างๆ ของการเรียนรู้เอง
 ทั้งในด้านการวางแผน วิธีการเรียน รวมถึงการประเมิน เพื่อให้บรรลุผลของการเรียนที่ตนเองมุ่งหวัง

3.1.2 ลักษณะของผู้เรียน

สมคิด อิศระวัฒน์ (2541ก: 35) กล่าวถึงลักษณะของผู้ที่เรียนรู้ด้วยตนเองได้ดี ดังนี้

1. สมัครใจที่จะเรียนด้วยตนเอง (Voluntarily to Learn) ผู้เรียน เรียนเพราะ
 ความสนใจ ความอยากรู้ มิใช่เรียนเพราะมีใครบังคับหรือเพราะความจำใจ
2. ตนเองต้องเป็นข้อมูลของตนเอง (Self-Resourceful) นั่นคือ ผู้เรียนสามารถ
 บอกได้ว่า สิ่งที่ตนจะเรียนคืออะไร รู้ว่าทักษะและข้อมูลที่ต้องการหรือจำเป็นต้องใช้มีอะไรบ้างสามารถ
 กำหนดเป้าหมาย วิธีการรวบรวมข้อมูลที่ต้องการและวิธีประเมินผลการเรียน ผู้เรียนต้องเป็นผู้จัดการ
 การเปลี่ยนแปลงต่างๆ ด้วยตนเอง (Manager of Change) มีความตระหนักรู้ในความสามารถ สามารถ
 ตัดสินใจได้ มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่และบทบาทในการเป็นผู้เรียนที่ดี
3. ผู้เรียนต้องเรียนรู้วิธีการที่จะเรียน (Know How to Learn) ผู้เรียนจะทราบ
 ขั้นตอนของการเรียนรู้ด้วยตนเอง รู้ว่าเขาจะไปจุดที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างไร และ สเคเจอร์ (Skager.
 1978) ได้อธิบายลักษณะของผู้ซึ่งเรียนรู้ด้วยตนเอง คือ 1) ยอมรับตนเอง หรือมีทัศนคติในทางบวก
 ต่อตนเอง 2) สามารถวางแผนการเรียนด้วยตนเอง โดยรู้ถึงความต้องการในการเรียนของตน กำหนด
 จุดมุ่งหมายที่เหมาะสม และรู้แผนงานที่มีประสิทธิภาพที่จะทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนด 3) มีแรงจูงใจ
 ภายใน 4) มีการประเมินผลตนเอง 5) เปิดกว้างต่อประสบการณ์ และ 6) ยืดหยุ่นในการเรียนรู้

นอกจากนี้ สมคิด อิศระวัฒน์ (2541ข: 35) ได้กล่าวถึงลักษณะของคนที่มีความพร้อม
 ที่จะเรียนรู้ได้ด้วยตนเองว่าต้อง 1) เปิดโอกาสต่อการเรียนรู้ ได้แก่ มีความสนใจในการเรียน ชอบศึกษา
 ค้นคว้าจากห้องสมุด มีความพยายามทำความเข้าใจในเรื่องที่ยาก 2) ชอบมองตนเองว่าเป็นผู้เรียนที่
 มีประสิทธิภาพ ได้แก่ ความสามารถที่จะเรียนเมื่อต้องการเรียนรู้ว่า เมื่อไรจะเรียน สามารถหาวิธีการเรียน
 และรู้ว่า จะไปหาข้อมูลที่ต้องการได้ที่ไหน 3) มีความคิดริเริ่ม และสามารถเรียนรู้ได้โดยอิสระ 4) มี
 ความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง 5) มีความรักในการเรียน ได้แก่ ความสนุกสนานในการค้นคว้า
 หรือมีความปรารถนาที่จะเรียนรู้ และ 6) มีความคิดสร้างสรรค์ มองอนาคตในแง่ดี ได้แก่ มีความต้องการ
 ที่จะเรียนรู้ตลอดชีวิต คิดว่าปัญหาเป็นสิ่งท้าทายและรู้ว่าตนเองต้องการที่จะเรียนรู้อะไรเพิ่มเติม สามารถ
 ใช้ทักษะหาความรู้ และทักษะการแก้ปัญหา

กุกลิเอลมีโน (Guglielmino. 1982) อธิบายถึงลักษณะคนที่มีความพร้อมที่จะเรียนรู้
 ได้ด้วยตนเอง ดังนี้

1. เปิดโอกาสต่อการเรียนรู้ ได้แก่ ความสนใจในการเรียน ชอบศึกษาค้นคว้า มีความพยายามทำความเข้าใจในเรื่องที่ยาก

2. มองตนเองว่าเป็นผู้เรียนที่มีประสิทธิภาพ ได้แก่ ความสามารถที่จะเรียน เมื่อต้องการเรียนรู้ รู้ว่าเมื่อไหร่จะเรียน สามารถหาวิธีการเรียน และรู้ว่าจะไปหาข้อมูลที่ต้องการเรียนได้จากที่ไหน

3. มีความคิดริเริ่ม และสามารถที่จะเรียนรู้ได้โดยอิสระ

4. มีความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง

5. มีความรักในการเรียน ได้แก่ มีความสนุกสนานในการค้นคว้า หรือความต้องการที่จะเรียนรู้

6. มีความคิดสร้างสรรค์

7. มีความรักในการเรียนรู้ มีความคิดในเรื่องการเรียนรู้ตลอดชีวิต คิดว่าปัญหาเป็นสิ่งท้าทายและรู้ว่า ตนเองต้องการเรียนอะไรเพิ่ม

8. สามารถใช้ทักษะหาความรู้และทักษะการแก้ปัญหา

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ผู้ที่จะสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้ดีนั้นต้องเริ่มจากการที่บุคคล มีความสนใจที่จะเรียนหรือสนใจที่จะเรียนรู้ในเรื่องนั้น มีกระบวนการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง มีความกระตือรือร้นที่จะเรียน ตระหนักในความสามารถของตนเอง และสามารถประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเองได้

3.1.3 ความแตกต่างของการเรียนรู้ด้วยตนเองกับการเรียนการสอนจากครู

ความแตกต่างของการเรียนรู้ด้วยตนเองกับการเรียนรู้จากครูในระบบโรงเรียนนั้น สามารถเปรียบเทียบได้ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 6 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการเรียนรู้ด้วยตนเองกับการเรียนรู้จากครู

การเรียนการสอนจากครู	การเรียนรู้ด้วยตนเอง
1. ผู้เรียนมีบุคลิกภาพที่ขาดอิสรภาพ ครูต้องตัดสินใจว่า ควรเรียนอะไร อย่างไร	1. ผู้เรียนเป็นมนุษย์ที่เจริญเติบโตได้ ตามความสามารถและศักยภาพนำตนเองได้ตามต้องการ
2. ประสบการณ์ของผู้เรียนมีคุณค่าด้อยกว่าของครู	2. ประสบการณ์ของผู้เรียนเป็นแหล่งทรัพยากร ที่มั่งคั่งสำหรับการเรียนรู้ ซึ่งต้องศึกษาใช้ให้คุ้มค่าไปพร้อมๆ กับทรัพยากรผู้รู้
3. ผู้เรียนพร้อมที่จะเรียนสิ่งที่แตกต่างในช่วงเวลาแห่งวุฒิภาวะที่ต่างกัน จึงต้องจัดให้เรียนรู้สิ่งเดียวกันในช่วงเวลาและวุฒิภาวะเดียว	3. ผู้เรียนพร้อมที่จะเรียนสิ่งที่เกี่ยวข้องกับชีวิต ที่ต้องการพัฒนาหรือแก้ปัญหา จึงมีรูปแบบความพร้อมที่ต่างกัน
4. ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจจากรางวัลและการลงโทษภายนอก เช่น เกรด ประกาศนียบัตร รางวัลปริญญาและความกลัวในความล้มเหลว	4. ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจจากแรงขับภายใน เช่น ความต้องการเคารพตนเอง ความปรารถนา ในความสำเร็จ ความกระตือรือร้นที่จะก้าวหน้า ความพอใจในความสำเร็จ
5. ผู้เข้าศึกษาโดยการชี้แนะ มุ่งให้เรียนวิชาต่างๆ จึงต้องจัดเพื่อหาให้เรียน	5. ความยึดมั่นในการเรียนของเขาคือภาระ หรือเป็นปัญหาที่ต้องใช้ประสบการณ์ในการแก้ปัญหาให้สำเร็จ
6. ผู้เรียนได้รับแรงจูงใจในการเรียน โดยการตอบสนองกับรางวัล และการลงโทษภายนอก	6. เรียนรู้เพราะความต้องการภายใน เช่น ความเชื่อถือตนเอง ความปรารถนาที่จะสำเร็จ ความกระตือรือร้นที่จะก้าวหน้า ความพอใจในผลสำเร็จความต้องการความรู้เฉพาะด้าน และ ความใฝ่รู้ใฝ่เรียน

ที่มา: สมคิด อิศระวัฒน์. (2541). การเรียนรู้ด้วยตนเอง. วารสารครุศาสตร์. 27(1): 35 – 38.

จากตารางสรุปได้ว่า การเรียนรู้ด้วยตนเองนั้นสามารถที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น เนื่องจากสามารถที่จะเรียนได้ตามความถนัด และความต้องการของตนเอง ซึ่งเป็นแรงขับจากภายในตัวผู้เรียนเองที่ต้องการที่จะประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ตนเองตั้งไว้

3.2 การเรียนการสอนรายบุคคล

การสอนรายบุคคลเป็นอีกแนวคิดหนึ่งของการวิจัยในเรื่องนี้ ทั้งนี้เพราะการเรียนการสอนผ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องดำเนินกิจกรรมการเรียนด้วยตนเอง เนื่องจากผู้เรียนมีอิสระในการเลือกเนื้อหา เลือกเวลาศึกษา การเรียนการสอนรายบุคคลมุ่งจัดการเรียนในแนวตั้งต่อไปนี้ (เสาวณีย์ ลิกขาบัณฑิต. 2528: 10 – 12)

1. การเรียนการสอนรายบุคคล มุ่งสนับสนุนให้ผู้เรียนรู้จักรับผิดชอบในการเรียนรู้ รู้จักแก้ปัญหาและตัดสินใจเอง การเรียนการสอนรายบุคคลสอดคล้องและส่งเสริมการศึกษาตลอดชีวิต และการศึกษาออกโรงเรียน ครูและผู้เรียนเชื่อว่าการศึกษาไม่ใช่มีหรือสิ้นสุดอยู่เพียงในโรงเรียนเท่านั้น

การเรียนการสอนรายบุคคลสนับสนุนให้ผู้เรียนรู้จักแสวงหาและเรียนรู้ ในสิ่งที่เป็ประโยชน์ต่อสังคม และตัวเอง ให้รู้จักแก้ปัญหา รู้จักตัดสินใจ มีความรับผิดชอบและพัฒนาความคิดในทางสร้างสรรค์มากกว่า ทำลาย

2. การเรียนการสอนรายบุคคลสนองความแตกต่างของผู้เรียนให้ได้เรียนบรรลุผล กันทุกคน การเรียนการสอนรายบุคคลสนับสนุนความจริงที่ว่า คนย่อมมีความแตกต่างกันทุกคนไม่ว่า จะเป็นด้านบุคลิกภาพ สติปัญญา หรือความสนใจ โดยเฉพาะความแตกต่างที่มีผลต่อการเรียนรู้ที่สำคัญ 4 ประการ คือ

2.1 ความแตกต่างในเรื่องอัตราเร็วของการเรียนรู้ (Rate of Learning) ผู้เรียน แต่ละคนจะใช้เวลาในการเรียนรู้และทำความเข้าใจในสิ่งเดียวกัน ในเวลาที่แตกต่างกัน

2.2 ความแตกต่างในเรื่องความสามารถ (Ability) เช่น ความฉลาด ไหวพริบ ความสามารถในแง่ของความสำเร็จ ความสามารถพิเศษต่างๆ

2.3 ความแตกต่างในเรื่องวิธีการเรียน (Style of Learning) ผู้เรียนเรียนรู้ในทาง ที่แตกต่างกัน และมีวิธีเรียนที่แตกต่างกันด้วย

2.4 ความแตกต่างกันในเรื่องความสนใจและสิ่งที่ชอบ (Interests and Preference) เมื่อผู้เรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกันในหลายด้านเช่นนี้ ครูจึงต้องจัดบทเรียนและอุปกรณ์การเรียน ในระดับและลักษณะต่างๆ ให้ผู้เรียนได้เลือกด้วยตนเอง (Self-Selection) เพื่อสนองความแตกต่าง ดังกล่าว

3. การเรียนการสอนรายบุคคล เน้นเสรีภาพในการเรียนรู้ เชื่อแน่ว่าถ้าผู้เรียนเรียน ด้วยความอยากเรียน ด้วยความกระตือรือร้นที่ได้เกิดขึ้นเอง ผู้เรียนจะเกิดแรงจูงใจและการกระตุ้นให้ พัฒนาการเรียนรู้ โดยที่ครูไม่จำเป็นต้องทำโทษหรือให้รางวัล และผู้เรียนก็จะรู้จักตนเอง มีความมั่นใจ ในการก้าวไปข้างหน้า ตามความพร้อมและขีดความสามารถ (Self-Pacing)

4. การเรียนการสอนรายบุคคล ขึ้นอยู่กับกระบวนการและวิธีการที่เสนอความรู้ นั้น ให้แก่ผู้เรียน การเรียนการสอนรายบุคคลเชื่อว่า การเรียนรู้เป็นปรากฏการณ์ส่วนตัวที่เกิดขึ้นในแต่ละ บุคคล การเรียนรู้เกิดขึ้นเร็วหรือช้าและจะเกิดขึ้นอยู่กับผู้เรียนได้นานหรือไม่ นอกจากจะขึ้นอยู่กับความสามารถ ความสนใจของผู้เรียนเองแล้ว ยังขึ้นอยู่กับกระบวนการและวิธีการที่เสนอความรู้ นั้นให้แก่ผู้เรียน เมื่อ เป็นดังนี้ การกำหนดให้เรียนรู้เรื่องหนึ่งในระยะเวลาหนึ่ง และเรียนรู้ เรื่องหนึ่งด้วยวิธีการเดียว ไม่เป็น การยุติธรรมต่อผู้เรียน ผู้เรียนควรจะได้เป็นผู้กำหนดเวลาด้วยตนเอง และควรมีโอกาสเรียนรู้ หรือ มีประสบการณ์ในการเรียนด้วยกระบวนการและวิธีการต่างๆ

5. การเรียนการสอนรายบุคคล มุ่งแก้ปัญหาความยากง่ายของบทเรียน เป็นการสนองตอบ ที่ว่าการศึกษามีระดับแตกต่างกันไปตามความยากง่าย ถ้าบทเรียนนั้นง่ายก็ทำให้บทเรียนสั้นขึ้น ถ้าบทเรียนนั้นยากมาก ผู้สอนก็สามารถที่จะจัดย่อยเนื้อหาวิชาที่ยากนั้นออกเป็นส่วนๆ และปรับปรุง ให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น อาจจะเพิ่มเวลาที่เรียนให้ได้สัดส่วนและเรียงลำดับจากเรื่องราวที่ง่ายไปสู่เรื่องราว ที่ยากขึ้นตามลำดับ

การสอนรายบุคคลมีความยืดหยุ่นในเรื่องของเวลา ผู้เรียนสามารถเรียนได้ตามระดับความสามารถของตนเอง ผู้เรียนสามารถใช้ในเวลาใดก็ได้และนานเท่าใดก็ได้เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้ ผู้เรียนมีอิสระในการเลือกเนื้อหาเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแต่ละคนเลือกศึกษาในเรื่องที่ตนสนใจ เพราะผู้เรียนแต่ละคนมีความสนใจแตกต่างกัน ผู้เรียนมีอิสระในการประเมินผล การเรียนและมีอิสระในการเลือกวิธีการวัดผลเวลาในการประเมินผล สามารถยืดหยุ่นและสนองความต้องการของผู้เรียน การประเมินควรกระทำตลอดในขณะที่กำลังศึกษาบทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนแต่ละคนได้รับความก้าวหน้าในการเรียนของตน ผู้เรียนไม่ต้องเรียนในห้องอย่างเดียว อาจเลือกเรียนที่ใดก็ได้ที่มีความพร้อมในการติดต่อกับเครือข่ายผู้เรียน มีอิสระในการเลือกสถานที่เรียนและมีอิสระในการเลือกรูปแบบการเรียน เนื่องจากผู้เรียนที่ตนเห็นว่าจะเป็นประโยชน์ในการเรียนของตน (วชิราพร อัจฉริยโกศล. 2537)

กาเย่ และบริกส์ (Gagne'; & Briggs. 1974: 187) ได้แบ่งประเภทการเรียนการสอนรายบุคคลออกเป็น 5 ประเภท คือ

1. แผนการเรียนแบบอิสระ (Independent Study Planes) เป็นการสอนที่ครูกับผู้เรียนตกลงกันเรื่องจุดมุ่งหมายของการเรียน แล้วผู้เรียนศึกษาค้นคว้าให้บรรลุจุดมุ่งหมายด้วยตนเอง
 2. ศึกษาด้วยการควบคุมตนเอง (Self-Directed Study) จะมีการตกลงเฉพาะจุดมุ่งหมายเอาไว้ แต่วิธีการศึกษานั้นเป็นเรื่องของผู้เรียนเอง ครูอาจคอยแนะนำในกรณีนักเรียนต้องการ และเมื่อนักเรียนผ่านการทดสอบก็ถือว่าใช้ได้
 3. โปรแกรมผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Learner - Center Programs) เป็นโปรแกรมการเรียนที่จัดขึ้นมากว้างๆ แล้วเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกเรียนโดยมีวิชาแกน วิชาเสริม และวิชาเลือก
 4. เรียนตามความเร็วของตนเอง (Self-Pacing) เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียน เรียนตามความสามารถของตนเอง มีการกำหนดจุดมุ่งหมายตลอดจนเกณฑ์ต่างๆ เอาไว้ ผู้เรียนเลือกเรียนได้ตามความสนใจต่างกันที่เวลาที่ใช้ในการเรียน
 5. การเรียนการสอนที่ผู้เรียนกำหนดเอง (Student - Determined Instruction) นักเรียนเลือกจุดมุ่งหมาย วัสดุการศึกษา กำหนดเวลาเอง ทดสอบเอง และมีเสรีในการยกเลิกจุดมุ่งหมายใดก็ได้
- เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต (2536: 26 – 27) กล่าวว่า ในการจัดการเรียนการสอนรายบุคคลนั้น ครูควรจะวางขั้นตอนในการดำเนินงานในการจัดการเรียนการสอน ดังนี้

1. ศึกษาปัญหาและความต้องการของผู้เรียน
2. กำหนดหลักสูตร โดยถือหลักการจัดประสบการณ์ที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง
3. กำหนดจุดมุ่งหมายโดยยึดหลักความแตกต่างระหว่างบุคคลและมุ่งให้ผู้เรียนก้าวหน้าตามความสามารถ ความสนใจ และความพร้อมของตนเอง
4. กำหนดเนื้อหาและประสบการณ์ โดยการนำหลักสูตรมาแบ่งตามเนื้อหา เป็นตอน บท หน่วย และกำหนดมโนทัศน์ ความคิดรวบยอดให้เด่นชัด
5. กำหนดแผนการเรียนการสอน เพื่อให้ใช้ดำเนินการได้ถูกต้อง
6. กำหนดวิธีการเรียนการสอน รวมทั้งสื่อและกิจกรรมที่ใช้ในบทเรียนนั้นๆ

7. ประเมินผล กำหนดแนวการประเมินผลไว้ให้เรียบร้อยทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ตลอดจนการรายงานความก้าวหน้าในการเรียนไว้อย่างชัดเจน

สำหรับการออกแบบการสอนรายบุคคล ในการออกแบบการเรียนการสอนรายบุคคลนั้น จะใช้วิธีการระบบ (Systematic Approach) โดยเริ่มจากปัจจัยนำเข้า (Input) จะต้องสอดคล้องกับสิ่งที่ เป็นผลได้ออกมาจากการผ่านกระบวนการ (นฤมล ศิริวงษ์. 2548: 35) ซึ่งในการออกแบบนี้จะแบ่ง ออกเป็น 3 ส่วน คือ

1. ขั้นวิเคราะห์ (Analysis) ขั้นนี้ประกอบด้วย 3 กิจกรรม คือ 1) กำหนดพฤติกรรม ขั้นสุดท้ายของการเรียน 2) แปลพฤติกรรมที่กำหนดขึ้นออกมาเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และ 3) จัดลำดับพฤติกรรมให้เหมาะสม

2. การสังเคราะห์ (Synthesis) ขั้นนี้ประกอบด้วย 3 กิจกรรมด้วยกัน คือ 1) การหา สมรรถภาพความสามารถของผู้เรียน 2) เลือกสื่อและระบุสื่อ และ 3) เลือกวิธีการสอนและกำหนดกิจกรรม การเรียน

3. การปฏิบัติงาน (Operation) การนำโปรแกรมออกใช้ ประกอบด้วย การใช้โปรแกรม การวัดและประเมินผลโปรแกรม

วีระ ไทยพานิช (2536) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการเรียนการสอนรายบุคคลไว้ว่า การจัด การเรียนการสอนรายบุคคลนั้นก่อให้เกิดประโยชน์หลายประการ คือ 1) ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ตามอัตรา ความสามารถของเขา 2) เป็นการคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล 3) นักเรียนเป็นอิสระมากกว่า การสอนปกติ และ 4) ครูมีเวลาที่จะทำงานกับนักเรียนเป็นรายบุคคล เมื่อนักเรียนต้องการ

ดังนั้น จึงอาจกล่าวได้ว่า การสอนรายบุคคลเป็นการเรียนการสอนที่เอื้อต่อการเรียนผ่านสื่อ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้เรียนจะต้องมีความสนใจในการศึกษาค้นคว้า อีกทั้งยังสามารถที่จะออกแบบ ให้เป็นไปในลักษณะที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามอัตราความสามารถของแต่ละคน และสามารถประเมินผล ความก้าวหน้าทางการเรียนของผู้เรียนได้ด้วยตนเอง ผู้วิจัยจึงใช้เป็นแนวคิดในการวิจัย เพื่อเป็นแนวทาง ในการสร้างและพัฒนารูปแบบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง

3.3 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา

พัฒนาการทางสติปัญญาของเพียอาเจต์เป็นทฤษฎีที่กล่าวว่า องค์ประกอบทางปัญญาของ มนุษย์ประกอบด้วยกระบวนการจัดระเบียบของความรู้ในสมอง (Organization) วิธีการรับเอาความรู้ ใหม่เข้าไปรวมกับความรู้เดิม (Assimilation) และวิธีการดัดแปลง ปรับปรุง แก้ไข ความรู้เดิมให้เหมาะสม (Accommodation) โดยที่บุคคลจะรับข้อความรู้ใหม่เข้ารวมกับโครงสร้างความรู้ที่มีอยู่แล้ว คือ กลุ่ม โครงสร้างความรู้ในสมองนั่นเอง (รัฐจวน คำวชิรพิทักษ์. 2538: 21)

3.3.1 องค์ประกอบของทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา

องค์ประกอบที่ช่วยเสริมสร้างพัฒนาการทางสติปัญญามี 4 องค์ประกอบ คือ 1) วุฒิภาวะ เป็นสภาพร่างกายที่มีความพร้อมต่อการพัฒนาทางสติปัญญา ดังนั้นครูผู้สอนควรจัดประสบการณ์ หรือ สิ่งแวดล้อมให้เหมาะสมกับวัยและวุฒิภาวะของผู้เรียน 2) ประสบการณ์ เป็นสภาพที่ร่างกายมีปฏิสัมพันธ์

กับสิ่งแวดล้อม ก่อให้เกิดประสบการณ์ 2 ชนิด คือ ประสบการณ์ที่เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ และประสบการณ์เกี่ยวกับการคิดหาเหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่มีความสำคัญต่อทักษะกระบวนการแก้ปัญหา 3) การถ่ายทอดความรู้ทางสังคมที่หมายถึง การที่บุคคลรอบข้างถ่ายทอดความรู้แก่เด็กโดยผ่านกระบวนการดูซึม และกระบวนการปรับความแตกต่าง และ 4) กระบวนการปรับสมดุล (Equilibration) หรือการควบคุมพฤติกรรมของตนเอง เพื่อปรับความสมดุลของพัฒนาทางสติปัญญาขึ้นต่ำไปสู่ขั้นที่สูงกว่า โดยผ่านกระบวนการดูซึมและปรับความแตกต่าง (สจวร์ต โคว์ตระกูล. 2541: 35)

3.3.2 หลักการสอนตามทฤษฎีพัฒนาการด้านสติปัญญาของพือาเจต์ สรุปได้ ดังนี้

3.3.2.1 การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้เมื่อผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมตามแต่ระดับความสามารถทางด้านสติปัญญา

3.3.2.2 หนึ่งมโนมิตอาจมีระดับขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาหลายระดับ

3.3.2.3 การพัฒนาสติปัญญาเกิดขึ้นโดยการปรับโครงสร้างความคิดให้เกิดความสมดุลในทางเพิ่มพูนสติปัญญา

3.3.2.4 การสอนควรจัดให้ผู้เรียนได้พบปัญหา คิดทดลองแก้ปัญหา และหาเหตุผลในการแก้ปัญหา พือาเจต์ให้ความสำคัญกับกระบวนการปรับโครงสร้างความรู้ให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมและมั่นใจว่าสิ่งแวดล้อมมีบทบาทสำคัญต่อการเรียนของมนุษย์ ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนครูจะต้องใช้การสื่อสารกระตุ้นให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมในชั้นเรียนให้มากที่สุด

3.3.3 การสื่อสารที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ตามทฤษฎีพัฒนาการทางปัญญา และจากแนวทฤษฎีพัฒนาการทางปัญญาที่กล่าวมานี้ ครูจะต้องใช้การสื่อสารกระตุ้นให้นักเรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ซึ่งการสื่อสารกระตุ้นให้นักเรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม มีลักษณะดังต่อไปนี้ (รัญจวน คำชิริพิทักษ์. 2538: 22)

3.3.3.1 ต้องกระตุ้นให้นักเรียนมีการวิพากษ์วิจารณ์ (Critical Thinking) รู้จักที่จะพิสูจน์สิ่งต่างๆ ไม่ยอมเชื่ออะไรง่าย ๆ

3.3.3.2 ในการสื่อสารกับเด็กหรือในการส่งสารของครู ครูควรใช้สิ่งที่เป็นรูปธรรมเพื่อช่วยให้เด็กเข้าใจลักษณะต่างๆ ได้ดีขึ้น เพื่อเป็นการช่วยให้เด็กเกิดการถ่ายโยงจากกิจกรรมที่อยู่ในขั้นของการกระทำไปสู่กิจกรรมที่เป็นปฏิบัติการทางสมอง ซึ่งสามารถทำได้โดยการค่อยลดสิ่งที่ช่วยภายนอกที่เป็นรูปธรรมออกไป จากนั้นจึงเริ่มเปลี่ยนเป็นความคิดหรือการคาดหวัง ซึ่งต่อมาเด็กจะสามารถคิดได้อย่างอิสระในสภาพแวดล้อมทั่วไป

3.3.3.3 การสื่อสารของครูไม่ควรใช้การบอกโดยตรง แต่ควรฝึกให้เด็กเป็นคนช่างสังเกต ซึ่งเป็นวิธีการสื่อสารที่เหมาะสมมากกับเด็กที่อยู่ในช่วงวัยการคิดด้วยรูปธรรม เป็นการเริ่มสอนจากรายละเอียดปลีกย่อย (Specific) ไปสู่กฎเกณฑ์ใหญ่ (General) หรือโดยวิธีอุปนัย (Inductive from Observation) คือ เริ่มจากให้นักเรียนสังเกตสิ่งเร้าหรือเหตุการณ์ต่างๆ ติดต่อกันไปเรื่อยๆ จนในที่สุดนักเรียนจะสามารถ มองเห็นความสัมพันธ์ และสรุปเป็นกฎขึ้นมาได้ วิธีการสอนเช่นนี้เหมาะสมกับเด็กในช่วงวัยการคิดด้วยรูปธรรม ก็เพราะเป็นวิธีการสื่อสารที่กระตุ้นให้เด็กได้เรียนรู้กับสิ่งที่เป็นจริงมากกว่า

สิ่งที่ควรจะเป็นไปได้เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลมากกว่าเป็นการ ตั้งสมมุติฐาน โดยวิธีการนี้เด็กจะเกิดความเข้าใจและจดจำเนื้อหาสาระได้ดีกว่าที่ครูจะเป็นผู้บรรยายแต่ฝ่ายเดียว กระบวนการสื่อสารของครูที่ไม่ใช้วิธีการบรรยายโดยตรงเช่นนี้เป็นเทคนิควิธีการสอนแบบค้นพบ หรือวิธีแก้ปัญหา

3.3.3.4 สำหรับเด็กในช่วงวัยการคิดด้วยนามธรรม (The Formal Operational Stage) คือ ระดับชั้นมัธยมศึกษา ในวิชาใหม่ๆ ที่เด็กยังไม่เคยเรียนมาก่อนกระบวนการสื่อสารของครูยังควรใช้เทคนิควิธีการสอนแบบค้นพบอยู่ แต่สำหรับรายวิชาใดที่เหมาะสมกับการใช้วิธีการนิรนัย (Deductive) โดยการบรรยายครูจะต้องตระหนักว่าการสื่อสารด้วยการบรรยายของครูนั้น ไม่ใช่การบรรยายโดยละเอียดแล้วตั้งคำถามเด็ก (Formal Lecture) แต่จะเป็นการบรรยายที่เน้นการอธิบาย แต่เพียงบางสิ่ง (Informal Lecture) และเปิดโอกาสให้เด็กได้ซักถามและแสดงความคิดเห็นให้มาก ทั้งนี้เพราะเด็กในวัยนี้ แม้จะคิดในสิ่งที่เป็นนามธรรมได้แล้วก็มีใช้ว่าจะรับรู้สิ่งที่ครูสอนให้ได้หมดเสมอไป ดังนั้นวิธีการสื่อสารที่เหมาะสมระหว่างครูและนักเรียนจะช่วยให้เด็กคิดได้ด้วยตัวเอง

จากความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของพียาเจต์ ผู้วิจัยสนใจที่จะออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ โดยมีกลุ่มผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งมีอายุตั้งแต่ 11 – 15 ปี ซึ่งผู้เรียนจะสามารถเรียนรู้ในขั้นรูปธรรม และมีพัฒนาการไปสู่การเรียนรู้ในขั้นนามธรรมหรือใช้หลักตรรกศาสตร์ได้บ้าง ดังนั้นจึงสามารถเป็นแนวทางในการออกแบกิจกรรมการเรียนการสอนภายในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ให้ผู้เรียน ได้ปฏิบัติและคิดสร้างความรู้ได้ด้วยตัวนักเรียนเองได้อย่างเหมาะสม

4. หลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์

4.1 หลักสูตรสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

4.1.1 หลักสูตรสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2551 (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. 2551: 1 – 2) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลายให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายเหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระสำคัญไว้ ดังนี้

4.1.1.1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต และกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การทำงานของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และเทคโนโลยีชีวภาพ

4.1.1.2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตที่หลากหลายรอบตัว ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้และจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอด

ของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

4.1.1.3 สารและสมบัติของสาร สมบัติของวัสดุและสาร แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร สมการเคมี และการแยกสาร

4.1.1.4 แรงและการเคลื่อนที่ ธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง แรงนิวเคลียร์ การออกแรงกระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทาน โมเมนต์การเคลื่อนที่แบบต่างๆ ในชีวิตประจำวัน

4.1.1.5 พลังงาน พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน สมบัติ และปรากฏการณ์ของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงานการอนุรักษ์พลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

4.1.1.6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก โครงสร้างและองค์ประกอบของโลก ทรัพยากรทางธรณี สมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ปรากฏการณ์ทางธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ

4.1.1.7 ดาราศาสตร์และอวกาศ วิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ ปฏิสัมพันธ์ และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

4.1.1.8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา และจิตวิทยาศาสตร์

4.1.2 สารและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (สำนักวิชาการและมาตรฐาน. 2551: 2 – 4)

4.1.2.1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ประกอบด้วย 2 มาตรฐานการเรียนรู้ คือ
 ว 1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

ว 2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสาร สิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4.1.2.2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย 2 มาตรฐานการเรียนรู้ คือ

ว 1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ว 2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติ ในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

4.1.2.3 สารและสมบัติของสาร ประกอบด้วย 2 มาตรฐานการเรียนรู้ คือ

ว 1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะ หาคำรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ว 2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะ หาคำรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4.1.2.4 แรงแและการเคลื่อนที่ ประกอบด้วย 2 มาตรฐานการเรียนรู้ คือ

ว 1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาคำรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

ว 2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาคำรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4.1.2.5 พลังงาน ประกอบด้วย 1 มาตรฐานการเรียนรู้ คือ

ว 1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาคำรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4.1.2.6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกประกอบด้วย 1 มาตรฐานการเรียนรู้ คือ

ว 1 เข้าใจกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาคำรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4.1.2.7 ดาราศาสตร์และอวกาศ ประกอบด้วย 2 มาตรฐานการเรียนรู้ คือ

ว 1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพการปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะ หาคำรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ว 2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาคำรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

4.1.2.8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบด้วย 1 มาตรฐานการเรียนรู้

คือ

ว 1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบาย และตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

4.1.3 คุณภาพผู้เรียนที่จบในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (สำนักวิชาการและมาตรฐาน การศึกษา. 2551: 5 – 6) คุณภาพผู้เรียนที่จบในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นตามหลักสูตรสาระการเรียนรู้ แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้น จะต้องประกอบไปด้วย 13 ข้อพื้นฐาน คือ

1. เข้าใจลักษณะและองค์ประกอบที่สำคัญของเซลล์สิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของ การทำงานของระบบต่างๆ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เทคโนโลยีชีวภาพ ความหลากหลาย ของสิ่งมีชีวิต พฤติกรรมและการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตใน สิ่งแวดล้อม

2. เข้าใจองค์ประกอบและสมบัติของสารละลาย สารบริสุทธิ์ การเปลี่ยนแปลงของ สารในรูปแบบของการเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมี

3. เข้าใจแรงเสียดทาน โมเมนต์ของแรง การเคลื่อนที่แบบต่างๆ ในชีวิตประจำวัน กฎการอนุรักษ์พลังงาน การถ่ายโอนพลังงาน สมดุลความร้อน การสะท้อน การหักเหและความเข้ม ของแสง

4. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทางไฟฟ้า หลักการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน พลังงานไฟฟ้าและหลักการเบื้องต้นของวงจรอิเล็กทรอนิกส์

5. เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก แหล่งทรัพยากรธรณี ปัจจัยที่มี ผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลที่มีต่อสิ่งต่างๆ บนโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

6. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี การพัฒนาและผลของ การพัฒนาเทคโนโลยีต่อคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อม

7. ตั้งคำถามที่มีการกำหนดและควบคุมตัวแปร คิดคาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง วางแผน และลงมือสำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของข้อมูล และสร้างองค์ความรู้

8. สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบ โดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

9. ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต การศึกษา หาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

10. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหา ความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ให้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

11. ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน และการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ยกย่องและเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น

12. แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า มีส่วนร่วมในการพิทักษ์ ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น

13. ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นของตนเอง และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

4.1.4 คุณลักษณะที่พึงประสงค์ของผู้ที่เรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

คุณลักษณะที่พึงประสงค์ของผู้เรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จะประกอบไปด้วยคุณลักษณะ 5 ประการ คือ

1. เข้าใจเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

2. ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหาในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้วยการลงมือปฏิบัติจริง ศึกษาค้นคว้า สืบค้นจากแหล่งเรียนรู้หลากหลาย และจากเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และสื่อสารความรู้ในรูปแบบต่างๆ ให้ผู้อื่นรับรู้

3. เชื่อมโยงความรู้ความคิดกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นำไปใช้ในการดำรงชีวิตและศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการวิทยาศาสตร์หรือสร้างชิ้นงาน

4. มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์หรือจิตวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่นอดทน รอบคอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น มีเหตุผลและทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

5. มีเจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม โดยสรุปสาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 8 สาระ โดยมุ่งให้นักเรียนมีความเข้าใจในแนวคิดหลักการทางวิทยาศาสตร์ มีกระบวนการสืบเสาะแสวงหาความรู้ สามารถสังเกต จำแนก เปรียบเทียบ ทดลอง สืบค้นตรวจสอบ และสืบค้นข้อมูล มีจิตวิทยาศาสตร์ สนใจใฝ่รู้ ซื่อสัตย์ อดทน มุ่งมั่น ใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็น ยอมรับเมื่อมีประจักษ์พยานหรือเหตุผลที่เพียงพอ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์สามารถตั้งคำถาม อธิบาย อภิปราย ทำนาย นำเสนอ สร้างสถานการณ์จำลอง เลือกใช้วางแผน และปฏิบัติ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะนำเนื้อหาในกลุ่มสาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิตมาใช้ในการจัดสร้างหนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง

4.1.5 แนวทางการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ใช้แนวทางการจัดกระบวนการเรียนรู้ ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 24 ที่ระบุให้สถานศึกษาต้องดำเนินการ ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546: 3)

1. จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความถนัดและความสนใจของผู้เรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

2. ฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้ มาใช้ป้องกันและแก้ไขปัญหา

3. จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริงฝึกปฏิบัติให้คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง

4. จัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้ต่างๆ อย่างได้สัดส่วน รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงาม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

5. ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียนการสอน และอำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และความรอบรู้ รวมทั้งสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ ทั้งนี้ทั้งผู้สอนและผู้เรียนอาจเรียนรู้ไปพร้อมกันจากสื่อการเรียนการสอน และแหล่งวิทยาการต่างๆ

6. จัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ทุกเวลา ทุกสถานที่ มีการประสานความร่วมมือกับบิดา มารดา ผู้ปกครองและบุคคลในชุมชน เพื่อร่วมกันพัฒนาผู้เรียนตามศักยภาพ

จากการศึกษาข้อมูลแนวทางการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงสรุปได้ว่า การจัดการกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เน้น กระบวนการที่นักเรียนเป็นผู้คิด ลงมือปฏิบัติ ค้นคว้า อย่างมีระบบด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย เน้นการจัดเนื้อหา กิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจ ความถนัด และความแตกต่างระหว่างบุคคล มีการเรียนรู้จากประสบการณ์จริง การฝึกทักษะ กระบวนการคิด การเผชิญสถานการณ์และมีการจัดบรรยากาศการเรียนรู้และอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ รักการอ่านมีการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง มีการนำสื่อการเรียนรู้มาช่วย ดังนั้นในการพัฒนารูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ของผู้วิจัยจะเป็นรูปแบบหนึ่งของสื่อการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้อย่างกล่าว

4.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4.2.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางสติปัญญาที่นักวิทยาศาสตร์ได้นำมาใช้ในการแก้ปัญหา ศึกษาค้นคว้า นักการศึกษาทั้งในและต่างประเทศหลายท่านได้ให้ความหมายของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ต่างๆ ดังนี้

คาริน และ ซันด์ (ธีรชัย ปุณฺณโชติ. 2536: 45; อ้างอิงจาก Carin; & Sund. 1970) กล่าวถึงกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า ประกอบด้วย 1) วิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Method of Inquiry) และ 2) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude)

ภพ เลหาไพบูลย์ (2540: 14) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและการฝึกฝนอย่างเป็นระบบ

วรรณทิพา รอดแรงคำ และ พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์ (2532: 5) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการทางสติปัญญา ที่นักวิทยาศาสตร์และผู้ที่เกี่ยวข้องนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหา ใช้ในการศึกษาค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาต่างๆ

เอนก ประดิษฐ์พงษ์ (2545: 34) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการทางสติปัญญาที่เกิดขึ้นอย่างการปฏิบัติและฝึกฝนอย่างเป็นระบบ จนเกิดความคล่องแคล่วสามารถใช้ในการสืบเสาะแสวงหาความรู้ต่างๆ ได้

จากความหมายของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จึงสรุปได้ว่า กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นความชำนาญที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝนกระบวนการทางความคิดอย่างมีระบบในการค้นคว้าหาความรู้และแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

4.2.2 องค์ประกอบของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้มีผู้เสนอแนวคิดและรูปแบบต่างๆ ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไว้ ดังนี้

คลอปเฟอร์ (Klopfers. 1971: 568 – 573) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการที่ใช้ในการสืบสอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งกระบวนการนั้นประกอบไปด้วยทักษะที่สำคัญ 4 ทักษะ คือ

1. การสังเกตและการวัด เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ข้อมูลที่รวบรวมได้ส่วนใหญ่มักจะเป็นความจริง
2. การมองเห็นปัญหาและวิธีการที่ใช้ในการหาคำตอบของปัญหา ซึ่งได้แก่ การตั้งสมมติฐาน การวางแผนการทดลอง และการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมติฐานว่าเป็นความจริงหรือไม่
3. การแปลความหมายและการลงสรุป ซึ่งได้แก่ การแปลความหมายข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การทดลอง และการสรุปข้อมูลนั้นๆ เป็นหลักการ (Principle) กฎ (Law) และแนวคิด (Concept)
4. การสร้างทฤษฎี การตรวจสอบ และการปรับปรุงแก้ไขทฤษฎีที่สร้างขึ้น เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ของปัญหาที่พบ การสร้างทฤษฎีนี้ได้จัดว่า เป็นจุดหมายสูงสุดของการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์

เนลสัน และ อับราฮัม (Nelson; & Abraham. 1973: 291) ได้สร้างเครื่องมือวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขึ้น โดยให้เด็กนักเรียนปฏิบัติการจริงกับเครื่องมือที่สร้างขึ้น และให้เขียนตอบเป็นข้อเขียน นิยามของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่วัดมี 4 ประการ คือ

1. การสังเกต คือ ความสามารถในการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้า
2. การสรุปความเห็น คือ ความสามารถในการขยายความคิดใหม่ออกไป โดยอาศัยความรู้เดิมในลักษณะที่ต่อเนื่องกัน
3. การพิสูจน์ทดลอง คือ ความสามารถในการทดสอบความถูกต้องของข้อสรุปลงความเห็น
4. การจำแนกประเภท คือ ความสามารถในการจัดกลุ่มโดยพิจารณาลักษณะที่เหมือนๆ กันจากสังเกต

โตรอน (Doron. 1978: 19 – 30) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับการทำงานทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 10 ทักษะ ดังนี้

1. สามารถระบุปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้
2. สามารถเสนอแนะหรือรู้สมมติฐานทางวิทยาศาสตร์ได้
3. สามารถเสนอหรือเลือกวิธีการที่เหมาะสมในด้านเหตุผลและการปฏิบัติได้
4. สามารถหาข้อมูลที่ต้องการได้
5. สามารถตีความหมายข้อมูลได้
6. สามารถตรวจสอบความถูกต้องอย่างมีเหตุผลของสมมติฐานกับกฎ ข้อเท็จจริงได้
7. สามารถให้เหตุผลทั้งด้านปริมาณและสัญลักษณ์ได้
8. สามารถจำแนกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริง สมมติฐาน และการลงความคิดเห็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องได้ และรูปแบบของสิ่งที่สังเกตพบได้
9. สามารถที่จะอ่านและวิเคราะห์เอกสารทางวิทยาศาสตร์ได้
10. สามารถใช้กฎและหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้ ทั้งในสถานการณ์ที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย

สมาคมอเมริกัน เพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science – AAAS) (American Association for the Advancement of Science. 1970: 33 – 176) ได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ประกอบด้วย 1) ทักษะพื้นฐาน (Basic Science Process Skills) 8 ทักษะ และ 2) ทักษะขั้นผสมหรือบูรณาการ (Integrated Science Process Skills) 5 ทักษะ ดังนี้

1. ทักษะขั้นพื้นฐานหรือเบื้องต้น ประกอบด้วย 8 ทักษะ คือ 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการวัด 3) ทักษะการคำนวณ 4) ทักษะการจำแนกประเภท 5) ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปกกับเวลา 6) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 7) ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล และ 8) ทักษะการพยากรณ์
2. ทักษะขั้นผสมหรือบูรณาการ ประกอบด้วย 5 ทักษะ คือ 1) ทักษะการตั้งสมมติฐาน 2) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 3) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 4) ทักษะการทดลอง และ 5) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

ซึ่งทักษะในด้านต่างๆ มีความหมาย และประเภทที่ต่างกัน ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต (Observation) หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ โดยไม่ลงความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไปด้วย ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตมี 3 ประเภท คือ

- 1.1 ข้อมูลเชิงคุณภาพ เป็นข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและคุณสมบัติของสิ่งที่สังเกตเห็นเกี่ยวกับรูปร่าง กลิ่น รส เสียง กายสัมผัส ซึ่งเป็นลักษณะหรือคุณสมบัติที่ยังไม่สามารถระบุออกมาเป็นตัวเลขแสดงปริมาณพร้อมหน่วยวัดมาตรฐานได้

1.2 ข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นข้อมูลที่บอกรายละเอียดเกี่ยวกับปริมาณ เช่น ขนาดมวล อุณหภูมิ เป็นต้น อาจบอกโดยการประมาณและบอกหน่วยมาตรฐานเอาไว้

1.3 ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง เป็นข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งอื่นๆ เช่น เมื่อมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งอื่นดังกล่าวจะช่วยให้การสังเกตครอบคลุมข้อมูลได้กว้างขวางขึ้น

สำหรับพฤติกรรมที่แสดงว่า เกิดทักษะการสังเกตจะต้องมีความสามารถ

1. ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุได้ โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

2. บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการประมาณ เช่น น้ำหนัก ขนาด อุณหภูมิ และ

3. บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้ เช่น ลักษณะของสถานการณ์ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ลำดับขั้นตอนการเปลี่ยนแปลง

2. ทักษะการวัด (Measurement) เป็นทักษะสำคัญอย่างหนึ่งในการค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การสังเกตทำให้นักวิทยาศาสตร์ทราบลักษณะ รูปร่าง และสมบัติทั่วไปของวัตถุ แต่ไม่สามารถบอกรายละเอียดที่แน่นอนลงไปได้ ซึ่งทักษะในการวัดนั้นหมายถึง ความสามารถในการใช้เครื่องมือวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง ความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมืออย่างเหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด และความสามารถในการอ่านค่าที่ได้จากการวัดได้ถูกต้องรวดเร็วและใกล้เคียงกับความเป็นจริงพร้อมทั้งมีหน่วยกำกับเสมอ

สำหรับความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ 1) เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด 2) บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้ 3) บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง 4) ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง ปริมาตร น้ำหนักและอื่นๆ ได้ถูกต้อง และ 5) ระบุนิยามของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. ทักษะการคำนวณ (Using Numbers) หมายถึง การนำจำนวนที่ได้จากการสังเกตเชิงปริมาณ การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นมาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ เช่น การนับ บวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ย ยกกำลังสอง เป็นต้น ซึ่งทักษะการคำนวณนั้นหมายถึง ความสามารถในการบวก ลบ คูณ หาร หรือ จัดกระทำกับตัวเลขที่แสดงค่าปริมาณของสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งได้จากการสังเกต การวัด การทดลองโดยตรง หรือจากแหล่งอื่น ตัวเลขที่นำมาคำนวณนั้นต้องแสดงค่าปริมาณในหน่วยเดียวกัน ตัวเลขใหม่ที่ได้จากการคำนวณจะช่วยให้สื่อความหมายได้ตรงตามที่ต้องการและชัดเจนยิ่งขึ้น

สำหรับพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการคำนวณ จะต้องมีความสามารถที่สำคัญ คือ 1) นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง 2) ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้ 3) บอกวิธีคำนวณได้ 4) คิดคำนวณได้ถูกต้อง และ 5) แสดงวิธีคิดคำนวณได้

4. ทักษะการจำแนกประเภท (Classification) หมายถึง ความสามารถในการจัดจำแนกหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งๆ อยู่ในปรากฏการณ์ต่างๆ ออกเป็นหมวดหมู่ โดยมีเกณฑ์

ในการจัดจำแนก เกณฑ์ดังกล่าวอาจใช้ความเหมือน ความแตกต่างกัน หรือความสัมพันธ์ อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ โดยจัดสิ่งที่มีสมบัติบางประการร่วมกันให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน

สำหรับพฤติกรรมที่แสดงว่า เกิดทักษะการจำแนกประเภท จะต้องมีความสามารถที่สำคัญ คือ 1) เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้ 2) เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้ และ 3) บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลาสเปส (Space) ของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครอบครองอยู่ ซึ่งมีรูปร่างและลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้ว สเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ (Dimensions) ซึ่งได้แก่ ความกว้าง ความยาว ความสูง ความหนาของวัตถุ การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (Space/Space Relationship and Space/Time Relationship) เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ซึ่งได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติกับ 3 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง และเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ซึ่งได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา ซึ่งทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา หมายถึง ความสามารถในการระบุความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่อไปนี้ คือ 1) ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติกับ 3 มิติ สิ่งที่อยู่หน้ากระจกเงากับภาพที่ปรากฏในกระจกเงาจะเป็นซ้ายขวาของกันและกันอย่างไร 2) ตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาหรือสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปกับเวลา

สำหรับพฤติกรรมที่แสดงว่า บุคคลใดมีทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา จะต้องมีความสามารถที่สำคัญ คือ 1) บอกชื่อของรูปและรูปทรงทางเรขาคณิตได้ 2) ชี้บ่งรูป 2 มิติ และรูปทรง 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้ 3) บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้ 4) ระบุรูป 2 มิติ ที่เกิดจากการตัดวัตถุ 3 มิติได้ 5) บอกตำแหน่งและทิศทางของวัตถุ โดยใช้ตัวเองหรือวัตถุอื่นเป็นเกณฑ์ และ 6) บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งเปลี่ยนขนาดหรือปริมาณของวัตถุกับเวลาได้

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication) หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองและจากแหล่งอื่นมาจัดกระทำเสียใหม่ โดยวิธีการต่างๆ เช่น การจัดเรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจนำเสนอในรูปของ ตาราง แผนภูมิ กราฟ แผนภาพ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

สำหรับพฤติกรรมที่แสดงว่า เกิดทักษะการจัดกระทำกับข้อมูลและสื่อความหมาย จะต้องมีความสามารถที่สำคัญ คือ 1) เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม 2) บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้ 3) ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้ 4) เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้ 5) บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสม กะทัดรัดจนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ และ 6) บรรยาย หรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่ จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึง ความสามารถในการอธิบายข้อมูลที่มีอยู่อย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย ข้อมูลที่มี อาจได้มาจาก การสังเกต การวัด หรือการทดลอง คำอธิบายนั้นเป็นสิ่งที่ได้จากความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมของผู้สังเกตที่พยายามโยงบางส่วนของความรู้หรือประสบการณ์เดิมให้มาสัมพันธ์กับข้อมูลที่ตนเองมีอยู่

สำหรับพฤติกรรมที่แสดงว่า เกิดทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล จะต้องมีความสามารถที่สำคัญ คือ 1) อธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย และ 2) การลงความคิดเห็นจากข้อมูลในเรื่องเดียวกัน อาจลงความคิดเห็นได้หลายอย่าง ซึ่งอาจจะถูกหรือผิดก็ได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความละเอียดของข้อมูล ความถูกต้องของข้อมูล ความรู้ และประสบการณ์เดิมของผู้ลงความคิดเห็น และความสามารถในการสังเกต

8. ทักษะการพยากรณ์ (Prediction) หมายถึง ความสามารถในการทำนายหรือคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ หรือความรู้ที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการทำนาย การทำนายอาจทำได้ภายในขอบเขตของข้อมูล (Interpolating) และภายนอกขอบเขตข้อมูล (Extrapolating)

พฤติกรรมที่แสดงว่า เกิดทักษะการพยากรณ์ จะต้องมีความสามารถที่สำคัญ คือ 1) ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้ 2) ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้ และ 3) ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) หมายถึง ความสามารถในการให้คำอธิบาย ซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลอง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเป็นจริงในเรื่องนั้นต่อไป ซึ่งสมมติฐาน เป็นข้อความที่แสดงการคาดคะเน อาจเป็นคำอธิบายของสิ่งที่ไม่สามารถตรวจสอบโดยการสังเกตได้ หรืออาจเป็นข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ที่คาดคะเนว่าจะเกิดขึ้นระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม

สำหรับพฤติกรรมที่แสดงว่า เกิดทักษะการตั้งสมมติฐาน จะต้องมีความสามารถที่สำคัญ คือ 1) หากคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิม และ 2) หากคำตอบล่วงหน้าโดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ และตัวแปรตาม

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally) หมายถึง ความสามารถในการกำหนดความหมายและขอบเขตของคำ หรือตัวแปรต่างๆ ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตและวัดได้คำนิยามเชิงปฏิบัติการ เป็นความหมายของคำศัพท์เฉพาะ เป็นภาษาง่ายๆ ชัดเจน ไม่กำกวม ระบุสิ่งที่จะสังเกตได้ และระบุการกระทำซึ่งอาจเป็นการวัด การทดสอบ การทดลองไว้ด้วย

สำหรับพฤติกรรมที่แสดงว่า เกิดทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ จะต้องสามารถกำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่างๆ ให้สังเกตและวัดได้

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variable) หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง การควบคุม ตัวแปรนั้น

เป็นการควบคุมสิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่ควบคุมเหมือนกัน ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ (Independent Variable) เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลที่ต้องการศึกษา หรือตัวแปรที่ต้องการทดลองดูว่าจะก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่ ตัวแปรตาม (Dependent Variable) เป็นตัวแปรที่มีผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นเปลี่ยนไป ตัวแปรตามจะเปลี่ยนไปด้วย และตัวแปรควบคุม (Controlled Variable) เป็นตัวแปรตัวอื่นๆ ที่ยังไม่สนใจศึกษาที่อาจมีผลต่อตัวแปรตามในขณะนั้น จึงจำเป็นต้องควบคุมให้คงที่ไว้ก่อน

สำหรับพฤติกรรมที่แสดงว่า เกิดทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร จะต้องสามารถที่สำคัญ คือ 1) ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือ สิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นหรือไม่ 2) ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลก็จะเปลี่ยนตามไปด้วย และ 3) ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลอง ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือนกัน ๆ กัน มิฉะนั้นจะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

12. ทักษะการทดลอง (Experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติ เพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในการทดลองประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ 1) การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนดวิธีดำเนินการทดลอง และควบคุมตัวแปร และวัสดุที่ใช้ในการทดลอง 2) การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริงๆ และ 3) การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจจะเป็นผลของการสังเกต การวัด และอื่นๆ ซึ่งทักษะการทดลองนั้นหมายถึง ความสามารถในการดำเนินการตรวจสอบสมมติฐานโดยการทดลอง โดยเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ ตลอดจนการใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง และการบันทึกผลการทดลอง

สำหรับพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการทดลอง จะต้องมีความสามารถที่สำคัญ คือ 1) กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้อง และเหมาะสมโดยคำนึงถึงตัวแปร 2) ระบุอุปกรณ์หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลองได้ 3) ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องเหมาะสม และ 4) บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและเหมาะสม

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting Data and Conclusion) หมายถึง การแปลความหมาย หรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ และการสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง ความสามารถในการบอกความหมายข้อมูลที่ได้จัดกระทำ และอยู่ในรูปแบบที่ใช้ในการสื่อความหมายแล้ว ซึ่งอาจอยู่ในรูปตาราง กราฟ แผนภูมิ หรือรูปภาพต่างๆ รวมทั้งความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลในเชิงสถิติด้วย และสามารถลงข้อสรุปโดยการนำเอาความหมายของข้อมูลที่ได้ทั้งหมด สรุปให้เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ต้องการศึกษาภายในขอบเขตของการทดลองนั้นๆ

สำหรับพฤติกรรมที่แสดงว่าเกิดทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป จะต้องมีความสามารถที่สำคัญ คือ 1) แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลได้ (ทักษะการตีความหมายข้อมูล) และ 2) บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้ (ทักษะการลงข้อสรุป)

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการทางความคิดอย่างเป็นระบบในการค้นคว้าหาความรู้ ซึ่งเป็นทักษะหนึ่งที่มีความสำคัญสำหรับสภาพสังคมที่ต้องมีการเรียนรู้ตลอดชีวิต ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นประกอบด้วยทักษะพื้นฐาน 8 ทักษะ คือ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการพยากรณ์ และทักษะขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ คือ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ซึ่งการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 4 ทักษะ คือ 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการจำแนกประเภท 3) ทักษะการตั้งสมมติฐาน และ 4) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ในการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนผ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4.3 รูปแบบการสอนและกิจกรรมสอนวิทยาศาสตร์

4.3.1 รูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์

รูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์ที่ได้รับความนิยมอย่างมากในปัจจุบัน ได้แก่ รูปแบบการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ซึ่งที่มาของรูปแบบการสอนนี้เกิดจากความคิดที่ว่า ในชีวิตประจำวันเราเผชิญกับเหตุการณ์ต่างๆ ทั้งที่เกี่ยวข้องกับตัวเราและผู้อื่นตลอดเวลา บางครั้งเราสงสัยว่าทำไมเหตุการณ์เช่นนั้นจึงเกิดขึ้น หรือเกิดขึ้นได้อย่างไร บางครั้งเราเกิดความวุ่นใจ เพราะเราไม่สามารถหาเหตุผลมาอธิบายได้ รูปแบบการสอนแบบสืบสวนสอบสวน จะช่วยให้ผู้เรียนรู้จักแสวงหาวิธีอธิบายความเป็นไปต่างๆ อย่างมีหลักเกณฑ์ โดยเริ่มต้นจากการรวบรวมข้อมูลและสรุปความเป็นหลักการเพื่อใช้ในการอธิบายเหตุการณ์ต่างๆ ซึ่งมีรูปแบบการสอน คือ 1) นำเสนอปัญหา 2) ตั้งข้อสมมุติฐานและการรวบรวมข้อมูล และ 3) การสรุปความเพื่ออธิบาย (พวงเพ็ญ อินทรประวัตติ. 2532: 67)

สำหรับในปัจจุบันมีรูปแบบการสอนในลักษณะผสมผสานดังต่อไปนี้

1. การสอนตามคู่มือครู หมายถึง การสอนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ และจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามคู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1.1 ขั้นตอนอภิปรายก่อนการทดลอง ประกอบด้วย

1.1.1 ครูและนักเรียนร่วมอภิปรายขอบข่ายของเนื้อหา และครูใช้คำถามกระตุ้นความอยากรู้ อยากเห็นในการทำกิจกรรม

1.1.2 ครูแจ้งจุดประสงค์ของกิจกรรมให้นักเรียนทราบ

1.1.3 ครูอธิบายวิธีการทดลองและข้อควรระวังในการปฏิบัติการทดลอง

1.2 ขั้นตอนปฏิบัติการทดลอง นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอน ในหนังสือแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เป็นรายกลุ่ม และครูคอยควบคุมให้คำแนะนำขณะที่นักเรียนปฏิบัติ

การทดลอง

1.3 ชั้นอภิปรายหลังการทดลอง ประกอบด้วย

- 1.3.1 ครูและนักเรียนร่วมอภิปรายผลการทดลอง และครูใช้คำถามทำกิจกรรม เพื่อเป็นแนวทางในการลงข้อสรุป
- 1.3.2 ให้นักเรียนตอบคำถามในบทเรียน
- 1.3.3 ครูและนักเรียนร่วมอภิปรายแนวคำตอบของคำถามในบทเรียน
- 1.3.4 ครูและนักเรียนร่วมอภิปรายถึงประโยชน์ที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรม (ปาริชาติ แก่นสำโรง. 2541: 5 – 6)



ภาพประกอบ 22 รูปแบบการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

2. รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ เป็นการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง โดยมีขั้นตอนต่อไปนี้

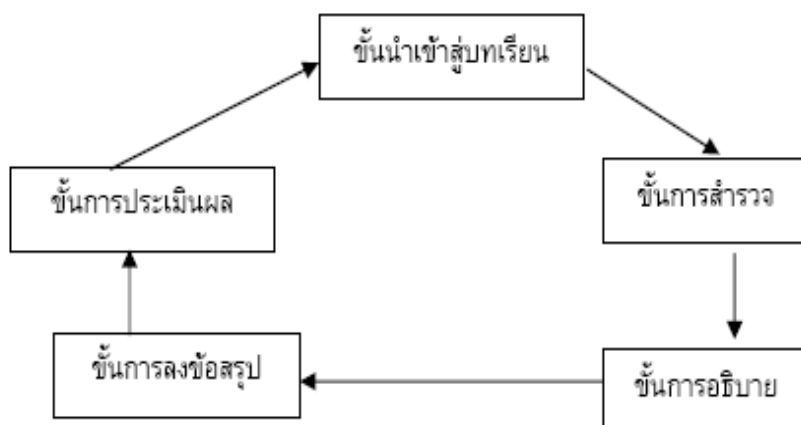
2.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ในขั้นนี้นักเรียนจะสร้างความสัมพันธ์จากการสังเกตส่วนต่างๆ เพื่อจะตอบปัญหา

2.2 ขั้นการสำรวจ เป็นขั้นที่นักเรียนทำการสำรวจอย่างมีความหมาย ตื่นตัวที่จะทำการสำรวจอย่างจริงจัง และฝึกทักษะการสื่อสาร

2.3 ขั้นการอธิบาย เป็นขั้นที่ทำให้นักเรียนมีความชัดเจนในโน้ตศัพท์มากขึ้น ครอบคลุมมากขึ้น โดยการให้โอกาสนักเรียนได้เกี่ยวข้องกับปัญหาใหม่ สถานการณ์ใหม่ เพื่อเสริมความเข้าใจที่ได้จากการสำรวจ

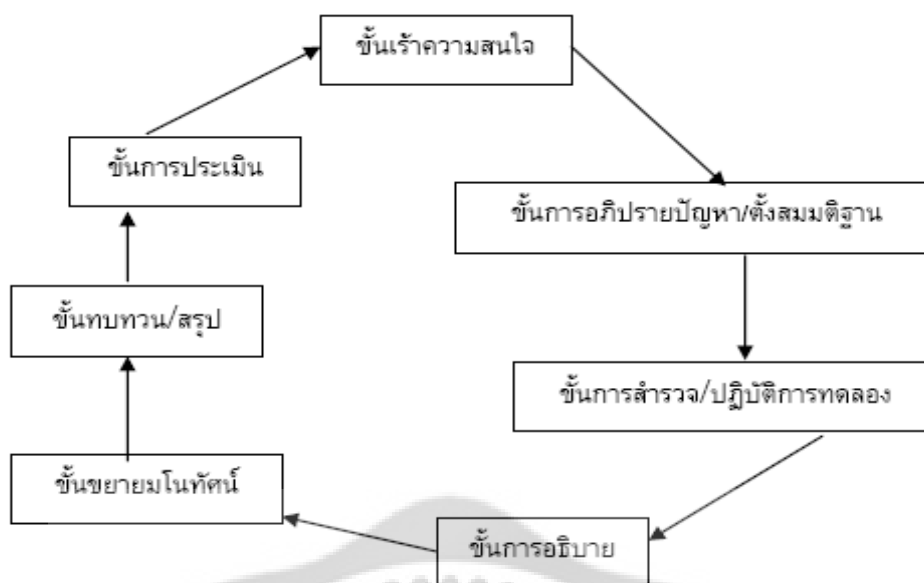
2.4 ขั้นการลงข้อสรุป ในขั้นนี้คำตอบของปัญหาแต่ละปัญหาต้องได้มาจากการกระทำกิจกรรมหรือการปฏิบัติการทดลอง

2.5 ขั้นการประเมินผล เป็นขั้นที่ให้โอกาสนักเรียนได้มีส่วนร่วมในการประเมิน (วิชาญ เลิศลพ. 2543: 58 – 59)



ภาพประกอบ 23 รูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์แบบวัฏจักรการเรียนรู้

3. รูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. มีขั้นตอน ดังนี้
- 3.1 ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นนี้ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนให้มุ่งความสนใจไปสู่เรื่องที่กำลังจะเรียน
 - 3.2 ขั้นอภิปราย/ตั้งสมมติฐาน เป็นขั้นสืบเนื่องจากขั้นสร้างความสนใจ โดยนักเรียนคิดวิเคราะห์ เพื่อหาคำตอบของปัญหาภายในกลุ่ม และนำเสนอความคิดเห็นหน้าชั้นเรียน
 - 3.3 ขั้นการสำรวจ/ปฏิบัติการทดลอง เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้แนวคิดที่มีอยู่แล้วมาจัดความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำลังจะเรียน ถ้าเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับการทดลอง การสืบค้นด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์จะให้นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการ
 - 3.4 ขั้นการอธิบาย ขั้นนี้ครูให้นักเรียนได้นำเสนอข้อค้นพบที่ได้จากขั้นที่ 3.3 โดยบอกว่าค้นพบอะไรบ้าง เป็นการบอกประสบการณ์ แนวความคิดและมโนทัศน์ที่ได้จากขั้นที่ 3.3
 - 3.5 ขั้นขยายมโนทัศน์ เป็นขั้นที่ครูจัดสถานการณ์ใหม่ โดยเป็นสถานการณ์ที่คล้ายๆ กัน แต่มีรายละเอียดหรือเงื่อนไขเปลี่ยนไปจากเดิม เพื่อให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจใน มโนทัศน์เดิมให้ชัดเจนยิ่งขึ้น และสัมพันธ์กับมโนทัศน์ใหม่
 - 3.6 ขั้นทบทวนสรุป เป็นการทบทวนมโนทัศน์ หรือความรู้ที่เรียนไปอีกครั้ง เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ชัดเจนขึ้น ขั้นนี้เป็นบทบาทของครูเป็นส่วนใหญ่ โดยครูจะเป็นผู้บรรยาย หรือตั้งคำถาม และ/หรือทำการทดลองซ้ำ โดยครูหรือนักเรียนที่ครูมอบหมาย รวมทั้งชี้ประเด็นที่ได้จากการทำกิจกรรมต่างๆ ที่นักเรียนได้กระทำมาตั้งแต่ต้นนั้นมาสนับสนุนคำอธิบาย
 - 3.7 ขั้นการประเมิน เป็นวิธีการที่ครูตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจของนักเรียน ซึ่งสามารถทำได้หลากหลาย เช่น ให้นักเรียนประเมินตนเอง ให้นักเรียนประเมินเพื่อนร่วมชั้นเรียน เป็นต้น (วิชาญ เลิศลพ. 2543: 59 – 61)



ภาพประกอบ 24 รูปแบบผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท.

4. ปแบบการสอนตามทฤษฎีสร้างสรรค์สร้างความรู้

การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ และตามมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E

พิมพันธ์ เตชะคุปต์ (2545: 57) กล่าวว่า วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เป็นวิธีการที่นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีครูเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวก เพื่อสอดคล้องกับการเรียนการสอนในปัจจุบัน ที่เน้นทั้งความรู้และกระบวนการหาความรู้ด้วยตนเอง และจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ทั้งในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา พบว่า มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น และพบมากในงานวิจัยระดับชั้นมัธยมศึกษา โดยที่ในหลักสูตรการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ระบุว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เป็นวิธีหนึ่งที่มีให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตัวเอง โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ไว้ ดังนี้

ซัน และ ไทรวบริดจ์ (Sun; & Trowbridge. 1973: 62 – 63) ได้สรุปลักษณะของการสอนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5E ไว้ ดังนี้

1. เป็นการสอนที่มีนักเรียนเป็นศูนย์กลาง
2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เป็นการสร้างมโนคติโดยตัวผู้เรียน

3. ระดับความคาดหวังของนักเรียนเพิ่มสูงขึ้น หลังจากที่ได้ประสบผลสำเร็จในการเสาะหาความรู้ในระดับหนึ่ง

4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เป็นการพัฒนาความสามารถด้านต่างๆ ของนักเรียน เช่น ความสามารถทางวิชาการ ทางสังคม ความคิดสร้างสรรค์ ฯลฯ ซึ่งต้องอาศัยความเป็นอิสระและให้นักเรียนมีโอกาสคิด

5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E จะหลีกเลี่ยงการเรียนรู้ระดับวาจาหรือการบรรยาย แต่เน้นการทดลองเพื่อให้นักเรียนค้นพบตัวเอง

6. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E จะกำหนดเวลาสำหรับการเรียน

ฉวีวรรณ กินาวงศ์ (2527: 502) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E คือวิธีการไต่ถามหรือการตั้งคำถาม เพื่อที่จะได้คำตอบตามความต้องการ โดยใช้เทคนิคกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะช่วยให้บุคคลได้ค้นพบความจริงต่างๆ ด้วยตนเอง

ภพ เลหาไพบูลย์ (2537: 119) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่างๆ ด้วยตนเองให้นักเรียนได้ประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2545: 56) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E หมายถึงการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีให้นักเรียนเป็นผู้ค้นหาความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมาย ซึ่งจะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

สุวัฒน์ นิยมคำ (2551: 119) กล่าวถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ว่าเป็นการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นหา หรือสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ไม่เคยรู้จักมาก่อน โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ไพจิตร สดวกการ (2539: 94) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนการสอนตามทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ไว้ 3 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นสร้างขัดแย้งทางปัญญา ที่ประกอบด้วย
 - 1.1 เสนอปัญหาที่นำไปสู่การสร้างใหม่ทางปัญญา ให้นักเรียนทำเป็นรายบุคคล
 - 1.2 นักเรียนเข้ากลุ่มย่อย แสดงวิธีทำของตนต่อสมาชิกกลุ่ม
2. ขั้นดำเนินกิจกรรมไตร่ตรอง ที่ประกอบด้วย
 - 2.1 กลุ่มย่อยสร้างสถานการณ์ตัวอย่าง
 - 2.2 กลุ่มย่อยใช้สถานการณ์ตัวอย่างตรวจสอบและปรับเปลี่ยนวิธีทำของสมาชิก
 - 2.3 กลุ่มย่อยเลือกวิธีทำที่สมาชิกกลุ่มเห็นชอบมากที่สุดเสนอต่อกลุ่มใหญ่
 - 2.4 กลุ่มใหญ่ตรวจสอบวิธีทำของกลุ่มย่อย
 - 2.5 ครูเสนอวิธีทำที่เตรียมมา แต่ถ้าซ้ำกับวิธีทำของนักเรียน ครูไม่ต้องเสนอ
 - 2.6 นักเรียนตั้งปัญหาเองแล้วแลกเปลี่ยนกันทำและตรวจสอบ

กลุ่ม

3. ชั้นสรุปผลการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา ที่ประกอบด้วย

3.1 กลุ่มใหญ่สรุปมโนคติ

3.2 นักเรียนทำแบบฝึกหัด

ลูคค์ ฮอลลีย์ และคนอื่นๆ (Louck – Horsley; et al. 1990) นักทฤษฎีสรรสร้างความรู้ได้จัดรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นบทบาทผู้เรียน ซึ่ง สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2546: คำนำ) ได้ดัดแปลงมาจากโครงสร้างการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา ของสหรัฐอเมริกา (Biological Science Curriculum Studies หรือ BSCS) ได้แบ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ออกเป็น 5 ชั้น คือ 1) ชั้นนำ 2) ชั้นสำรวจ/ชั้นสำรวจข้อมูลเพื่อการค้นพบ 3) ชั้นอธิบาย/ชั้นนำเสนอข้อมูลเพื่อการค้นพบ 4) ชั้นขยายหรือประยุกต์ใช้โมโนมิติ/ชั้นประยุกต์ใช้ และ 5) ประเมินผลการเรียนรู้

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E

ทฤษฎีสรรสร้างความรู้ เป็นทฤษฎีหนึ่งที่มีมุ่งเน้นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยมุ่งศึกษาว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างไร และผู้สอนจะจัดกิจกรรมอย่างไร เพื่อให้ผู้เรียนค้นพบหรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง รูปแบบการสอนหรือรูปแบบการเรียนรู้ภายใต้ทฤษฎีสรรสร้างความรู้ จึงเน้นบทบาทของผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งมีหลายรูปแบบ เช่น แบบ 3 ขั้นตอน หรือ แบบ 4 ขั้นตอน หรือแบบ 5 ขั้นตอน ซึ่ง สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2542: 7 – 8) จึงได้นำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ของโครงการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์สาขาชีววิทยาของสหรัฐอเมริกา (Biological Science Curriculum Studies หรือ BSCS) มาทดลองดัดแปลงเพื่อให้เหมาะสมกับเด็กไทย โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถร่วมกันแสวงหา ค้นพบ และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง อีกทั้งยังให้นักเรียนมีโอกาสประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้อย่างมีความสุขภายใต้สภาพการณ์ที่จำลองหรือที่เป็นจริงแห่งชีวิต เพื่อให้ นักเรียนมีทักษะชีวิตและทักษะทางสังคม การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ที่ได้ดัดแปลง ประกอบด้วย

1. ชั้นนำ (Engagement Phase) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นเพื่อสร้างความสนใจ

แก่นักเรียนหรือตรวจสอบ/ทบทวนความรู้ และประสบการณ์เดิมของนักเรียน เพื่อนำเข้าสู่การเรียนรู้บทเรียนใหม่

2. ชั้นสำรวจ/ชั้นสำรวจข้อมูลเพื่อการค้นพบ (Exploration Phase) เป็น

ขั้นที่นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมโดยอาจปฏิบัติเป็นกลุ่มและรายบุคคล โดยนักเรียนสามารถนำความรู้ และประสบการณ์เดิมมาสัมพันธ์กับความรู้ใหม่ จึงทำให้นักเรียนสามารถค้นพบ หรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ เป็นที่ปรึกษาและเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการค้นพบ สร้างความรู้ด้วยตนเอง กล่าวโดยสรุป ขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนเกิดหรือค้นพบมโนคติ (Concept)

3. ชั้นอธิบาย/ชั้นนำเสนอข้อมูลเพื่อการค้นพบ (Explanation Phase)

เป็นขั้นที่นักเรียนอธิบายหรือนำเสนอโมโนมิติ หรือความรู้ที่นักเรียนค้นพบในขั้นที่ 2 โดยอาจใช้ความรู้ และประสบการณ์เดิมเป็นฐาน ประกอบกับหลักฐานและข้อมูลที่ค้นพบใหม่ ครูมีบทบาท ตั้งคำถาม และให้ความรู้หรือข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อให้นักเรียนกระจ่างชัดยิ่งขึ้น

4. ขยายหรือขั้นประยุกต์ใช้แนวคิด/ขั้นประยุกต์ใช้ (Elaboration Phase) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนประยุกต์ใช้แนวคิดในสถานการณ์ใหม่ หรือในสภาพที่เป็นจริง หรือขยายแนวคิดนั้นๆ ให้กว้างขึ้นจนก่อให้เกิดความรู้สึกลึกซึ้งหรือแนวคิดอื่นๆ ที่สัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องกัน

5. ขั้นประเมินผลการเรียนรู้ (Evaluation Phase) ขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ โดยมุ่งให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้มาประมวลและประยุกต์ใช้หรือผลการค้นพบมาจัดแสดงเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ความคิด ทักษะและเจตคติต่อการทำกิจกรรมต่างๆ โดยมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันและปฏิสัมพันธ์กับครู อันก่อให้เกิดสังคมแห่งการเรียนรู้

สมจิต สวธนไพบุลย์ (2535) กล่าวถึง ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E สรุปได้เป็นมี 3 ขั้น คือ

1. ขั้นการสำรวจข้อมูล (Exploration) เป็นการหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องเรื่องที่ศึกษา เพื่อนำไปสร้างเป็นความคิดรวบยอด หรือแนวคิดหลักต่อไป ข้อมูลอาจจะหามาได้ 3 แหล่ง คือ ได้จากการสังเกตวัตถุจริงหรือปรากฏ

2. ขั้นการสรุปขั้นเป็นความรู้ใหม่ (Invention) ภายหลังจากการสำเร็จแล้วนักเรียนจะได้ข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะ คุณสมบัติ การเปลี่ยนแปลงปริมาณ และรายละเอียด ข้อมูลเหล่านี้จะไม่มีคามหมายอะไรมากนัก จะมีการนำไปคำนวณหรือจัดกระทำเสียก่อน จึงจะมีความหมายพอที่จะตีความหรือลงข้อสรุปต่อไปได้ ผลสรุปที่ได้ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปมโนคติหรือหลักการ

3. ขั้นนำความรู้ใหม่ไปใช้ (Discovery) เป็นขั้นที่นักเรียนมีโอกาสนำเอาความรู้ที่ได้จากการค้นพบไปใช้เป็นรากฐานสำหรับเรียนเรื่องใหม่ต่อไปได้เป็นการทดสอบความถูกต้อง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550: 5 – 8) ได้นำเสนอการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E มาใช้ในการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ และได้เสนอขั้นตอนในการเรียนการสอนแบบ 5 ขั้นตอน (5E) คือ

4. การนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) เป็นการแนะนำบทเรียน กิจกรรมจะประกอบไปด้วยการซักถามปัญหา การทบทวนความรู้เดิม การกำหนดกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นในการเรียนการสอนและเป้าหมายที่ต้องการ

5. การสำรวจ (Exploration) ขั้นนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้แนวคิดที่มีอยู่แล้วมาจัดความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำลังจะเรียนให้เข้าเป็นหมวดหมู่ ถ้าเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง การสำรวจ ด้วยการสืบค้นด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเทคนิคและความรู้ทางการปฏิบัติ จะดำเนินไปด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยมีครูเป็นเพียงผู้ให้คำแนะนำหรือผู้เริ่มต้น ในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถหาจุดเริ่มต้นได้

6. การอธิบาย (Explanation) ในขั้นตอนนี้กิจกรรมหรือกระบวนการเรียนรู้จะมีการนำความรู้ที่รวบรวมมาแล้วในขั้นที่ 2 มาใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาหัวข้อ หรือแนวคิดที่กำลังศึกษาอยู่ กิจกรรมอาจประกอบไปด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่างๆ และนำข้อมูลมาอภิปราย

7. การลงข้อสรุป (Elaboration) ในขั้นตอนนี้จะเน้นให้นักเรียนได้นำความรู้ หรือข้อมูลจากขั้นที่ผ่านมาแล้ว ขั้นที่ 2 และขั้นที่ 3 มาใช้ กิจกรรมส่วนใหญ่อาจเป็นการอภิปรายภายใน

กลุ่มตนเอง เพื่อลงข้อสรุปที่แสดงถึงความเข้าใจ ใช้ทักษะกระบวนการและความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น จะช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสปรับแนวความคิดหลักของตนเองในกรณีที่ไม่สอดคล้องหรือคาดเคลื่อนจากข้อเท็จจริง

8. การประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นสุดท้ายของการเรียนรู้ในขั้นนี้ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบแนวความคิดหลักที่ตนเองได้เรียนรู้มาแล้ว โดยประเมินตนเองถึงแนวความคิดที่ได้สรุปในขั้นที่ 4 ว่ามีความสอดคล้อง หรือถูกต้องมากเพียงใด และมีการยอมรับ มากน้อยเพียงใด ข้อสรุปที่ได้จะนำไปเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อไป ทั้งนี้จะรวมทั้งการประเมินของครูต่อจากการเรียนรู้ของนักเรียนด้วย

จากขั้นตอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ข้างต้นสรุปได้ว่า ในจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E จะต้องมีสิ่งเร้าที่ทำให้เกิดการสืบเสาะหาความรู้ มีปัญหาที่ต้องค้นหาวิธีแก้ไข มีการสำรวจข้อมูลและการลงข้อสรุปนั้นเป็นความรู้ใหม่ รวมถึงนำความรู้ไปใช้ ผู้วิจัยได้นำเสนอเอาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาเป็นแนวทางในการออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

จากรูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์แบบต่าง ๆ เป็นการจัดและวางกระบวนการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบเป็นขั้นตอน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนวิทยาศาสตร์ การศึกษาถึงรูปแบบการเรียนจึงเป็นการวางแผนกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการทดลองการเรียนจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับวิชาวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น

4.3.2 กิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

จากเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นการพัฒนาผู้เรียนให้ได้เรียนรู้ ทั้งในส่วนของเนื้อหาความรู้ กระบวนการ และเจตคติ ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงต้องมีกิจกรรมที่จัดเพื่อให้บรรลุเป้าหมายดังกล่าว ดังที่ได้มีนักวิชาการทางการศึกษาหลายท่านได้สรุปแนวทางการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ ดังต่อไปนี้

โรเมย์ (Romey. 1968: 22 – 24) ได้แบ่งการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไว้

2 แบบ คือ

1. แบบกำหนดแนวทาง (Structured Activities) ลักษณะของกิจกรรมเป็นดังนี้

- 1.1 ครูกำหนดปัญหา
- 1.2 ครูเสนอแนะวิธีการรวบรวมข้อมูล
- 1.3 นักเรียนรวบรวมข้อมูลตามวิธีการที่เสนอไว้
- 1.4 ได้ข้อมูลแล้วนักเรียนจัดทำตารางและเขียนกราฟตามที่ครูบอก
- 1.5 ครูตั้งคำถามแล้วให้นักเรียนตอบโดยใช้ข้อมูลที่รวบรวมไว้
- 1.6 นักเรียนสรุปคำตอบของปัญหาแล้วอภิปรายหน้าชั้น

2. แบบไม่กำหนดแนวทาง (Unstructured Activities) เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนมีอิสระในการวางแผนกำหนดวิธีการค้นคว้า การรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปด้วยตนเอง ลักษณะ

ของกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทางเป็น ดังนี้

2.1 ครูกำหนดปัญหาหรือนักเรียนกำหนดปัญหา

2.2 นักเรียนทั้งชั้นวางแผนและกำหนดวิธีการแก้ปัญหาเอง ดำเนินการเอง จนได้

ข้อสรุป ในกรณีที่บางปัญหานักเรียนอาจมองไม่เห็นทางที่จะกำหนดวิธีการแก้ปัญหาได้ ครูควรจะทำ ดังนี้

2.2.1 ตั้งปัญหาให้นักเรียนนำไปคิดเป็นการบ้านก่อนการทดลอง

2.2.2 บอกเครื่องมือที่จำเป็นในการทดลองให้

2.2.3 ให้นักเรียนเสนอวิธีการค้นคว้าแล้วมีการอภิปรายกำหนดวิธีการค้นคว้า

ที่เป็นไปได้หลายวิธี

2.2.4 ให้นักเรียนดำเนินการทดลองตามขั้นตอนนั้น

2.2.5 นักเรียนเสนอผลงานด้วยการอภิปราย

จากกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของ โรเมย์ ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนผ่านการทดลองที่เป็นกิจกรรมสำคัญของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นการปฏิบัติ สามารถสรุปได้ว่า กิจกรรมการสอนมี 3 ชั้น ที่สำคัญ คือ การอภิปรายก่อนการทดลอง การทำการทดลอง และการอภิปรายหลังการทดลอง โดย กุสแลน และ สโตน (Kuslan; & Stone. 1968) ได้กล่าวถึง กิจกรรมการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมขึ้นมาอีก 2 ชั้น คือ ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน และชั้นสุดท้าย คือ ชั้นขยายความรู้และนำความรู้ไปใช้ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า กิจกรรมการเรียนการสอนของ กุสแลน และ สโตน (Kuslan; & Stone) มี 5 ชั้น ดังนี้ คือ 1) ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน 2) ชั้นอภิปรายก่อนการทดลอง 3) ชั้นทำการทดลอง 4) ชั้นอภิปรายหลังการทดลอง และ 5) ชั้นขยายความรู้และนำความรู้ไปใช้

เรนเนอร์ และ สตาฟฟอร์ด (Renner; & Stafford. 1972) ได้แบ่งกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. การสำรวจสถานการณ์ต่างๆ ตั้งสมมติฐาน เสนอแนะการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน

2. การสร้างรูปแบบแนวคิด หลักการต่างๆ โดยในขั้นนี้นักเรียนมีหน้าที่อภิปรายมโนคติของรูปแบบที่สร้างขึ้น

3. การสืบค้นหาความรู้หรือการค้นพบ เมื่อได้หลักการรูปแบบแนวคิดต่างๆ แล้วสามารถขยายแนวคิดหรือหลักการไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

คาร์ริน และ โรเบิร์ต (Carin; & Robert. 1980: 98 – 99) ได้สรุปกระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า แบ่งออกได้ ดังนี้

1. การสร้างสถานการณ์หรือปัญหา เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนในเชิงของปัญหาเพื่อกระตุ้นหรือท้าทายให้นักเรียนคิด และแก้ปัญหา นั้น อาจกระทำได้หลายรูปแบบ เช่น การอภิปราย การซักถาม การเล่าเหตุการณ์ การใช้อุปกรณ์สร้างสถานการณ์ที่น่าสงสัยแปลกใจ และก่อให้เกิดความน่าสนใจแก่นักเรียน ซึ่งสามารถโยงไปสู่การออกแบบการทดลองที่ต้องการได้ โดยครูผู้สอนอาจจะทำได้โดยใช้

การสาธิตของจริง ใช้ฟิล์มภาพยนตร์ เทปโทรทัศน์ และคำถาม

2. การตั้งสมมติฐาน เป็นการคาดคะเนคำตอบที่อาจจะเป็นไปได้ ซึ่งต้องอาศัยสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหา ในขั้นแรกเป็นหลักและใช้คำถามที่ต่อเนื่องสัมพันธ์กัน

3. การออกแบบการทดลอง เป็นการระบุวิธีการทดลองเพื่อการทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

4. การทดสอบสมมติฐาน กิจกรรมในขั้นตอนนี้ได้แก่ การทำการทดลองและบันทึกผลที่ได้จากการทดลอง โดยครูเป็นผู้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือเท่าที่จำเป็น ซึ่งขั้นตอนนี้ มีสื่ออุปกรณ์เข้ามามีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ

5. ข้อสรุปที่ได้จากการทดสอบสมมติฐาน โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการทดลอง เพื่อนำไปสู่การสรุปคำตอบในการแก้ปัญหา และคำตอบที่ได้สามารถนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ด้วย

แมทธิวส์ (Matthews. 1994) ได้กล่าวไว้ว่า การเรียนการสอนในชั้นเรียนที่มีการเรียนแบบสืบเสาะ มีกิจกรรมที่หลาย ตั้งแต่การอภิปราย ทดลองปฏิบัติเพื่อหาคำตอบ การสืบสอบหาความรู้ โดยนักเรียน การบรรยาย ตลอดจนการแลกเปลี่ยนความคิด เป็นต้น

สุวัฒน์ นียมคำ (2517: 20) กล่าวถึง กิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เน้นกิจกรรมให้นักเรียนได้เรียนรู้ โดยการผสมผสานระหว่างกิจกรรมการทดลองและการเรียนภาคทฤษฎี ซึ่งการสอนควรยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ให้นักเรียนเป็นฝ่ายทำกิจกรรมเอง กล่าวคือ ให้นักเรียนช่วยกันกำหนดปัญหา ออกแบบการทดลอง ทำการทดลอง วิเคราะห์ข้อมูล สรุปผลการทดลอง และอภิปรายผลร่วมกัน

วีระชาติ สวนไพรินทร์ (2531: 52) ได้กล่าวว่า กิจกรรมการเรียนการสอนเป็นการกระทำต่างๆ ของครูและนักเรียน ที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ตามเป้าหมายการเรียนการสอนที่กำหนดไว้ ครูควรจะดำเนินการสอนหรือปฏิบัติตามขั้นตอนการสอน โดยแบ่งไว้เป็น 3 ชั้น คือ

1. ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นขั้นที่เตรียมนักเรียนให้พร้อมที่จะเรียน โดยใช้กิจกรรมการสาธิต การเล่าเรื่อง หรือวิธีอื่นๆ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสนใจการเรียน มีการเชื่อมโยงพื้นฐาน ความรู้เดิมกับสิ่งที่กำลังเรียน

2. ชั้นสอน เป็นการเรียนการสอนตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

3. ชั้นสรุป ในขั้นนี้มีกิจกรรมที่สำคัญ เช่น การเขียนรายงานการกระทำ ซึ่งอาจเป็นการช่วยกันสรุประหว่างครูกับนักเรียน

ประจวบจิตร คำจตุรัส (2536: 44) ได้สรุปกิจกรรมการเรียนการสอนโดยการสืบสวนสอบสวนความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ไว้ ดังนี้

1. การเผชิญปัญหาหรือพบกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหา โดยผู้สอนจะเป็นผู้สร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาขึ้น ซึ่งเป็นการนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อกระตุ้นและท้าทายให้ผู้เรียนคิดและหาทางแก้ปัญหาต่างๆ

2. การรวบรวมข้อมูลด้วยการตรวจสอบข้อเท็จจริง โดยใช้คำถาม เพื่อให้ผู้เรียนตรวจสอบสถานการณ์ที่เป็นปัญหานั้น
3. การรวบรวมข้อมูลด้วยการทดลอง เป็นการดำเนินการทดลองและบันทึกผลการทดลองเพื่อหาคำตอบของปัญหา
4. การจัดการกับข้อมูลและสร้างคำอธิบาย เป็นการใช้ข้อมูลที่ได้จากการทดลองนำไปสู่การสรุปผลการทดลอง เพื่อนำมาสร้างคำอธิบายสถานการณ์ที่เป็นปัญหานั้น ซึ่งเป็นการสรุปคำตอบในการแก้สถานการณ์หรือปัญหา
5. การวิเคราะห์กระบวนการสืบสวนสอบสวน เป็นการวิเคราะห์กระบวนการสืบสวนหาความรู้ เพื่อใช้ในการปรับปรุงกระบวนการสืบสวนสอบสวนความรู้ให้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า กิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ควรเน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนมากที่สุด เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้รับทั้ง ความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบสวนหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ควรประกอบไปด้วยกิจกรรมที่เป็นระบบขั้นตอน กิจกรรมที่สำคัญ ได้แก่ การระบุปัญหา การจำลองสถานการณ์ การสาธิต การเสนอเนื้อหาบทเรียน การทำแบบฝึกหัดการสืบค้นข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การดำเนินการทดลอง การบันทึกผลการทดลอง การวิเคราะห์ข้อมูล การสรุปผล การนำเสนอข้อมูล การเผยแพร่ข้อมูล ตลอดจนการตรวจงาน/การบ้านนักเรียน หรือติดต่อสั่งงานกับนักเรียน เป็นต้น ในการออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนวิทยาศาสตร์ผู้วิจัยมีการนำเอากิจกรรม การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ดังกล่าวมาปรับใช้ให้เหมาะสมกับคุณสมบัติของสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง

4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำสื่ออิเล็กทรอนิกส์มาใช้ในการจัดการเรียนวิทยาศาสตร์

วินด์สชิต และ แอนเดอร์ (Windschit; & Andre. 1998: 145 – 160) ได้ใช้คอมพิวเตอร์จัดสถานการณ์จำลองเพื่อกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความคิดเห็น โดยใช้บทบาทของการสอนแบบให้สร้างความรู้ด้วยตนเอง เพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระเกี่ยวกับการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ว่ามีผลต่อการเรียนรู้หรือไม่ และความเชื่อในการหาความรู้ของนักเรียนมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างไร การศึกษานี้จะสำรวจผลของการสร้างความรู้ ด้วยตนเอง ซึ่งเกิดจากการลงมือปฏิบัติเพื่อหาความรู้จากสิ่งต่างๆ รอบตัวในสถานศึกษา เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงความคิดเห็นของนักเรียนเทียบกับการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อจัดสถานการณ์จำลองในการเรียนรู้ โดยใช้เนื้อหาเรื่องระบบการหมุนเวียนโลหิตของมนุษย์เป็นเครื่องมือในการศึกษา การศึกษานี้จะหาผลของความสัมพันธ์ระหว่างการสร้างความรู้ด้วยตนเอง จากการลงมือปฏิบัติเพื่อหาความรู้และความเชื่อในการหาความรู้ของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า วิธีการสร้างความรู้โดยใช้เหตุผล มีความหมายมากกว่าวิธีการลงมือปฏิบัติเพื่อเปลี่ยนความคิดเห็น โดย 2 ใน 6 ส่วนจะหยิบยกเหตุผลที่หลากหลายต่างๆ ไป มาใช้อธิบาย และ 4 ใน 6 ส่วน ไม่แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างที่มีความหมายจากกลุ่มที่ได้รับการจัดสถานการณ์การเรียนรู้ของผู้วิจัย และที่สำคัญ

การจัดสถานการณ์ในการเรียนรู้มีผลสำคัญต่อความเชื่อในการหาความรู้ ยิ่งความเชื่อในการหาความรู้ของบุคคล มีความก้าวหน้ามากเท่าใด การเรียนรู้โดยการปฏิบัติเพื่อให้ได้ความรู้อีกจะยิ่งมากขึ้น แต่ความเชื่อส่วนบุคคลจะทำให้เกิดความก้าวหน้าทางการเรียนรู้น้อยกว่าความเชื่อขั้นสูงที่เกิดจากการเรียนรู้ โดยการลงมือปฏิบัติหลายเท่า

นีอง และ กันสโตน (Ng; & Gunstone. 2001) ได้ศึกษาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐานในโรงเรียนวิศวะการ ประเทศออสเตรเลีย พบว่า ครูในโรงเรียนส่วนใหญ่มีแนวโน้มที่จะนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนมากขึ้น และครูวิทยาศาสตร์มีเจตคติทางบวกว่าเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ส่วนปัจจัยที่มีผลต่อการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ด้าน คือ 1) จำนวนคอมพิวเตอร์ในชั้นเรียนหรือห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ 2) เวลาสำหรับการเตรียมการสอน 3) การจัดสรรงบประมาณของโรงเรียน และ 4) การบริหารจัดการของโรงเรียน เช่น การจัดตารางเวลา การใช้ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

กรีนเบิร์ก และคนอื่นๆ (Greenberg; et al. 1998) ได้ศึกษาการใช้รูปแบบจำลองในการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา กรณีศึกษาการดำเนินการเกี่ยวกับเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ พบว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการใช้หรือไม่ใช้รูปแบบจำลองของครู ได้แก่ 1) เวลาในการทำความเข้าใจการใช้เทคโนโลยีในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ 2) ทักษะการจัดการห้องเรียนที่มีการใช้เทคโนโลยี 3) ความเข้าใจในคุณค่าของเทคโนโลยี 4) ดุลยพินิจของผู้บริหารในการคาดหวังเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีในการเรียนการสอน และ 5) ความเข้าใจในวิธีการใช้เทคโนโลยีในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบ

มอร์ (Morse. 1991: Online) ได้ศึกษาการใช้คอมพิวเตอร์ในการศึกษาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น และทำให้เจตคติทางบวก ในวิชาชีววิทยาเพิ่มขึ้น การนำไมโครคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้บูรณาการในหลักสูตรช่วยเพิ่มทักษะทางวิทยาศาสตร์ โปรแกรมพิเศษทางคอมพิวเตอร์ช่วยพัฒนาทักษะการสืบสอบ และช่วยแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในเนื้อหาความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีก่อนเรียน นอกจากนี้ คอมพิวเตอร์ยังช่วยให้นักเรียนเห็นคุณค่าในตัวเอง และการนำคอมพิวเตอร์เข้าไปบูรณาการในหลักสูตร ช่วยให้นักเรียนที่มีสัมฤทธิ์ในการเรียนการสอนต่ำ มีความสนใจในวิทยาศาสตร์มากขึ้น ส่วนปัญหาหลักที่พบในการนำโปรแกรมช่วยสอนมาใช้ คือ ซอฟต์แวร์มีความยุ่งยากที่จะเข้าใจในการใช้สอนและไม่มีความสอดคล้องกับเป้าหมายของรายวิชา รวมทั้งความเข้าใจของครูในการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์และการเลือกซอฟต์แวร์ที่เหมาะสมกับความสนใจหรือความต้องการของผู้เรียน

เฮลเกสัน (Helgeson. 1988: Online) ได้ศึกษาการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ พบว่า การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะช่วยให้ผลการเรียน การสอนของนักเรียนเพิ่มขึ้น โดยทักษะการใช้คอมพิวเตอร์มีอิทธิพลต่อการนำไมโครคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเจตคติและความสนใจของนักเรียนที่มีต่อคอมพิวเตอร์ มีความสัมพันธ์กันในทางบวกต่อการใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนส่วนตัวแปร ด้านเพศ ไม่มีผลต่อการใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

กรรณิการ์ พิมพ์รส (2546) ได้ทำการศึกษาสภาพการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศฯ ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนมัธยมที่ร่วมโครงการเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เพื่อโรงเรียนไทย สังกัดกรมสามัญศึกษาเขตการศึกษา 10 พบว่า สภาพการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศฯ ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ พบว่า มีครูวิทยาศาสตร์ร้อยละ 55.96 ที่ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศฯ ในการเรียนการสอน โดยครูวิทยาศาสตร์ร้อยละ 77.43 ใช้เพื่อนำเสนอเนื้อหาบทเรียน รองลงมา ร้อยละ 60 ใช้ในการบันทึกผลการทดลองในบทเรียน โปรแกรมที่ใช้คือ ไมโครซอฟต์เวิร์ด และคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับบทเรียนที่มีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศฯ พบว่า ครูวิทยาศาสตร์ ในช่วงชั้นที่ 3 ร้อยละ 38.64 ใช้ในการเรียนการสอนสาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

นอกจากนี้ยังพบปัญหาการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศฯ ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ในด้านโครงสร้างพื้นฐานทางเทคโนโลยีสารสนเทศฯ เช่น จำนวนห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่ไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้งานในเวลาเดียวกัน จำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ไม่เพียงพอต่อความต้องการของครูและนักเรียน และจำนวนอุปกรณ์ที่ใช้ร่วมกับคอมพิวเตอร์ไม่เพียงพอ และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับครูด้านความรู้ ความเข้าใจ พบว่า ครูวิทยาศาสตร์ร้อยละ 71.30 มีปัญหาเกี่ยวกับความรู้เบื้องต้นในการประเมินโปรแกรมที่เหมาะสม ร้อยละ 69.13 มีปัญหาในการสร้างสื่อการสอนบนเว็บในช่วงชั้นที่ 3 ร้อยละ 79.13 มีความคิดเห็นว่าตนเองมีปัญหาด้านการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเจตคติ พบว่า ครูวิทยาศาสตร์มีเจตคติทางบวกต่อการนำเทคโนโลยีสารสนเทศฯ มาใช้ในการเรียนการสอนทุกด้าน

อเนก ประดิษฐ์พงษ์ (2545: 64) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายเรื่องชีวิตและวิวัฒนาการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อทำการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์และเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน โดยใช้บทเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับการนำสื่ออิเล็กทรอนิกส์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้อชีววิทยาวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่า สื่ออิเล็กทรอนิกส์จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ได้มากขึ้น เพราะสามารถสร้างสถานการณ์จำลอง หรือภาพจำลองในสิ่งที่การเรียนการสอนแบบปกติ ไม่สามารถทำได้ นอกจากนี้ยังพบว่า ครูวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มีเจตคติที่ดีในการที่จะนำสื่ออิเล็กทรอนิกส์มาใช้ในการเรียนการสอน และจากงานวิจัยในประเทศไทย พบว่า ครูยังประสบปัญหาด้านทักษะการสร้างสื่อการเรียนการสอน ดังนั้นการวิจัยรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ จะมีส่วนช่วยให้ครูผู้สอนได้มีแนวทางในการออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ต่อไปได้อีกในอนาคต

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับหลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์ พบว่า วิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์ที่สำคัญของการพัฒนาประเทศ เป้าหมายการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ให้มีความรู้ในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยจะทำการออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหา และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบการเรียน

การสอนทางวิทยาศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นรูปแบบการเรียนแบบสืบสวนสอบสวน มีการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อเน้นให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมการเรียน ซึ่งจะประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ 5 ขั้นตอน แบบ 5E คือ 1) การนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) 2) การสำรวจ (Exploration) 3) การอธิบาย (Explanation) 4) การลงข้อสรุป (Elaboration) และ 5) การประเมินผล (Evaluation) ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกใช้นำมาเป็นแนวทางในการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในครั้งนี้ กิจกรรมดังกล่าวจะช่วยให้ผู้เรียนเป็นผู้ที่สามารถสืบค้นหาความรู้ได้ด้วยตนเอง สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ ที่ให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต

5. การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา

การวิจัยและพัฒนาเป็นคำที่แปลมาจาก Research and Development ซึ่งคำย่อก็คือ R & D การวิจัยและพัฒนาเป็น วงการธุรกิจและอุตสาหกรรมของโลกตะวันตกได้ใช้กันอย่างแพร่หลายมาช้านานแล้ว เป็นการวิจัยประยุกต์ เน้นการแสวงหาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New products) สิ่งประดิษฐ์ใหม่ (New Inventions) พัฒนาระบบการ (Process) พัฒนาระบบและวิธีทำงาน (System and Procedures) และเทคโนโลยีใหม่ ๆ (New Technology) โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน (Research-Based Development) เพื่อพัฒนาสิ่งที่ต้องการ (อุทัย บุญประเสริฐ. 2542: 48) การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา (Educational Research and Development) เป็นการพัฒนาการศึกษา โดยพื้นฐานการวิจัย (Research Based Education Development) เป็นกลยุทธ์หรือวิธีการสำคัญวิธีการหนึ่งที่ยอมรับใช้ในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาการศึกษา โดยเน้นหลักเหตุผลและตรรกวิทยา เป้าหมายหลัก คือ การใช้เป็นกระบวนการในการพัฒนาตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางการศึกษา (Education Product) อันหมายถึง ทรัพย์สินทางการศึกษา ได้แก่ หนังสือแบบเรียน ฟิล์ม สไลด์ เทปเสียง เทปวีดิทัศน์ คอมพิวเตอร์และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ในการปฏิบัติงานทางการศึกษา สิ่งหนึ่งที่นักการศึกษาจะพบได้บ่อยคือ จะต้องพัฒนาผลิตภัณฑ์ หรือรูปแบบ (ระบบ) ทางการศึกษาใหม่ๆ ขึ้นมา อาทิเช่น ชุดการสอน ชุดการฝึกอบรม บทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอน รูปแบบการสอนระบบพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอน เป็นต้น กระบวนการในการดำเนินการให้ได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ หรือระบบดังกล่าวจะต้องใช้กระบวนการวิจัยเน้นการพัฒนา (Research Based Development) หรือการวิจัยและพัฒนา เป็นต้น (Borg; & Gall. 1989: 771 – 779)

5.1 วงจรของการวิจัยและพัฒนา

การวิจัยและพัฒนาตามวงจรมี 10 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้ (Borg. 1981: 222 – 223)

1. วิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล (Research and Information Collection) รวมถึงการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง การสังเคราะห์ข้อมูลจากแหล่งต่างๆ
2. วางแผน (Planning) รวมถึง การกำหนดทักษะที่ต้องการ กำหนดวัตถุประสงค์ กำหนดลำดับหัวข้อ และการสอบความเป็นได้ขนาดย่อยๆ
3. พัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เบื้องต้น (Develop Preliminary of Product) เป็นการสร้างต้นแบบผลิตภัณฑ์ โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรม การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ การสังเกต

ชั้นเรียน หรือโดยวิธีอื่นๆ รวมถึงการเตรียมวัสดุอุปกรณ์การสอน คู่มือและเครื่องมือการประเมิน

4. การทดสอบภาคสนามเบื้องต้น (Preliminary Field Testing) ผลิตภัณฑ์ควรได้รับการทดสอบภาคสนาม อย่างน้อย 1 – 3 โรงเรียน โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง 6 – 12 คน การทดสอบเบื้องต้นจะต้องนำเครื่องมือไปทดลองใช้ในกลุ่มเล็ก หลังการทดลอง อาจใช้วิธีการสัมภาษณ์ การสังเกต และการตอบแบบสอบถาม แล้วนำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์

5. การปรับปรุงผลิตภัณฑ์ (Main Product Revision) เป็นการปรับปรุงโดยอาศัยข้อมูลที่ได้รับจากการทดสอบภาคสนามเบื้องต้น อาทิ การปรับด้านภาษา กระบวนการ หรือข้อบกพร่องอื่นๆ ที่อาจคาดไม่ถึง

6. การทดสอบภาคสนาม (Main Field Testing) เป็นการทดสอบภาคสนามของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยจะต้องกระทำกับโรงเรียนประมาณ 5 – 15 โรงเรียน ด้วยกลุ่มตัวอย่างประมาณ 30 – 100 คน การเก็บรวบรวมข้อมูลจะกระทำในเชิงปริมาณด้วย ได้แก่ การเก็บรวบรวมคะแนนทดสอบก่อนเรียนและคะแนนการทดสอบหลังการเรียน ผลของการประเมินจะพิจารณาจากการบรรลุจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ในขั้นวางแผน และพิจารณาจากการเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมแล้วแต่กรณี

7. ปฏิบัติการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ (Operational Product Revision) ดำเนินการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ตามข้อค้นพบปัญหาอุปสรรคจากการทดสอบภาคสนาม

8. ปฏิบัติทดสอบภาคสนาม (Operational Field Testing) ดำเนินการทดสอบโดยใช้ 10 – 30 โรงเรียน กลุ่มตัวอย่างประมาณ 40 – 200 คน การทดสอบภาคสนามในขั้นนี้เป็นการทดลองใช้ในสถานการณ์จริงโดยไม่มีคณะผู้พัฒนาผลิตภัณฑ์อยู่ด้วย เพื่อเป็นการทดสอบการนำไปใช้ในชีวิตจริงแล้ว จะประสบปัญหาหรืออุปสรรคประการใดบ้าง การเก็บรวบรวมข้อมูลจะใช้การสัมภาษณ์ การสังเกต และการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม

9. ปรับปรุงผลผลิตภัณฑ์ครั้งสุดท้าย (Final Product Revision) ดำเนินการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ โดยอาศัยข้อมูลจากขั้นปฏิบัติการทดสอบภาคสนามในสถานการณ์จริง

10. สรุปผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์และเผยแพร่ (Dissemination and Distribution) จัดทำรายงานเพื่อนำเสนอผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์ เพื่อเผยแพร่ต่อที่ประชุมหรือเผยแพร่ในวารสาร วิชาการ นอกจากนั้นควรจะทำเนิการผลิตในเชิงพาณิชย์เพื่อเผยแพร่ให้กว้างขวาง แต่จะต้องคอยควบคุมคุณภาพให้มีลักษณะเช่นเดิม

5.2 ความแตกต่างระหว่างการวิจัยและพัฒนากับการวิจัยเชิงทดลอง

บอร์ก และ กอลล์ (Borg; & Gall. 1989) ได้กล่าวถึงความแตกต่างระหว่างการวิจัยและพัฒนากับการวิจัยเชิงทดลอง ไว้ว่า ในลำดับขั้นของการวิจัยและพัฒนาทั้ง 10 ขั้นตอนการดำเนินการจะต้องอยู่บนพื้นฐานของการวิจัย ซึ่งจะต้องทำให้ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีความพร้อมที่จะใช้ได้จริงในโรงเรียน แต่มีประเด็นที่อาจจะทำให้เกิดความสับสนได้ว่า งานวิจัยและพัฒนาจะมีบางช่วงของกระบวนการจะต้องนำไปทดลองใช้ปฏิบัติการในโรงเรียน ซึ่งทำให้เกิดความรู้สึกว่ามีลักษณะของการวิจัยเชิงทดลอง เพราะมีการใช้การออกแบบการทดลองที่มีลักษณะแบบ Pretest-Posttest Control Group Design และมีการจัด

กระทำบางสิ่งบางอย่างที่เสมือนเป็นตัวแปรอิสระกับกลุ่มควบคุมด้วย แต่อย่างไรก็ตามการวิจัยและพัฒนา ยังมีลักษณะที่สำคัญบางประการที่แตกต่างไปจากการวิจัยเชิงทดลองบางประการ คือ

1. การวิจัยเชิงทดลองมีการจัดกระทำ (Treatment) โดยมีความมุ่งหมายที่จะทดสอบสมมติฐานของผู้วิจัย นอกจากนั้นเป้าหมายการวิจัยทางการศึกษาไม่ได้มุ่งพัฒนาผลิตภัณฑ์ แต่มุ่งที่จะค้นหาค้นหาความรู้ใหม่ (โดยวิธีการวิจัยประยุกต์) ซึ่งไม่มีเหตุผลอะไรที่จะต้องมุ่งพัฒนาผลิตภัณฑ์อย่างเต็มที่ ไม่ได้มีความมุ่งหมายที่จะทดสอบทฤษฎี

2. ในขณะที่การวิจัยเชิงทดลองจำนวนมากจะเกี่ยวข้องกับการจัดกระทำทางการทดลอง และวัดตัวแปรตามเพียงครั้งเดียว แต่สำหรับการวิจัยและพัฒนานั้น การวัดตัวแปรตามอาจกระทำซ้ำมากกว่าสองครั้ง นอกจากนั้นกระบวนการวิจัยและพัฒนาอาจจะต้องมีการทดสอบ ปรับปรุงเป็นวงจรมากกว่าสามครั้ง หรือมากกว่าก็เป็นได้ ขึ้นอยู่กับว่าผลิตภัณฑ์นั้นบรรลุตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้หรือยัง

5.3 กระบวนการวิจัยและพัฒนาเชิงปฏิบัติ

บอร์ก (Borg, 1981: 224 – 226) ได้กล่าวถึง กระบวนการวิจัยและพัฒนาเชิงปฏิบัติว่ามีประเด็นที่ควรกล่าวถึงในรายละเอียดเชิงปฏิบัติ ดังนี้

1. การเลือกผลิตภัณฑ์ (Product Selection) ก่อนที่จะตัดสินใจว่าจะดำเนินการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการศึกษาอย่างไร อย่างหนึ่งนั้น มีประเด็นที่ควรพิจารณาก่อนว่ามีความเป็นไปได้เพียงใดที่จะดำเนินการพัฒนาผลิตภัณฑ์นั้น โดยควรที่พิจารณาลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ ลักษณะการใช้งานและสิ่งที่สำคัญที่สุดของผลิตภัณฑ์ และวัตถุประสงค์เฉพาะของผลิตภัณฑ์ ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่จะทำการพัฒนานั้นควรจะมีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงไปอย่างเห็นได้ชัดเจน การวางแผนงานการพัฒนาจึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญมาก อย่างไรก็ตามมีเกณฑ์ที่ใช้ประกอบการพิจารณาการเลือกว่า สมควรที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์นั้นหรือไม่ ดังนี้ คือ

1.1 ผลิตภัณฑ์ที่จะพัฒนาสามารถตอบสนองต่อความจำเป็นทางการศึกษาหรือไม่

1.2 แนวคิดที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์นั้นมีแนวทางที่ลุ่มลึกและมีความสมเหตุสมผลเพียงพอ มีความเป็นไปได้เพียงใดที่จะประสบความสำเร็จในการพัฒนาผลิตภัณฑ์นั้น

1.3 มีบุคลากรที่มีทักษะ ความรู้ และประสบการณ์ที่จำเป็นในการพัฒนาผลิตภัณฑ์นั้น เพียงพอหรือไม่

1.4 ผลิตภัณฑ์ที่จะพัฒนานั้นสามารถกระทำได้ภายในระยะเวลาที่สมเหตุสมผลหรือไม่

2. การทบทวนวรรณกรรม (Literature Review) การวิจัยและพัฒนา ผู้วิจัยจะต้องมีความรู้ความเข้าใจว่ามีองค์ความรู้ใดบ้างที่เกี่ยวข้องและสามารถนำประยุกต์ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์นั้น ได้บ้าง การใช้วิธีการสัมภาษณ์และการสังเกตจะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้วิจัยสามารถมองเห็นแนวทางของการปฏิบัติที่เป็นจริงหรือบางครั้งผู้วิจัยอาจจะใช้วิธีการศึกษานำร่องเพื่อทดสอบกับสถานการณ์จริง อันจะทำให้ได้แง่คิดอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง แต่บางครั้งหลังจากที่ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องแล้ว

ผู้วิจัยจะพบว่า มีช่องว่างของความรู้ที่ขาดหายไป อาจทำให้การวิจัยและพัฒนากระทำไม่ได้ดีหรือไม่สมบูรณ์ ก็เป็นไปได้

3. การวางแผน (Planning) ประเด็นสำคัญที่สุดของการวางแผนการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ คือ การกำหนดวัตถุประสงค์ที่เฉพาะเจาะจงถึงผลสัมฤทธิ์ที่คาดหวัง จากการใช้ผลิตภัณฑ์ นั้น มีบ่อยครั้งที่วิกฤติการณ์ทางการศึกษาเกิดขึ้นก็เพราะไม่มีวัตถุประสงค์หรือเกณฑ์ที่ชัดเจนสำหรับ ตัดสินว่า แค่นั้นคือ ประสิทธิภาพที่ต้องการ เช่น มีหลักสูตรใหม่บางหลักสูตรที่มีองค์ประกอบที่ประกอบด้วย เนื้อหา ปรัชญาทางการศึกษา ซึ่งได้รับการยอมรับทั้งจากครูและนักเรียน แต่หลักสูตรดังกล่าวขาดวัตถุประสงค์ ของหลักสูตรที่ชัดเจนในส่วนที่เกี่ยวกับผลที่เกิดขึ้นกับตัวนักเรียน (Student Outcomes) ตัวอย่างเช่น วัตถุประสงค์ของวิชาสังคมศึกษาอาจจะเขียนว่า นักเรียนอย่างน้อยร้อยละ 75 จะต้องสามารถทำคะแนน จากการทดสอบอ่านแผนที่ได้ถูกต้องอย่างน้อย ร้อยละ 90 หรือดีกว่า จากการเขียนวัตถุประสงค์ใน รูปของการยึดผู้เรียนเป็นฐานเช่นนี้ จะเป็นการสะดวกต่อผู้วิจัยว่าจะต้องมีงานหรือภารกิจที่จะต้องพัฒนา จนทำให้บรรลุประสงค์ตามเงื่อนไข ที่กำหนดให้ได้ การเขียนผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาที่ชัดเจน และ เฉพาะเจาะจง หรือการเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม นับเป็นทักษะหนึ่งที่นักวิจัยและพัฒนาควร จะต้องกระทำ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง การกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ทางการศึกษานับเป็นสิ่งที่คล้ายกับเป็นสมมติฐานที่ดีของการวิจัยและพัฒนา

ในระหว่างขั้นตอนการวางแผน การกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม มักจะเป็นการเขียน แบบหยาบๆ แต่เมื่อผ่านกระบวนการวิจัยและพัฒนา และเมื่อมีประสบการณ์ในการพัฒนามากขึ้น การเขียน วัตถุประสงค์จะเพิ่มความเฉพาะเจาะจงมากยิ่งขึ้นเรื่อยๆ และในการทำงานด้านการวิจัยและพัฒนา นั้น สิ่งที่ต้องพิจารณาและระมัดระวังคือ เรื่องระยะเวลาและแผนในการดำเนินงาน ที่จะต้องพิจารณาอย่าง รอบคอบในการวางแผนเพื่อเหลือเผื่อขาดเรื่องเวลาสำหรับการทดสอบภาคสนาม นักวิจัยและพัฒนา ควรที่จะต้องยอมรับกับการใช้เวลาสำหรับการวิจัยและพัฒนา การวางแผนงานที่รัดกุมจะทำให้การทำงาน มีประสิทธิภาพจะช่วยลดเวลาในวงจรของการวิจัยและพัฒนาได้เป็นอย่างมาก

4. การพัฒนารูปแบบของผลิตภัณฑ์เบื้องต้น (Development of the Preliminary Form of the Product) หลังจากที่มีการวางแผนสมบูรณ์แล้ว ลำดับขั้นต่อมาของวงจรการวิจัยและพัฒนา คือ การสร้างต้นแบบผลิตภัณฑ์ทางการศึกษาเบื้องต้น เพื่อนำไปทดสอบภาคสนามหลักการที่สำคัญของ การพัฒนาต้นแบบ ซึ่งควรจะเป็นต้นแบบที่มีโครงสร้างที่จะสามารถทำให้ได้รับข้อมูลย้อนกลับจากการทดสอบ ในภาคสนามกลับคืนมาได้อย่างชัดเจน ต้นแบบผลิตภัณฑ์ปกติก็มักจะมีข้อบกพร่องอยู่บ้าง จึงควรที่ จะได้รับข้อมูลย้อนกลับจากการทดลองใช้แล้วนำผลการทดลองใช้มาเป็นแนวทางในการปรับปรุงต่อไป

5. การทดสอบภาคสนามเบื้องต้นและการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ (Preliminary Field Test and Product Revision) วัตถุประสงค์ของการทดสอบภาคสนามเบื้องต้น คือ การตรวจสอบคุณภาพ เบื้องต้นของผลิตภัณฑ์ใหม่ทางการศึกษา โดยทั่วไปแล้วจำนวนของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบผลิตภัณฑ์ ต้นแบบในทุกขั้นตอน ให้พยายามรวบรวมข้อมูลให้มากที่สุดเท่าที่จะกระทำได้ เพื่อที่จะค้นหาว่าผลิตภัณฑ์ ดังกล่าว มีประสิทธิภาพหรือไม่มีประสิทธิภาพ

ในทุกขั้นตอนของวงจรการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์นั้น สิ่งที่สำคัญของการทดสอบภาคสนามนั้น จะต้องพยายามกระทำให้สภาพการณ์ของการทดสอบภาคสนามที่มีความใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริง เมื่อผลิตภัณฑ์นั้นจะนำไปใช้ภายหลังการพัฒนาแล้ว ถ้าการทดสอบภาคสนามกระทำผิดไปจากธรรมชาติของการใช้งานจริง การดำเนินการวิจัยและพัฒนาจะประสบกับปัญหาการตีความด้านคุณภาพที่ผิดไปจากความจริง ปัญหาอาจจะเกิดขึ้นได้ การสังเกต การสัมภาษณ์ และการรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีอื่นๆ ถ้าวิธีการเหล่านั้นกระทำมากจนสร้างความสนใจเป็นพิเศษแก่กลุ่มตัวอย่าง จนทำให้กลุ่มตัวอย่างมีความตั้งใจแสดงพฤติกรรมบางประการออกมาเป็นพิเศษ ก็จะทำให้การแปลความหมายด้านคุณภาพผลิตภัณฑ์ผิดเพี้ยนไป ดังนั้นผู้วิจัยจึงควรที่จะพิจารณาเก็บข้อมูลที่จำเป็นและเป็นข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กับวัตถุประสงค์ของการประเมินผลิตภัณฑ์อย่างแท้จริงเพื่อเป็นแนวทางในการพิจารณาตัดสินความสำเร็จของผลิตภัณฑ์ทางการศึกษา ซึ่งผลิตภัณฑ์ทางการศึกษานั้นสมควรที่จะมีการดำเนินการในส่วนต่างๆ ดังนี้ คือ 1) มีวัตถุประสงค์ที่ชัดเจนที่จะบอกได้ว่าพฤติกรรมอย่างใดจะปรากฏขึ้นที่เป็นผลมาจากการใช้ผลิตภัณฑ์ และ 2) การประเมินจะต้องอยู่บนพื้นฐานของความสำเร็จที่เกิดขึ้นจากพฤติกรรมที่ระบุไว้ในข้อ 1 หลังจากการทดสอบภาคสนามเบื้องต้นแล้ว ข้อมูลที่ได้รับมาทั้งหมด ควรจะต้องได้รับการจัดกระทำ และผลการวิเคราะห์ข้อมูลจะต้องถูกนำมาใช้เป็นแนวทางพื้นฐานในการพัฒนาปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้มีข้อบกพร่องหรือจุดอ่อนจนน้อยที่สุด

6. การทดสอบภาคสนามและการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ (Main Field Test and Product Revision) วัตถุประสงค์ของการทดสอบภาคสนามในวงจรของการวิจัยและพัฒนา นั้น จะกระทำไปจนกว่าผลิตภัณฑ์ทางการศึกษาที่กำลังพัฒนาจะแสดงผลออกมาบรรลุถึงวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยทั่วไปการกระทำในขั้นตอนนี้ การออกแบบการทดลองจะเข้ามามีส่วนช่วยเป็นอย่างมาก

อาจกล่าวได้อีกอย่างหนึ่งว่า วัตถุประสงค์ประการแรกของการทดสอบภาคสนามกระทำไปเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ใหม่ได้บรรลุตามวัตถุประสงค์ วัตถุประสงค์ประการที่สอง คือ ต้องการที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลที่จะสามารถช่วยพัฒนาผลิตภัณฑ์ ในขั้นการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ดังนั้นการเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้ที่มีส่วนร่วมในกระบวนการทดลองใช้ผลิตภัณฑ์ทุกส่วน ไม่ว่าจะโดยการใช้แบบทดสอบ แบบสัมภาษณ์ นับเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อการปรับปรุงผลิตภัณฑ์

5.4 การนำมาประยุกต์ใช้ในการผลิตสื่อ

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหนังสือเรียนและหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ทฤษฎีการเรียนรู้ หลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์ พบว่า หนังสือเรียนเป็นสื่อที่สำคัญทางการศึกษาที่จะต้องมีความรู้ของเนื้อหาที่มีการนำเสนอที่ถูกต้อง การลำดับการนำเสนอที่ดี และคุณลักษณะในด้านรูปเล่ม ที่ช่วยให้ผู้เรียนศึกษาจากหนังสือได้ง่ายขึ้น และเมื่อเทคโนโลยีสารสนเทศได้มีการพัฒนารูปแบบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์จึงกลายเป็นสื่อชนิดใหม่ที่มาลดข้อจำกัด บางประการของหนังสือเรียนแบบปกติและสนับสนุนต่อการเรียนรู้ในแบบการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายรวมถึงตอบสนองต่อรูปแบบการเรียนรู้รายบุคคลที่ช่วยพัฒนาผู้เรียนตามความสามารถของตนเอง สื่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เพื่อการศึกษา จึงจำเป็นต้องมีการออกแบบและพัฒนาที่แตกต่างกันออกไปจากเดิมที่องค์ประกอบที่สำคัญในการพิจารณา

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เพื่อการศึกษาคือ 1) คุณลักษณะด้านรูปแบบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ที่ประกอบด้วย การออกแบบโครงสร้างและการนำเสนอของหนังสือ การออกแบบหน้าจอ และการออกแบบส่วนสนับสนุน การใช้หนังสือหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ และ 2) คุณลักษณะด้านการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ เป็น นำเสนอกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความรู้ของผู้เรียนตามที่คาดหวัง โดยจากการศึกษาและสังเคราะห์ เกี่ยวกับหลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่า กิจกรรมที่เหมาะสมกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 1) การนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) 2) การสำรวจ (Exploration) 3) การอธิบาย (Explanation) 4) การลงข้อสรุป (Elaboration) และ 5) การประเมินผล (Evaluation) โดยกิจกรรมดังกล่าวจะช่วยพัฒนาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับผู้เรียน ซึ่งการพัฒนารูปแบบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าวนี้ อาศัยกระบวนการในการวิจัยและพัฒนา เป็น แนวทางในการพัฒนาหารูปแบบที่เหมาะสม กระบวนการในการพัฒนาดังกล่าว จะทำให้ได้ต้นแบบ สำหรับการออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่เหมาะสมกับวิชาวิทยาศาสตร์ อันเป็นส่วนหนึ่งในการส่งเสริม สนับสนุนการใช้และพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษาที่ส่งเสริมให้เกิดรูปแบบของการเรียนรู้ตลอดชีวิต ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดแหล่งข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย
2. แบบแผนการทดลอง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย
4. วิธีการดำเนินการวิจัย
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. กำหนดแหล่งข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

1.1 แหล่งข้อมูลสำหรับการพัฒนารูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 ท่าน แบ่งเป็น

1.1.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา เป็นผู้มีคุณวุฒิการศึกษาในสาขาเทคโนโลยี การศึกษาระดับปริญญาเอก ที่มีประสบการณ์ในการสอนในสถาบันอุดมศึกษาและเกี่ยวข้องกับการศึกษา ไม่น้อยกว่า 3 ปี หรือระดับปริญญาโทที่มีประสบการณ์ในการสอนในสถาบันอุดมศึกษาและเกี่ยวข้องกับการศึกษา ไม่น้อยกว่า 10 ปี จำนวน 4 ท่าน

1.1.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ เป็นผู้มีคุณวุฒิการศึกษาในการสอนวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาเอก ที่มีประสบการณ์ในการสอนในสถาบันอุดมศึกษาและเกี่ยวข้องกับการศึกษา ไม่น้อยกว่า 3 ปี หรือระดับปริญญาโท ที่มีประสบการณ์ในการสอน ในอุดมศึกษาและเกี่ยวข้องกับการศึกษา ไม่น้อยกว่า 10 ปี จำนวน 3 ท่าน

1.2 แหล่งข้อมูลสำหรับศึกษาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่ม สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด

1.2.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ของโรงเรียนในจังหวัดปทุมธานี ภาคเรียนที่ 2 ประจำปีการศึกษา 2554

1.2.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนปทุมวิไล ที่กำลัง ศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ประจำปีการศึกษา 2554 ที่ยังไม่ได้ผ่านการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบ หมุนเวียนเลือด จำนวน 51 คน โดยมีวิธีการสุ่มดังนี้

1.2.2.1 ทำการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) เพื่อเลือกนักเรียนมา 1 ห้อง เพื่อใช้ในการทดลอง

1.2.2.2 ทำการเลือกแบบเจาะจง เพื่อสุ่มกลุ่มตัวอย่างสำหรับการศึกษาประสิทธิภาพในแต่ละขั้นตอน ดังนี้

กลุ่มตัวอย่างสำหรับการทดลองครั้งที่ 1 เพื่อทำการทดลองกับผู้เรียนรายบุคคลจำนวน 3 คน นำข้อมูลที่ได้มาแก้ไขปรับปรุง

กลุ่มตัวอย่างสำหรับการทดลองครั้งที่ 2 เป็นการทดลองกับผู้เรียนกลุ่มย่อยกับผู้เรียนจำนวน 12 เพื่อหาแนวโน้มของประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

กลุ่มตัวอย่างสำหรับการทดลองครั้งที่ 3 เป็นการทดลองกับผู้เรียนกลุ่มย่อยกับผู้เรียนจำนวน 36 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

1.3 แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนและความพึงพอใจในการเรียนของนักเรียนที่เรียนผ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด

1.3.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ของโรงเรียนในจังหวัดปทุมธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ที่ยังไม่เคยเรียนใน เนื้อหาระบบหมุนเวียนเลือดมาก่อน

1.3.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังของผู้เรียนที่เรียนโดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ทำการพัฒนาขึ้น ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนผ่องสุวรรณวิทยา ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ประจำปีการศึกษา 2555 ที่ยังไม่ได้ผ่านการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด จำนวน 32 คน

1.4 แหล่งข้อมูลสำหรับศึกษาความพึงพอใจในการเรียนของนักเรียนที่เรียนผ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด

2. แบบแผนการทดลอง

การดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experimental Research) ใช้แบบแผนการทดลองแบบสอบก่อน-สอบหลัง (One-Group Pretest-Posttest Design) (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2538: 216) โดยมีแบบแผนการทดลอง ดังนี้

ตาราง 7 แบบแผนการทดลองแบบสุ่มกลุ่ม – สอบหลัง (One-Group Pretest-Posttest Design)

สอบก่อน	ให้สิ่งทดลอง	สอบหลัง
T ₁	X	T ₂

เมื่อ	X แทน	การ จัดกระทำ (Treatment)
	T ₁ แทน	การทดสอบวัดกลุ่มตัวอย่างหลังการทดลอง (Pretest)
	T ₂ แทน	การทดสอบวัดกลุ่มตัวอย่างหลังการทดลอง (Posttest)

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนารูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในครั้งนี้ มีการสร้างเครื่องมือในการวิจัย ดังนี้

3.1 รูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

3.2 แบบประเมินรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

3.3 หนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด

3.4 แบบประเมินความเหมาะสมของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

3.5 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.6 แบบวัดความพึงพอใจในการเรียนจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีรายละเอียดในการสร้างและพัฒนา ดังนี้

3.1 รูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

3.1.1 ศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์รูปแบบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ โดยแบ่งเป็น 2 องค์ประกอบ ได้แก่

3.1.1.1 องค์ประกอบด้านโครงสร้างของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สอดคล้องกับรูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ แบบ 5E โดยผู้วิจัยทำการศึกษาวิเคราะห์สังเคราะห์คุณลักษณะของหนังสือวิทยาศาสตร์ที่วางจำหน่ายในปัจจุบัน ซึ่งสรุปได้ตามตารางดังนี้

ตาราง 8 วิเคราะห์องค์ประกอบหนังสือเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

คุณลักษณะของหนังสือ	สำนักพิมพ์					
	สสวท	พว	อจท	นิยมวิทยา	Viva	Pelangi
1. ส่วนหน้า						
หน้าปก	/	/	/	/	/	/
หน้าปกใน	/	/	/	/	/	/
คำนำ	/	/	/	/	/	/
คำชี้แจง	/					
แนะนำการใช้						/
บทนำ				/		
2. ส่วนหลัก						
รูปภาพเริ่มต้นบท	/		/	/	/	/
จุดประสงค์การเรียนรู้ / ตัวชี้วัด	/	/	/	/	/	/
บทนำ/ขอบข่ายเนื้อหาแบบข้อความ			/	/	/	/
ขอบข่ายเนื้อหาด้วยผังความคิด			/			
ข้อความ	/	/	/	/	/	/
การออกแบบไม่แบ่งคอลัมน์	/	/		/		
การออกแบบแบ่งคอลัมน์			/		/	/
รูปภาพ	/	/	/	/	/	/
ตาราง	/	/	/	/	/	/
แผนภาพ	/	/	/	/	/	/
กรอบคำถาม			/		/	/
เกร็ดความรู้	/	/	/		/	/
เว็บไซต์ข้อมูลเพิ่มเติม		/	/		/	/
กรอบสรุปประเด็นสำคัญ					/	
กรอบคำสำคัญ					/	
ป้องกันเข้าใจผิด						/
นักวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง					/	/
กิจกรรมการทดลองเพื่อพัฒนาทักษะวิทยาศาสตร์	/	/	/	/	/	/
คำถามท้ายกิจกรรมทดลอง	/	/	/	/	/	
สรุปท้ายบทด้วยข้อความ			/		/	/
สรุปท้ายบทด้วยผังความคิด						/
แบบฝึกหัดท้ายบท	/	/	/	/	/	/
3. ส่วนหลัง						
บรรณานุกรม	/	/	/	/		
รายชื่อผู้จัดทำ	/					
ปกหลัง	/	/	/	/	/	/

จากตารางการวิเคราะห์ สังเคราะห์ องค์ประกอบของหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน จะพบว่า องค์ประกอบของหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนหน้า ส่วนกลาง ส่วนหลัง ซึ่งรูปแบบการนำเสนอในหนังสือเรียนนั้นนอกจากจะมีการนำเสนอด้วยข้อความ รูปภาพตาราง ยังมีรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาอื่นๆ เช่น กรอบคำถาม ที่เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย กรอบเกร็ดความรู้ ส่วนกิจกรรมการทดลองและสรุปผลการทดลอง เพื่อให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและสรุปผล และส่วนแบบทดสอบท้ายบทและแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อเป็นการประเมินความรู้ของผู้เรียนที่ได้ศึกษาค้นคว้า

เมื่อผู้วิจัยทำการวิเคราะห์สังเคราะห์องค์ประกอบของหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ จึงวิเคราะห์ในส่วนการนำเสนอในรูปแบบต่างๆ เพื่อพัฒนาตามหลักการออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีความเป็นสื่อมัลติมีเดีย จากนั้นจึงนำรูปแบบการนำเสนอดังกล่าวมาปรับการนำเสนอให้สอดคล้องกับลักษณะการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบ 5E ดังตาราง

ตาราง 9 วิเคราะห์รูปแบบการนำเสนอเนื้อหาเกี่ยวกับขั้นตอนการสอนวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนการสอน	รูปแบบในการนำเสนอเนื้อหา
นำเข้าสู่เนื้อหา	คำถามกระตุ้น/วิดิทัศน์/วัตถุประสงค์การเรียนรู้/รูปภาพ
ส่วนสำรวจข้อมูล	ข้อความเนื้อหา/วิดิทัศน์อธิบายเนื้อหา/ภาพเคลื่อนไหว/รูปภาพปฏิสัมพันธ์/คำถามปฏิสัมพันธ์เกร็ดความรู้/กิจกรรมสถานการณ์จำลอง
ส่วนอธิบาย	ช่องเติมคำสำหรับอธิบายผล
ส่วนขยายความรู้	คำถามเพื่อค้นคว้า(เชื่อมโยงไปหน้าเนื้อหาซ้อน)/ เครื่องมือหาข้อมูล
ส่วนประเมินผล	แบบฝึกหัดท้ายบทและแบบทดสอบหลังเรียน

3.1.1.2 องค์ประกอบด้านเครื่องมือสนับสนุนและควบคุมการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสามารถศึกษาค้นคว้าได้สะดวก โดยทำการศึกษาข้อมูลจากบริษัทที่ทำการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีลักษณะเหมือนหนังสือจริง โดยสามารถสรุปเครื่องมือสนับสนุนและควบคุมการอ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 10 วิเคราะห์เครื่องมือสนับสนุนและควบคุมการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์

เครื่องมือสนับสนุนและควบคุม	ผู้ผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์				
	My Page Flippin Flip	3D Page Flip	Flash Page Flip	Apitta	Idea
1. กลุ่มเครื่องมือเกี่ยวกับมุมมองภาพ					
เครื่องมือมุมมองเท่าขนาดจริง	/			/	
เครื่องมือแสดงตัวอย่างหน้าขนาดย่อ	/	/	/	/	/
เครื่องมือปรับมุมมองพอดีหน้าจอ	/			/	
เครื่องมือปรับขยายขนาดมุมมอง	/	/	/	/	/
เครื่องมือปรับลดขนาดมุมมอง	/	/	/	/	/
เครื่องมือปรับขนาดมุมมองเต็มหน้าจอ	/	/	/	/	/
เครื่องมือออกจากมุมมองเต็มหน้าจอ	/	/	/	/	/
เครื่องมือปรับมุมมองมิติแนวตั้ง				/	
เครื่องมือปรับคุณภาพการนำเสนอ	/			/	
2. กลุ่มเครื่องมือเกี่ยวกับการควบคุมและการเข้าถึงข้อมูล					
เครื่องมือหน้าถัดไป	/	/	/	/	/
เครื่องมือหน้าก่อนหน้า	/	/	/	/	/
เครื่องมือกลับหน้าปก	/	/	/	/	/
เครื่องมือไปหน้าสุดท้าย	/	/	/	/	/
เครื่องมือไปหน้าที่ต้องการ	/	/	/	/	/
เครื่องมือสารบัญ	/			/	
เครื่องมือค้นหา	/			/	
3. กลุ่มเครื่องมืออื่นๆ					
เครื่องมือการเปลี่ยนฉากหลัง	/			/	
เครื่องมือควบคุมเสียง	/		/	/	/
เครื่องมือจดบันทึก				/	
เครื่องมือช่วยเหลือ	/		/		/
เครื่องมือสั่งพิมพ์	/		/	/	
เครื่องมือบันทึกหนังสือเป็นไฟล์ PDF	/		/	/	/
เครื่องมือเลือกข้อความ		/			
เครื่องมือแบ่งปันหนังสือ	/	/	/	/	

จากตารางการวิเคราะห์ สังเคราะห์ องค์ประกอบด้านเครื่องมือสนับสนุนและควบคุมการนำเสนอของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ พบว่า กลุ่มเครื่องมือที่ใช้ช่วยในการอ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบ่งได้ 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มเครื่องมือที่ควบคุมเกี่ยวกับมุมมองหนังสือ เพื่อใช้ในการปรับขนาดหน้าจอให้เหมาะสมกับสายตาของผู้อ่านมากที่สุด กลุ่มเครื่องมือในการควบคุมและเข้าถึงข้อมูล เพื่อช่วยให้ผู้อ่านควบคุมการปรับเปลี่ยนหน้าหนังสือ ตลอดจนการเข้าสู่เนื้อหาที่ต้องการได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น และกลุ่มเครื่องมือสนับสนุนอื่นๆ เป็นกลุ่มเครื่องมือในการอำนวยความสะดวกกับผู้อ่านในด้านอื่น เช่น เครื่องมือในการสังพิมพ์ เครื่องมือควบคุมเสียงเครื่องมือแบ่งปันหนังสือผ่านทางไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ หรือเครือข่ายสังคมออนไลน์

เมื่อทำการวิเคราะห์สังเคราะห์องค์ประกอบทั้ง 2 องค์ประกอบ ผู้วิจัยทำการจึงพัฒนารูปแบบของหนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

3.1.2 นำรูปแบบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้น ให้ประธานและกรรมการตรวจสอบปรับปรุงแก้ไข

3.1.3 นำรูปแบบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้น ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 ท่าน โดยเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษาจำนวน 4 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ท่าน ประเมินความเหมาะสม ซึ่งผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญในคุณลักษณะด้านที่ 1 มีค่าคะแนนเฉลี่ย 4.52 อยู่ในระดับดีมาก และคุณลักษณะด้านที่ 2 มีค่าคะแนนเฉลี่ย 4.54 อยู่ในระดับดีมาก

3.2 แบบประเมินรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

3.2.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบประเมินหนังสืออิเล็กทรอนิกส์จากเอกสาร ตำรา งานวิจัยต่างๆ รวมถึงตัวอย่างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์จากเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จากตำราและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

3.2.2 กำหนดกรอบของการประเมินรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ประกอบด้วย คุณลักษณะด้านรูปเล่ม และคุณลักษณะด้านกิจกรรมการที่เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

3.2.3 จัดทำต้นฉบับแบบประเมินรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบประเมินแบบประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) โดยใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยของคะแนนความเหมาะสม ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	4.51 – 5.00	หมายถึง	มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ	ดีมาก
คะแนนเฉลี่ย	3.51 – 4.50	หมายถึง	มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ	ดี
คะแนนเฉลี่ย	2.51 – 3.50	หมายถึง	มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ	ปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย	1.51 – 2.50	หมายถึง	มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ	น้อย
คะแนนเฉลี่ย	1.00 – 1.50	หมายถึง	มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ	น้อยที่สุด

โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนความเหมาะสมที่ยอมรับได้อยู่ที่ระดับ 3.51 ขึ้นไป

3.2.4 นำแบบประเมินที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพของเครื่องมือ และปรับปรุงแก้ไขโดยให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลหรือการวิจัยเป็นผู้ตรวจสอบ ได้แก่ ความสอดคล้องของข้อคำถามกับประเด็นย่อย ประเด็นหลัก และวัตถุประสงค์ของเครื่องมือ และตรวจสอบความเป็นปรนัย ได้แก่ ความชัดเจนของภาษา การใช้ภาษาไม่คลุมเครือ ไม่ซับซ้อน เป็นต้น

3.2.5 แก้ไขและปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำไปใช้ในการประเมินรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

3.3 หนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด

การสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง ได้นำหลักการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ของ บาร์คเกอร์ และ แมนจิ (Barker; & Manji. 1991: 277) และหลักการออกแบบโครงสร้างและหน้าจอนหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ของ วิลสัน และ แลนโดนิ (Wilson; & Landoni. 2002: Online) มาเป็นแบบแผนในการพัฒนา โดยปรับให้สอดคล้องกับรูปแบบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมต้น ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังนี้

3.3.1 การศึกษารูปแบบและวิธีการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ประเภทต่างๆ ที่เผยแพร่บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต รวมทั้งจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

3.3.2 วิเคราะห์ สังเคราะห์เนื้อหาในแต่ละเรื่อง โดยกำหนดวัตถุประสงค์ ขอบเขตของเนื้อหา การจัดแบ่งหัวข้อย่อย กำหนดปริมาณของเนื้อหา วิธีการนำเสนอ, และกิจกรรมภายในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่สอดคล้องกับรูปแบบที่พัฒนาขึ้น โดยเนื้อแบ่งเป็น

หน่วยที่ 1 ส่วนประกอบและหน้าที่ของเลือด

หน่วยที่ 2 ส่วนประกอบและหน้าที่ของหัวใจ

หน่วยที่ 3 หลอดเลือดและการไหลเวียนเลือด

หน่วยที่ 4 ความดันเลือด

3.3.3 นำเนื้อหาและรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาที่สังเคราะห์ขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความเหมาะสมในขั้นต้น แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ตรวจสอบ

3.3.4 ปรับปรุงแก้ไขเนื้อหาตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ การปรับปรุงแก้ไขมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ได้เนื้อหาในแต่ละหัวข้อที่มีความถูกต้องตามข้อเสนอจากผู้เชี่ยวชาญ

3.3.5 นำเนื้อหาที่ผ่านการแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ มาวิเคราะห์ เพื่อกำหนดรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาและกิจกรรม เช่น รูปภาพ วีดิทัศน์ รูปภาพปฏิสัมพันธ์ สถานการณ์จำลอง โดยการออกแบบรูปแบบการนำเสนอ เนื้อหาในแต่ละหน่วยต้องสอดคล้องกับขั้นตอนการสอนวิทยาศาสตร์แบบ 5E

3.3.6 จัดทำหนังสือจำลอง (Dummy) เพื่อใช้เป็นต้นแบบในการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ โดยมีการจัดเรียงโครงสร้างตามรูปแบบที่ได้ทำการพัฒนาขึ้น

3.3.7 สร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ตามหนังสือจำลองที่ได้ออกแบบไว้ โดยใช้โปรแกรม Adobe Flash รวมทั้งโปรแกรมสนับสนุนอื่นๆ เช่น Action Script, JavaScript Adobe Photo Shop

3.3.8 นำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ทำการพัฒนาขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ในการประเมินหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด แบ่งเป็น

3.3.8.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา เป็นผู้มีคุณวุฒิการศึกษา ในสาขาเทคโนโลยีการศึกษาระดับปริญญาเอก ที่มีประสบการณ์ในการสอนในสถาบันอุดมศึกษาและเกี่ยวข้องกับการศึกษาไม่น้อยกว่า 3 ปี หรือระดับปริญญาโทที่มีประสบการณ์ในการสอนในสถาบันอุดมศึกษา และเกี่ยวข้องกับการศึกษาไม่น้อยกว่า 10 ปี จำนวน 3 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด ด้านการออกแบบสื่อเทคโนโลยีการศึกษา

3.3.8.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ เป็นผู้มีคุณวุฒิปริญญาเอกในสาขาวิทยาศาสตร์หรือการสอนวิทยาศาสตร์ ที่มีประสบการณ์ในการสอนในสถาบันอุดมศึกษา หรือเกี่ยวข้องกับการศึกษาไม่น้อยกว่า 3 ปี หรือระดับปริญญาโท ที่มีประสบการณ์ในการสอนในสถาบันอุดมศึกษา และเกี่ยวข้องกับการศึกษาไม่น้อยกว่า 10 ปี จำนวน 3 ท่าน เป็น ผู้เชี่ยวชาญในการประเมินหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ด้านเนื้อหา

ผลการประเมินความเหมาะสมหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ด้านเทคโนโลยีการศึกษา มีคะแนนเฉลี่ย 4.31 อยู่ระดับมาก และผลการประเมินความเหมาะสมหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ด้านเนื้อหา มีคะแนนเฉลี่ย 4.61 อยู่ระดับดีมาก

3.4 แบบประเมินความเหมาะสมของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

3.4.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมินความเหมาะสมของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์หรือสื่อมัลติมีเดีย จากตำราและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

3.4.2 กำหนดวัตถุประสงค์เฉพาะของการประเมินและกำหนดกรอบการประเมิน หนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับวิชาวิทยาศาสตร์

3.4.3 สร้างแบบประเมินความเหมาะสมหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ด้านเนื้อหาและด้านเทคโนโลยีการศึกษา ซึ่งมีลักษณะเป็น มาตรฐานส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating scale) โดยใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยของคะแนนความเหมาะสม ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก

คะแนนเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดี

คะแนนเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนความเหมาะสมที่ยอมรับได้อยู่ที่ระดับ 3.51 ขึ้นไป

3.4.4 นำแบบประเมินที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพของเครื่องมือ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลหรือการวิจัยที่มีความรู้เกี่ยวกับการเรียนการสอนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เป็นผู้ตรวจสอบ ได้แก่ ความสอดคล้องของข้อคำถามกับประเด็นย่อย ประเด็นหลัก และวัตถุประสงค์ของเครื่องมือ และตรวจสอบความเป็นปรนัย ได้แก่ ความชัดเจนของภาษา การใช้ภาษาไม่คลุมเครือ ไม่ซับซ้อน เป็นต้น

3.4.5 แก้ไขและปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และเพื่อเตรียมไปใช้ในการประเมินความเหมาะสมของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

3.5 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สร้างโดยยึดหลักเกณฑ์การวัดผลและการประเมินผล ซึ่งได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

3.5.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากตำราและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

3.5.2 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์ และเนื้อหาเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 80 ข้อ แบ่งเป็น

ตาราง 11 จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เนื้อหา	จำนวนข้อของวัตถุประสงค์	จำนวนข้อ
หน่วยที่ 1 ส่วนประกอบและหน้าที่ของเลือด	5	20
หน่วยที่ 2 ส่วนประกอบและหน้าที่ของหัวใจ	4	20
หน่วยที่ 3 หลอดเลือดและการไหลเวียนเลือด	4	20
หน่วยที่ 4 ความดันเลือด	4	20
รวมทั้งฉบับ	17	80

3.5.3 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้ไปวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบแต่ละข้อ โดยทดลองใช้กับผู้เรียนที่เคยเรียนเนื้อหานี้มาแล้ว ซึ่งเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนปทุมวิไล จังหวัดปทุมธานี ใน ภาคเรียนที่ 1/2554 จำนวน 70 คน พบว่า มีค่าดัชนีความยากง่าย (p) อยู่ในช่วง 0.39 – 0.67 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง 0.33 – 0.78 ได้ข้อสอบที่นำไปใช้ทั้งสิ้น 40 ข้อ จาก 80 ข้อ

3.5.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2536. 168 – 170) พบว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ทั้งฉบับอยู่ที่ 0.89

3.5.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้ไปใช้สำหรับการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนกับกลุ่มตัวอย่าง

3.6 แบบวัดความพึงพอใจในการเรียนจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

3.6.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดความพึงพอใจในการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ จากตำรา และเอกสารที่เกี่ยวข้อง

3.6.2 กำหนดกรอบการประเมิน เพื่อสร้างหัวข้อและรายละเอียดของการประเมิน

3.6.3 สร้างแบบวัดความพึงพอใจ ซึ่งมีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) โดยใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยของคะแนนความพึงพอใจ ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก

คะแนนเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี

คะแนนเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนความพึงพอใจที่ยอมรับได้อยู่ที่ระดับ 3.51 ขึ้นไป

3.6.4 นำแบบวัดความพึงพอใจที่สร้างขึ้น นำแบบประเมินที่สร้างขึ้นไปปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ ด้านการวัดผลหรือการวิจัย โดยตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามกับประเด็นย่อย ประเด็นหลัก ความชัดเจนของภาษาเหมาะสมกับระดับผู้เรียนแก้ไขและปรับปรุงให้เหมาะสม

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

4.1 การพัฒนารูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

4.1.1 ศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์รูปแบบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ โดยแบ่งการวิเคราะห์ สังเคราะห์เป็น 2 ด้าน ได้แก่

4.1.1.1 องค์ประกอบด้านโครงสร้างของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่สอดคล้องกับรูปแบบ การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ได้จากการวิเคราะห์ สังเคราะห์ คุณลักษณะหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ และวิเคราะห์ สังเคราะห์ความสอดคล้องของการออกแบบโครงสร้าง คุณลักษณะหนังสือเรียนในรูปแบบสื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่สอดคล้องกับการสอนวิทยาศาสตร์แบบ 5E

4.1.1.2 องค์ประกอบด้านเครื่องมือสนับสนุนและควบคุมการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ โดยทำการวิเคราะห์ สังเคราะห์ รูปแบบของเครื่องมือสนับสนุนและควบคุมการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ จากบริษัทที่พัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีลักษณะเสมือนหนังสือจริง

4.1.2 นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์และสังเคราะห์ มาสร้างรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

4.1.3 นำรูปแบบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้น ให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 คน โดยเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษาจำนวน 4 ท่านและด้านการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ประเมินความเหมาะสมโดยใช้แบบประเมินรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

4.2 การพัฒนาประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด

4.2.1 สร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด ตามรูปแบบที่ได้จากขั้นพัฒนารูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่ผ่านการประเมินความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ

4.2.2 นำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา และด้านการสอนวิทยาศาสตร์ประเมินความเหมาะสมของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

4.2.3 นำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ผ่านการประเมินความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญ ไปพัฒนา และหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดยทดลองกับแหล่งข้อมูลซึ่งได้แก่ กลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนปทุมวิไลที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ประจำปีการศึกษา 2554 ที่ยังไม่ได้ผ่านการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด จำนวน 51 คน โดยแบ่งเป็น 3 ชั้นตอนคือ

ขั้นที่ 1 ทดลองกับกลุ่มผู้เรียนที่ใช้เป็นแหล่งข้อมูลจำนวน 3 คน โดยให้ผู้เรียน เรียนด้วยตนเอง ด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน พร้อมทั้งสัมภาษณ์ความคิดเห็นในการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ โดยนักศึกษาอยากให้มีการปรับสีของตัวอักษร และพื้นหลังให้ผู้เรียนอ่านได้ง่ายขึ้น ขยายภาพกิจกรรมสถานการณ์จำลองให้มีขนาดใหญ่ ปรับปรุงให้มีเครื่องมือขยายภาพให้ใหญ่ขึ้นโดยการเอาเมาส์ (mouse) ไปวางที่รูปภาพเพื่อเห็นชัดเจนขึ้น

ขั้นที่ 2 ทดลองกับกลุ่มผู้เรียนที่ใช้เป็นแหล่งข้อมูลจำนวน 12 คน โดยให้ผู้เรียน เรียนด้วยตนเอง จากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยติดตั้งในคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ที่เชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ต ผู้วิจัยได้ชี้แจงให้ผู้เรียนเรียนรู้ผ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ละหน่วย ซึ่งการวิจัยหาแนวโน้มประสิทธิภาพในครั้งนี้อำนาจการ 3 ช่วง โดยช่วงที่ 1 ให้ผู้เรียนเรียนหน่วยที่ 1 และหน่วยที่ 2 พร้อมทั้งทำแบบฝึกหัดท้ายบท กำหนดระยะเวลาในการเรียนไม่เกิน 50 นาที ช่วงที่ 2 ให้ผู้เรียนเรียนหน่วยที่ 3 หน่วยที่ 4 พร้อมทั้งทำแบบฝึกหัดท้ายบท กำหนดระยะเวลาในการเรียนไม่เกิน

50 นาที และช่วงที่ 3 ให้ผู้เรียนทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยกำหนดเวลาในการทำ 40 นาที นำคะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาวิเคราะห์หาแนวโน้มของประสิทธิภาพของบทเรียน

ขั้นที่ 3 ทดลองกับกลุ่มผู้เรียนที่ใช้เป็นแหล่งข้อมูลจำนวน 36 คน โดยทำการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองขั้นที่ 2 คือ ให้ผู้เรียนเรียนด้วยตนเองจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยติดตั้งในคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ที่เชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ต ผู้วิจัยได้ชี้แจงให้ผู้เรียนเรียนรู้ผ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ทีละหน่วย ซึ่งการวิจัยหาแนวโน้มประสิทธิภาพในครั้งนี้ดำเนินการ 3 ช่วง โดยช่วงที่ 1 ให้ผู้เรียนเรียนหน่วยที่ 1 และหน่วยที่ 2 พร้อมทั้งทำแบบฝึกหัดท้ายบท กำหนดระยะเวลาในการเรียนไม่เกิน 50 นาที ช่วงที่ 2 ให้ผู้เรียนเรียนหน่วยที่ 3 หน่วยที่ 4 พร้อมทั้งทำแบบฝึกหัดท้ายบท กำหนดระยะเวลาในการเรียนไม่เกิน 50 นาที และช่วงที่ 3 ให้ผู้เรียนทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยกำหนดเวลาในการทำ 40 นาที นำคะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีค่าประสิทธิภาพ 85.83/81.18 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด นอกจากนี้จากการสังเกต พบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่ดำเนินกิจกรรมการเรียนผ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์จบก่อนเวลา

4.3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังของผู้เรียนที่เรียนจาก หนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด

เมื่อพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์แล้ว จึงนำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าวมาทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนผ่องสุวรรณ์วิทยา ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ประจำปีการศึกษา 2555 ที่ยังไม่ได้ผ่านการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด จำนวน 32 คน โดยมีการดำเนินการ ดังนี้

4.3.1 ปฐมนิเทศนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดลอง เป็นการเข้าพบนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในครั้งแรกเพื่อทำการชี้แจงวิธีการทดลองของผู้วิจัย และให้กลุ่มตัวอย่างได้ทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 40 ข้อ ให้เวลาในการทำข้อสอบ 40 นาที

4.3.2 การเข้าพบครั้งที่ 2 ให้กลุ่มทดลองเริ่มศึกษาด้วยตนเองจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ซึ่งติดตั้งในคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลที่เชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ต จากนั้นผู้วิจัยได้แบ่งช่วงเวลาการวิจัยเป็น 3 ช่วงโดยช่วงที่ 1 ให้ผู้เรียนเรียนหน่วยที่ 1 และหน่วยที่ 2 พร้อมทั้งทำแบบฝึกหัดท้ายบท กำหนดระยะเวลาในการเรียนไม่เกิน 50 นาที ช่วงที่ 2 ให้ผู้เรียนเรียนหน่วยที่ 3 หน่วยที่ 4 พร้อมทั้งทำแบบฝึกหัดท้ายบท กำหนดระยะเวลาในการเรียนไม่เกิน 50 นาที และช่วงที่ 3 ให้ผู้เรียนทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยกำหนดเวลาในการทำ 40 นาที

4.3.3 นำผลคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อทำการทดสอบสมมติฐาน

4.4 การศึกษาความพึงพอใจในการเรียนของนักเรียนที่เรียนผ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด

4.4.1 เมื่อกุ่มทดลองได้ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามการทดลองข้อ 4.3.2 แล้วผู้วิจัย ให้กลุ่มทดลองทำแบบวัดความพึงพอใจในการเรียนจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เพื่อทราบข้อคิดเห็นของผู้เรียน

4.4.2 นำผลคะแนนจากการให้กลุ่มทดลองทำแบบวัดความพึงพอใจที่ได้มาวิเคราะห์ เพื่อทำการทดสอบสมมติฐาน

5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้มีการใช้สถิติในการคำนวณผล ดังต่อไปนี้

5.1 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐานในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังของผู้เรียนที่เรียนโดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียน กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ใช้การวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยใช้ ด้วยการทดสอบค่าที (t - test Dependent Sample)

5.2 การหาประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ที่สร้างขึ้น โดยใช้ E_1/E_2 (เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. 2528)

5.3 วิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ โดยใช้ค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5.4 การประเมินรูปแบบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้ค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5.5 การพัฒนาแบบประเมินรูปแบบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ แบบประเมินความเหมาะสมของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ แบบประเมินความพึงพอใจ ใช้ค่าดัชนีชี้วัดความสอดคล้อง (IOC) โดยใช้เกณฑ์การแปลความหมายของค่าเฉลี่ยแต่ละข้อ

5.6 การพัฒนาข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้ ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการแปลความหมายของการวิเคราะห์ดังนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ย
S.D.	แทน	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
t	แทน	ค่าสถิติทดสอบสถิติ t-test dependent
*	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาการพัฒนาารูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และนำรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ที่ทำการพัฒนา มาใช้ในการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด เพื่อทดสอบเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน และความพึงพอใจในการเรียนของผู้เรียน โดยจัดแบ่งการนำเสนอผลเป็น 4 ตอนดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลพัฒนารูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 องค์ประกอบ ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 ด้านโครงสร้างของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่สอดคล้องกับรูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E

องค์ประกอบที่ 2 ด้านเครื่องมือสนับสนุนและควบคุมการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์

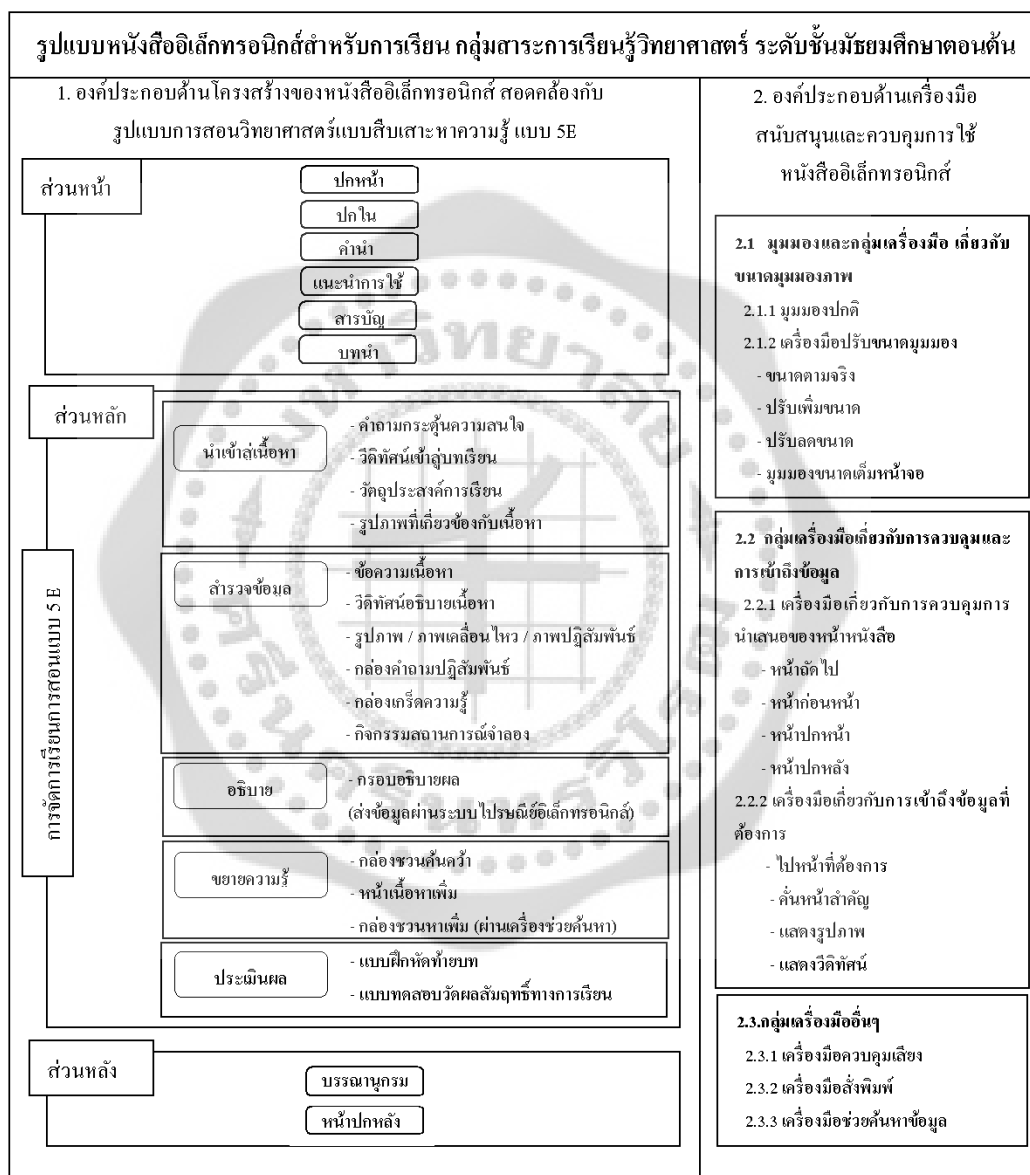
ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด

ตอนที่ 4 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาารูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ผู้วิจัยได้ศึกษา ค้นคว้าข้อมูลจากเอกสาร งานวิจัยจากแหล่งต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษา โดยทำการศึกษาจากองค์ประกอบและคุณลักษณะด้านโครงสร้างของหนังสือเรียนแล้วนำมาจัดทำรูปแบบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีรูปแบบดังภาพ



ภาพประกอบ 25 รูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับ
ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

จากรูปแบบดังกล่าวมีผลการประเมินรูปแบบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยมีคะแนนเฉลี่ยผลการประเมินรูปแบบ 4.53 ซึ่งอยู่ในระดับดีมากโดยมีรายละเอียดของผลการประเมินทั้ง 2 องค์ประกอบ ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 ด้านโครงสร้างของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่สอดคล้องกับรูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E

ผลการประเมินรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น องค์ประกอบที่ 1 ด้านโครงสร้างของหนังสือเรียนที่สอดคล้องกับรูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์แบบ 5E เป็นการให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษาจำนวน 4 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ท่าน รวม 7 ท่านประเมินปรากฏผล ดังนี้

ตาราง 12 ผลสรุปการประเมินรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น องค์ประกอบที่ 1 ด้านโครงสร้างของหนังสือเรียนที่สอดคล้องกับรูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E

หัวข้อการประเมิน	ระดับการประเมิน		
	\bar{X}	S.D.	ความเหมาะสม
1. คุณลักษณะในส่วนนำ	4.51	0.19	มากที่สุด
2. คุณลักษณะในส่วนหลัก	4.57	0.13	มากที่สุด
3. คุณลักษณะในส่วนหลัง	4.47	0.46	มาก
รวม	4.52	0.25	มากที่สุด

จากตาราง 12 พบว่า ผลการประเมินรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีความเหมาะสมขององค์ประกอบในส่วนหลัก และส่วนนำอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยตามลำดับ องค์ประกอบในส่วนหลังอยู่ในระดับมาก

ตาราง 13 ผลสรุปการประเมินรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น องค์ประกอบที่ 1 ด้านโครงสร้างของหนังสือเรียนสอดคล้องกับรูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ในส่วนนำ

หัวข้อการประเมิน	ระดับการประเมิน		
	\bar{X}	S.D.	ความเหมาะสม
1. ส่วนนำ			
1.1 ความเหมาะสมขององค์ประกอบในส่วนนำของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์	4.71	0.48	มากที่สุด
1.2 ความเหมาะสมในการออกแบบหน้าปกหนังสืออิเล็กทรอนิกส์	4.71	0.48	มากที่สุด
1.3 ความเหมาะสมขององค์ประกอบหน้าปกหนังสืออิเล็กทรอนิกส์	4.42	0.53	มาก
1.4 ความเหมาะสมในการออกแบบหน้าคำแนะนำผู้ใช้	4.28	0.48	มาก
1.5 ความเหมาะสมของการแนะนำการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์	4.28	0.75	มาก
1.6 ความเหมาะสมในการออกแบบหน้าสารบัญหนังสืออิเล็กทรอนิกส์	4.57	0.53	มากที่สุด
1.7 ความเหมาะสมของการใช้การเชื่อมโยง (Hyperlink) จากหน้าสารบัญสู่หน้าเนื้อหา	4.71	0.75	มากที่สุด
1.8 ความเหมาะสมในการออกแบบการใช้มัลติมีเดียในหน้าบทนำ	4.42	0.53	มาก
รวม	4.51	0.19	มากที่สุด

จากตาราง 13 พบว่า ผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินความเหมาะสม ของรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น องค์ประกอบที่ 1 ด้านโครงสร้างของหนังสือเรียนที่สอดคล้องกับรูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E สรุปได้ว่า ในส่วนนำมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีความเหมาะสมกับองค์ประกอบ ในส่วนนำของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ความเหมาะสมในการออกแบบหน้าปกหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ และ ความเหมาะสมของการใช้การเชื่อมโยง (Hyperlink) จากหน้าสารบัญสู่หน้าเนื้อหา รองลงมา ได้แก่ ความเหมาะสมในการออกแบบหน้าสารบัญหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ซึ่งมีความเหมาะสมมากที่สุดเช่นกัน

ลำดับถัดมาคือ ความเหมาะสมขององค์ประกอบหน้าปกหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ความเหมาะสม ในการออกแบบการใช้มัลติมีเดียในหน้าบทนำ ความเหมาะสมในการออกแบบหน้าคำแนะนำผู้ใช้ และ ความเหมาะสมของการแนะนำการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากโดยมีค่าเฉลี่ย ตามลำดับ

ตาราง 14 ผลสรุปการประเมินรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น องค์กรประกอบที่ 1 ด้านโครงสร้างของหนังสือเรียนที่สอดคล้องกับรูปแบบ การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ในส่วนหลัก ด้านความเหมาะสมของรูปแบบ การนำเสนอเนื้อหาส่วนนำเข้าสู่เนื้อหา

หัวข้อการประเมิน	ระดับการประเมิน		
	\bar{X}	S.D.	ความเหมาะสม
2. ส่วนหลัก			
2.1 ความเหมาะสมของรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาส่วนนำเข้าสู่เนื้อหา			
2.1.1 ความเหมาะสมการใช้ชีวิตทัศนในส่วนนำเข้าสู่เนื้อหา	4.85	0.37	มากที่สุด
2.1.2 ความเหมาะสมการใช้คำถามในส่วนนำเข้าสู่เนื้อหา	4.71	0.48	มากที่สุด
2.1.3 ความเหมาะสมการชี้แจงจุดประสงค์ในส่วนนำเข้าสู่เนื้อหา	4.71	0.48	มากที่สุด
2.1.4 ความเหมาะสมการใช้รูปภาพในส่วนนำเข้าสู่เนื้อหา	4.71	0.48	มากที่สุด
รวม	4.75	0.14	มากที่สุด

จากตาราง 14 พบว่า ผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินความเหมาะสมของรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น องค์กรประกอบที่ 1 ด้าน โครงสร้างของหนังสือเรียนที่สอดคล้องกับรูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ใน ส่วนหลักด้านความเหมาะสมของรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาของส่วนนำเข้าสู่เนื้อหา สรุปว่า มีความเหมาะสม ของรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาส่วนนำเข้าสู่เนื้อหาอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีความเหมาะสมการใช้ชีวิตทัศน ในระดับมากที่สุด รองลงมาได้แก่ความเหมาะสมการใช้คำถามในส่วนนำเข้าสู่เนื้อหา 3 ความเหมาะสม การชี้แจงจุดประสงค์ในส่วนนำเข้าสู่เนื้อหา ส่วนนำเข้าสู่เนื้อหาที่มีความเหมาะสมมากที่สุด และความเหมาะสม การใช้รูปภาพในส่วนนำเข้าสู่เนื้อหา ซึ่งมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุดเช่นกัน

ตาราง 15 ผลสรุปการประเมินรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น องค์กรประกอบที่ 1 ด้านโครงสร้างของหนังสือเรียนที่สอดคล้องกับรูปแบบ การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ในส่วนหลัก ด้านความเหมาะสมของรูปแบบ การนำเสนอเนื้อหาส่วนสำรวจข้อมูล

หัวข้อการประเมิน	ระดับการประเมิน		
	\bar{X}	S.D.	ความเหมาะสม
2.2 ความเหมาะสมของรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาส่วนสำรวจข้อมูล			
2.2.1 ความเหมาะสมการใช้ข้อความในส่วนสำรวจข้อมูล	4.57	0.53	มากที่สุด
2.2.2 ความเหมาะสมการใช้ชีวิตทัศน์ในส่วนสำรวจข้อมูล	4.57	0.53	มากที่สุด
2.2.3 ความเหมาะสมการใช้รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว ภาพปฏิสัมพันธ์ ในส่วนสำรวจข้อมูล	4.57	0.53	มากที่สุด
2.2.4 ความเหมาะสมการใช้กล่องคำถามปฏิสัมพันธ์ในส่วนสำรวจข้อมูล	4.71	0.48	มากที่สุด
2.2.5 ความเหมาะสมการใช้กล่องเกร็ดความรู้ในส่วนสำรวจข้อมูล	4.28	0.48	มาก
2.2.6 ความเหมาะสมการใช้สถานการณ์จำลองในส่วนสำรวจข้อมูล	4.71	0.48	มากที่สุด
รวม	4.57	0.18	มากที่สุด

จากตาราง 15 พบว่า ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น องค์กรประกอบที่ 1 ด้าน โครงสร้างของหนังสือเรียนที่สอดคล้องกับรูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ในส่วนหลัก สรุปความเหมาะสมของรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาส่วนสำรวจข้อมูลอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีความเหมาะสมในการใช้กล่องคำถามปฏิสัมพันธ์ในส่วนสำรวจข้อมูล และความเหมาะสมการใช้ สถานการณ์จำลองในส่วนสำรวจข้อมูลมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาคือ ความเหมาะสม การใช้ข้อความในส่วนสำรวจข้อมูล ความเหมาะสมการใช้ชีวิตทัศน์ในส่วนสำรวจข้อมูล และความเหมาะสม การใช้รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว ภาพปฏิสัมพันธ์ ในส่วนสำรวจข้อมูล มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยรองลงมา โดยมีความเหมาะสมการใช้กล่องเกร็ดความรู้ในส่วนสำรวจข้อมูลอยู่ในระดับมาก

ตาราง 16 ผลสรุปการประเมินรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น องค์กรประกอบที่ 1 ด้านโครงสร้างของหนังสือเรียนที่สอดคล้องกับรูปแบบ การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ในส่วนหลัก ด้านความเหมาะสมของรูปแบบ การนำเสนอเนื้อหา ส่วนอธิบาย

หัวข้อการประเมิน	ระดับการประเมิน		
	\bar{X}	S.D.	ความเหมาะสม
2.3 ความเหมาะสมของรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาส่วนอธิบาย			
2.3.1 ความเหมาะสมการใช้กล่องอธิบายผลในส่วนอธิบาย	4.71	0.48	มากที่สุด
2.3.2 ความเหมาะสมการใช้เครื่องมือส่งจดหมาย			
อิเล็กทรอนิกส์เพื่อการอธิบายผล	4.71	0.48	มากที่สุด
รวม	4.71	0.39	มากที่สุด

จากตาราง 16 พบว่า ผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินความเหมาะสมของรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น องค์กรประกอบที่ 1 ด้าน โครงสร้างของหนังสือเรียนที่สอดคล้องกับรูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ในส่วนหลัก สรุปได้ว่า ความเหมาะสมของรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาส่วนอธิบายมีความเหมาะสมอยู่ ในระดับมากที่สุด โดยมีความเหมาะสมการใช้กล่องอธิบายผลในส่วนอธิบาย และความเหมาะสมการใช้ เครื่องมือส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการอธิบายผล มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

ตาราง 17 ผลสรุปการประเมินรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น องค์กรประกอบที่ 1 ด้านโครงสร้างของหนังสือเรียนที่สอดคล้องกับรูปแบบ การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ในส่วนหลัก ด้านความเหมาะสมของรูปแบบ การนำเสนอเนื้อหาส่วนขยายความรู้

หัวข้อการประเมิน	ระดับการประเมิน		
	\bar{X}	S.D.	ความเหมาะสม
2.4 ความเหมาะสมของรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาส่วนขยายความรู้			
2.4.1 ความเหมาะสมการใช้กล่องชวนค้นคว้าในส่วนขยายความรู้	4.42	0.53	มาก
2.4.2 ความเหมาะสมการใช้หน้าเนื้อหาซ่อนในส่วนขยายความรู้	4.28	0.75	มาก
2.4.3 ความเหมาะสมการใช้กล่องชวนหาเพิ่มในส่วนขยายความรู้	4.28	0.75	มาก
รวม	4.33	0.50	มาก

จากตาราง 17 พบว่า ผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินความเหมาะสมของรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น องค์กรประกอบที่ 1 ด้าน โครงสร้างของหนังสือเรียนที่สอดคล้องกับรูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ในส่วนหลัก สรุปได้ว่า ด้านความเหมาะสมของรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาส่วนขยายความรู้ มีความเหมาะสม อยู่ในระดับมาก โดยมีความเหมาะสมในการใช้กล่องชวนค้นคว้าในส่วนขยายความรู้ ความเหมาะสมกับ การใช้หน้าเนื้อหาซ่อนในส่วนขยายความรู้ ความเหมาะสมการใช้กล่องชวนหาเพิ่มในส่วนขยายความรู้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยตามลำดับ

ตาราง 18 ผลสรุปการประเมินรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น องค์กรประกอบที่ 1 ด้านโครงสร้างของหนังสือเรียนที่สอดคล้องกับรูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ในส่วนหลัก ด้านความเหมาะสมรูปแบบการวัดผล ส่วนประเมินผล

หัวข้อการประเมิน	ระดับการประเมิน		
	\bar{X}	S.D.	ความเหมาะสม
2.5 ความเหมาะสมของรูปแบบการวัดผลในส่วนประเมินผล			
2.5.1 ความเหมาะสมของประเภทคำถามของแบบฝึกหัดระหว่างเรียน	4.42	0.78	มาก
2.5.2 ความเหมาะสมของการรายงานผลของแบบฝึกหัดระหว่างเรียน	4.14	0.69	มาก
2.5.3 ความเหมาะสมของคำถามของแบบทดสอบหลังเรียน	4.71	0.48	มากที่สุด
2.5.4 ความเหมาะสมของรายงานผลแบบทดสอบหลังเรียน	4.14	0.69	มาก
รวม	4.48	0.26	มาก

จากตาราง 18 พบว่า ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของ รูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น องค์กรประกอบที่ 1 ด้านโครงสร้างของหนังสือเรียนที่สอดคล้องกับรูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ในส่วนหลัก รูปแบบการนำเสนอข้อมูลด้านการประเมินผลมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก โดยมีความเหมาะสมของประเภทคำถามของแบบทดสอบหลังเรียนอยู่ในระดับมากที่สุด ลำดับถัดมาคือ ความเหมาะสมของประเภทคำถามของแบบฝึกหัดระหว่างเรียน ความเหมาะสมของการรายงานผลของแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และความเหมาะสมของการรายงานผลของแบบทดสอบหลังเรียน โดยมีค่าเฉลี่ยตามลำดับ

ตาราง 19 ผลสรุปการประเมินรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น องค์กรประกอบที่ 1 ด้านโครงสร้างของหนังสือเรียนที่สอดคล้องกับรูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ในส่วนหลัง

หัวข้อการประเมิน	ระดับการประเมิน		
	\bar{X}	S.D.	ความเหมาะสม
3. ส่วนหลัง			
3.1 ความเหมาะสมในการออกแบบหน้าบรรณานุกรม	4.71	0.48	มากที่สุด
3.2 ความเหมาะสมในการความเหมาะสมของการใช้การเชื่อมโยง (Hyperlink) จากบรรณานุกรมสู่แหล่งอ้างอิง	4.71	0.48	มากที่สุด
3.3 ความเหมาะสมในการออกแบบหน้าปกหลัง	4.00	0.57	มาก
รวม	4.47	0.46	มาก

จากตาราง 19 พบว่า ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น องค์กรประกอบที่ 1 ด้านโครงสร้างของหนังสือเรียนที่สอดคล้องกับรูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ในส่วนหลังมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก โดยมีความเหมาะสมของออกแบบหน้าบรรณานุกรม และความเหมาะสมในการความเหมาะสมของการใช้การเชื่อมโยง จากบรรณานุกรมสู่แหล่งอ้างอิงบนเครือข่าย อยู่ในระดับมากที่สุด

ลำดับถัดมาคือ ความเหมาะสมในการออกแบบหน้าปกหลังมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

องค์กรประกอบที่ 2 เครื่องมือสนับสนุนและควบคุมการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์

การประเมินรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น องค์กรประกอบที่ 2 เครื่องมือสนับสนุนและควบคุมการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษาจำนวน 4 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ท่าน รวม 7 ท่านประเมินปรากฏผล ดังนี้

ตาราง 20 ผลสรุปการประเมินรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในองค์ประกอบที่ 2 เครื่องมือสนับสนุนและควบคุมการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์

หัวข้อการประเมิน	ระดับการประเมิน		
	\bar{X}	S.D.	ความเหมาะสม
1. ความเหมาะสมของลักษณะและการจัดวางของเครื่องมือ	4.47	0.57	มาก
2. ความเหมาะสมของเครื่องมือกลุ่มมุมมอง	4.50	0.20	มาก
3. ความเหมาะสมของการใช้เครื่องมือควบคุมการนำเสนอ	4.50	0.52	มาก
4. ความเหมาะสมของการใช้เครื่องมือในการเข้าถึงข้อมูล	4.71	0.26	มากที่สุด
5. ความเหมาะสมของการใช้เครื่องมืออื่นๆ	4.52	0.37	มากที่สุด
รวม	4.54	0.26	มากที่สุด

จากตาราง 20 พบว่า ผลการประเมินรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในองค์ประกอบที่ 2 เครื่องมือสนับสนุน และควบคุมการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ อยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีความเหมาะสมในเครื่องมือในการเข้าถึงข้อมูล และการใช้เครื่องมืออื่นๆ อยู่ในระดับมากที่สุด

ลำดับถัดมาคือความเหมาะสมของเครื่องมือกลุ่มมุมมอง เครื่องมือกลุ่มควบคุมการนำเสนอ และความเหมาะสมของลักษณะและการจัดวางเครื่องมืออยู่ในระดับมาก โดยมีคะแนนเฉลี่ยตามลำดับ

การประเมินรูปแบบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในองค์ประกอบที่ 2 เครื่องมือสนับสนุนและควบคุมการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ มีรายละเอียดของผลการประเมินในแต่ละด้าน ดังต่อไปนี้

ตาราง 21 ผลการประเมินรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น องค์กรประกอบที่ 2 เครื่องมือสนับสนุนและควบคุมการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ด้านความเหมาะสมของลักษณะและการจัดวางของเครื่องมือ

หัวข้อการประเมิน	ระดับการประเมิน		
	\bar{X}	S.D.	ความเหมาะสม
1. ความเหมาะสมของลักษณะและการจัดวางของเครื่องมือ			
1.1 ความเหมาะสมของขนาดสัญลักษณ์เครื่องมือ	4.57	0.78	มากที่สุด
1.2 ความเหมาะสมของรูปแบบสัญลักษณ์เครื่องมือ	4.42	0.53	มาก
1.3 ความเหมาะสมของการวางตำแหน่งเครื่องมือ	4.42	0.78	มาก
รวม	4.47	0.57	มาก

จากตาราง 21 พบว่า ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น องค์กรประกอบที่ 2 สรุปว่า เครื่องมือสนับสนุนและควบคุมการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ด้านความเหมาะสมของลักษณะและการจัดวางของเครื่องมือ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก โดยมีความเหมาะสมของขนาดสัญลักษณ์เครื่องมืออยู่ในระดับมากที่สุด ลำดับถัดมาคือ ความเหมาะสมของรูปแบบสัญลักษณ์เครื่องมือ และความเหมาะสมของการวางตำแหน่งเครื่องมือ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

ตาราง 22 ผลการประเมินรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น องค์กรประกอบที่ 2 เครื่องมือสนับสนุนและควบคุมการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ด้านความเหมาะสมของเครื่องมือกลุ่มมุ่มมอง

หัวข้อการประเมิน	ระดับการประเมิน		
	\bar{X}	S.D.	ความเหมาะสม
2. ความเหมาะสมของเครื่องมือกลุ่มมุ่มมอง			
2.1 ความเหมาะสมของเครื่องมือปรับขยายขนาดมุ่มมอง	4.42	0.53	มาก
2.2 ความเหมาะสมของการใช้เครื่องมือปรับลดขนาดมุ่มมอง	4.28	0.48	มาก
2.3 ความเหมาะสมของการใช้เครื่องมือมุ่มมองเต็มหน้าจอ	4.71	0.53	มากที่สุด
2.4 ความเหมาะสมของการใช้เครื่องมือมุ่มมองขนาดจริง	4.57	0.48	มากที่สุด
รวม	4.50	0.20	มาก

จากตาราง 22 พบว่า ผลประเมินความเหมาะสมของรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาองค์กรประกอบที่ 2 สรุปว่า เครื่องมือสนับสนุน และควบคุมการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ด้านความเหมาะสมของเครื่องมือกลุ่มมุ่มมอง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก โดยมีความเหมาะสมของการใช้เครื่องมือมุ่มมองขนาดเต็มหน้าจอ และความเหมาะสมของการใช้เครื่องมือมุ่มมองขนาดจริงอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยตามลำดับ

ลำดับถัดมาคือ ความเหมาะสมของการใช้เครื่องมือปรับขยายขนาดมุ่มมอง และความเหมาะสมของการใช้เครื่องมือปรับลดขนาดมุ่มมองมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยตามลำดับ

ตาราง 23 ผลการประเมินรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น องค์ประกอบที่ 2 เครื่องมือสนับสนุนและควบคุมการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ด้านความเหมาะสมของการใช้เครื่องมือควบคุมการนำเสนอ

หัวข้อการประเมิน	ระดับการประเมิน		
	\bar{X}	S.D.	ความเหมาะสม
3. ความเหมาะสมของการใช้เครื่องมือควบคุมการนำเสนอ			
3.1 ความเหมาะสมของการใช้เครื่องมือหน้าถัดไป	4.85	0.37	มากที่สุด
3.2 ความเหมาะสมของการใช้เครื่องมือหน้าก่อนหน้า	4.85	0.37	มากที่สุด
3.3 ความเหมาะสมของการใช้เครื่องมือไปปกหน้า	4.85	0.37	มากที่สุด
3.4 ความเหมาะสมของการใช้เครื่องมือไปปกหลัง	4.42	0.53	มาก
รวม	4.75	0.14	มากที่สุด

จากตาราง 23 พบว่า ผลประเมินความเหมาะสมของรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาองค์ประกอบที่ 2 สรุปว่า เครื่องมือสนับสนุนและควบคุมการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ด้านความเหมาะสมของการใช้เครื่องมือควบคุม การนำเสนอ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีความเหมาะสมของการใช้เครื่องมือหน้าถัดไป ความเหมาะสมของการใช้เครื่องมือหน้าก่อนหน้าและความเหมาะสมของการใช้เครื่องมือไปปกหน้าอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากัน รองลงมา คือ ความเหมาะสมของการใช้เครื่องมือไปปกหลังมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

ตาราง 24 ผลการประเมินรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น องค์ประกอบที่ 2 เครื่องมือสนับสนุนและควบคุมการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ด้านความเหมาะสมของการใช้เครื่องมือในการเข้าถึงข้อมูล

หัวข้อการประเมิน	ระดับการประเมิน		
	\bar{X}	S.D.	ความเหมาะสม
4. ความเหมาะสมของการใช้เครื่องมือในการเข้าถึงข้อมูล			
4.1 ความเหมาะสมของการเข้าถึงข้อมูลโดยเครื่องมือไปหน้าที่ต้องการ	4.85	0.37	มากที่สุด
4.2 ความเหมาะสมของการเข้าถึงข้อมูลโดยเครื่องมือค้นหา	4.57	0.53	มากที่สุด
4.3 ความเหมาะสมของเครื่องมือเข้าถึงข้อมูลรูปภาพด้วยเครื่องมือแสดงรูปภาพ	4.71	0.48	มากที่สุด
4.4 ความเหมาะสมของเครื่องมือเข้าถึงข้อมูลวีดิทัศน์ด้วยเครื่องมือแสดงวีดิทัศน์	4.71	0.48	มากที่สุด
รวม	4.71	0.26	มากที่สุด

จากตาราง 24 พบว่า ผลประเมินความเหมาะสมของรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาองค์ประกอบที่ 2 สรุปว่า เครื่องมือสนับสนุนและควบคุมการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ด้านความเหมาะสมของการใช้เครื่องมือในการเข้าถึงข้อมูลมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยทุกเครื่องมือในการเข้าถึงข้อมูลมีผลการประเมินความเหมาะสมในระดับมากที่สุด และมีลำดับของค่าเฉลี่ยคือ ความเหมาะสมของเครื่องมือเข้าถึงข้อมูลโดยเครื่องมือไปหน้าที่ต้องการ การเข้าถึงข้อมูลรูปภาพด้วยเครื่องมือแสดงรูปภาพ การเข้าถึงข้อมูลวีดิทัศน์ ด้วยเครื่องมือแสดงวีดิทัศน์ และความเหมาะสมของการเข้าถึงข้อมูลโดยเครื่องมือค้นหา

ตาราง 25 ผลการประเมินรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น องค์กรประกอบที่ 2 เครื่องมือสนับสนุนและควบคุมการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ด้านความเหมาะสมของการใช้เครื่องมืออื่นๆ

หัวข้อการประเมิน	ระดับการประเมิน		
	\bar{X}	S.D.	ความเหมาะสม
5. ความเหมาะสมของการใช้เครื่องมืออื่นๆ			
5.1 ความเหมาะสมของเครื่องมือควบคุมและจัดการเสียง	4.42	0.53	มาก
5.2 ความเหมาะสมของเครื่องมือในการสั่งพิมพ์	4.42	0.78	มาก
5.3 ความเหมาะสมของเครื่องมือในการช่วยค้นหา	4.71	0.48	มากที่สุด
รวม	4.52	0.37	มากที่สุด

จากตาราง 25 พบว่า ผลประเมินความเหมาะสมของรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษา องค์กรประกอบที่ 2 สรุปว่า เครื่องมือสนับสนุน และควบคุมการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ด้านความเหมาะสมของการใช้เครื่องมืออื่นๆ มีความเหมาะสม อยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีความเหมาะสมของเครื่องมือในการช่วยค้นหาอยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมา ได้แก่ ความเหมาะสมของเครื่องมือในการควบคุมและจัดการเสียง และความเหมาะสมของเครื่องมือในการสั่งพิมพ์ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด

ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาและหาประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่ม สาระวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด โดยทำการสร้างหนังสือ อิเล็กทรอนิกส์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ตามรูปแบบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ได้พัฒนาขึ้น และให้ ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 ท่าน แบ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา 3 ท่าน ประเมินความเหมาะสม ด้านการออกแบบสื่อเทคโนโลยีการศึกษา และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ 3 ท่าน ประเมิน ความเหมาะสมทางด้านเนื้อหา ซึ่งปรากฏผล ดังนี้

1. ผลการประเมินหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ระดับ ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา จำนวน 3 ท่าน มีค่าคะแนนระดับการประเมินความเหมาะสมของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีค่าเฉลี่ย 4.31 อยู่ใน ระดับมาก และสามารถสรุปผลการประเมินแต่ละด้านตามตาราง ดังนี้

ตาราง 26 ผลการประเมินความเหมาะสมของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ด้านการออกแบบ

หัวข้อการประเมิน	ระดับการประเมิน		
	\bar{X}	S.D.	ความเหมาะสม
1. ด้านการออกแบบ			
1.1 ความเหมาะสมในการจัดหน้า	4.00	1.00	มาก
1.2 ความเหมาะสมในการจัดวางตำแหน่งเครื่องมือ	3.66	1.52	มาก
1.3 ความเหมาะสมของสีพื้นหลัง	4.66	0.57	มากที่สุด
1.4 ความเหมาะสมของวิธีการเปลี่ยนหน้าหนังสือ	4.33	0.57	มาก
1.5 ความเหมาะสมของแบบอักษร (Font)	4.66	0.57	มากที่สุด
1.6 ความเหมาะสมของขนาด (Size) ตัวอักษรที่เลือกใช้	5.00	0.00	มากที่สุด
1.7 ความเหมาะสมของสีตัวอักษรกับพื้นหลังของหน้าหนังสือ	4.33	0.45	มาก
รวม	4.38	0.45	มาก

จากตาราง 26 พบว่า ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีทางการศึกษามีความคิดเห็นในด้านการออกแบบสรุปว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก โดยมีความเหมาะสมของขนาด (Size) ตัวอักษรที่เลือกใช้ ความเหมาะสมของสีพื้นหลัง และความเหมาะสมของแบบอักษร (Font) ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยตามลำดับ

ลำดับถัดมาคือ ความเหมาะสมของสีตัวอักษรกับพื้นหลังของหน้าหนังสือ ความเหมาะสมของวิธีการเปลี่ยนหน้าหนังสือ ความเหมาะสมในการจัดหน้า และความเหมาะสมในการจัดวางตำแหน่งเครื่องมือ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยตามลำดับ

ตาราง 27 ผลการประเมินความเหมาะสมของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ด้านเครื่องมือและการควบคุม

หัวข้อการประเมิน	ระดับการประเมิน		
	\bar{X}	S.D.	ความเหมาะสม
2. ด้านเครื่องมือและการควบคุม			
2.1 ความเหมาะสมของสัญลักษณ์ที่ใช้แทนเครื่องมือ	4.00	0.00	มาก
2.2 ความเหมาะสมของขนาดเครื่องมือ	4.33	0.57	มาก
2.3 ความเหมาะสมของสีของเครื่องมือ	5.00	0.00	มากที่สุด
2.4 ความสะดวกในการใช้งานเครื่องมือ	4.66	0.57	มากที่สุด
2.5 จำนวนเครื่องมือมีปริมาณพอเพียงกับการใช้งาน	4.66	0.57	มากที่สุด
2.6 ความเหมาะสมต่อการควบคุมเพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง	4.66	0.57	มากที่สุด
2.7 ความเหมาะสมของการควบคุมหนังสือโดยใช้เมาส์	4.33	0.57	มาก
2.8 ความเหมาะสมของการควบคุมหนังสือโดยใช้คีย์บอร์ด	4.33	0.57	มาก
2.9 ความเหมาะสมของการมีปฏิสัมพันธ์กับหนังสือ	4.66	0.57	มากที่สุด
รวม	4.51	0.12	มากที่สุด

จากตาราง 27 พบว่า ผู้เชี่ยวชาญเทคโนโลยีทางการศึกษามีความคิดเห็นในด้านเครื่องมือและการควบคุม สรุปว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีความเหมาะสมของสีของเครื่องมือ ความสะดวกในการใช้งานเครื่องมือ จำนวนเครื่องมือมีปริมาณพอเพียงกับการใช้งาน ความเหมาะสมต่อการควบคุมเพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง และความเหมาะสมของการมีปฏิสัมพันธ์กับหนังสือ มีความเหมาะสมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยตามลำดับ

ลำดับถัดมาคือ ความเหมาะสมของขนาดเครื่องมือ ความเหมาะสมของการควบคุมหนังสือโดยใช้เมาส์ ความเหมาะสมของการควบคุมหนังสือโดยใช้คีย์บอร์ด และความเหมาะสมของสัญลักษณ์ที่ใช้แทนเครื่องมือ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยตามลำดับ

ตาราง 28 ผลการประเมินความเหมาะสมของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ด้านการออกแบบด้านภาพ และตารางประกอบหนังสือ

หัวข้อการประเมิน	ระดับการประเมิน		
	\bar{X}	S.D.	ความเหมาะสม
3. ด้านภาพและตารางประกอบหนังสือ			
3.1 ความเหมาะสมของขนาดของภาพ	4.00	1.00	มาก
3.2 ความเหมาะสมของจำนวนภาพ	3.33	0.57	ปานกลาง
3.3 ภาพหนึ่งที่น่าเสนอสอดคล้องกับเนื้อหา	4.00	1.00	มาก
3.4 ภาพหนึ่งที่ใช้ประกอบสื่อความหมายชัดเจน	4.00	1.00	มาก
3.5 ความเหมาะสมของการนำเสนอข้อมูลโดยใช้ตาราง	4.00	0.00	มาก
รวม	3.86	0.11	มาก

จากตาราง 28 พบว่า ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีทางการศึกษามีความคิดเห็นในด้านการออกแบบภาพและตารางประกอบหนังสือ สรุปว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ซึ่งมีความเหมาะสมของการนำเสนอข้อมูลโดยใช้ตาราง ความเหมาะสมของขนาดของภาพ ภาพหนึ่งที่น่าเสนอสอดคล้องกับเนื้อหา และภาพหนึ่งที่ใช้ประกอบสื่อความหมายชัดเจนอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยตามลำดับ รองลงมาคือ ความเหมาะสมของจำนวนภาพ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง

ตาราง 29 ผลการประเมินความเหมาะสมของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ด้านภาพเคลื่อนไหว

หัวข้อการประเมิน	ระดับการประเมิน		
	\bar{X}	S.D.	ความเหมาะสม
4. ด้านภาพเคลื่อนไหว			
4.1 ภาพเคลื่อนไหวที่น่าเสนอสอดคล้องกับเนื้อหา	4.66	0.57	มากที่สุด
4.2 ความเหมาะสมของจำนวนภาพเคลื่อนไหวประกอบเนื้อหา	4.66	0.57	มากที่สุด
4.3 ภาพเคลื่อนไหวที่ใช้ประกอบสื่อความหมายได้ชัดเจน	5.00	0.00	มากที่สุด
4.4 ความชัดเจนของตัวอักษรบรรยายในภาพเคลื่อนไหว	5.00	0.00	มากที่สุด
4.5 ความเหมาะสมของตัวอักษรบรรยายในภาพเคลื่อนไหว	5.00	0.00	มากที่สุด
4.6 ความเหมาะสมของการควบคุมภาพเคลื่อนไหว	4.66	0.57	มากที่สุด
4.7 ความเหมาะสมของภาพเคลื่อนไหวแบบมีปฏิสัมพันธ์ของ กิจกรรมสถานการณ์จำลอง	5.00	0.00	มากที่สุด
รวม	4.85	0.00	มากที่สุด

จากตาราง 29 พบว่า ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา มีความคิดเห็น ในด้าน
ภาพเคลื่อนไหวที่ใช้ในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สรุปว่ามีความเหมาะสมมากที่สุด โดยมีภาพเคลื่อนไหว
ที่ใช้ประกอบสื่อความหมายได้ชัดเจน ความชัดเจนของเสียงบรรยายในภาพเคลื่อนไหว ความเหมาะสม
ของคำบรรยายในภาพเคลื่อนไหว ความเหมาะสมของภาพเคลื่อนไหวแบบมีปฏิสัมพันธ์ของกิจกรรม
สถานการณ์จำลอง ภาพเคลื่อนไหวที่น่าเสนอสอดคล้องกับเนื้อหา ความเหมาะสมของจำนวนภาพเคลื่อนไหว
ประกอบเนื้อหา และความเหมาะสมของการควบคุมภาพเคลื่อนไหว อยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย
ตามลำดับ

ตาราง 30 ผลการประเมินความเหมาะสมของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ด้านเนื้อหาและแบบทดสอบ

หัวข้อการประเมิน	ระดับการประเมิน		
	\bar{X}	S.D.	ความเหมาะสม
5. ด้านเนื้อหาและแบบทดสอบ			
5.1 วัตถุประสงค์มีความชัดเจน	4.66	0.57	มากที่สุด
5.2 โครงสร้างเนื้อหาครอบคลุมวัตถุประสงค์	4.66	0.57	มากที่สุด
5.3 ความเหมาะสมของปริมาณเนื้อหาในแต่ละหน้า	4.00	1.00	มาก
5.4 ความถูกต้องของเนื้อหา	4.33	0.57	มาก
5.5 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	4.33	0.57	มาก
5.6 ความเหมาะสมของรูปแบบกิจกรรมสถานการณ์จำลอง	4.33	0.57	มาก
5.7 ความเหมาะสมของรูปแบบของแบบทดสอบระหว่างเรียน	4.66	0.57	มากที่สุด
5.8 ความเหมาะสมของรูปแบบของแบบทดสอบหลังเรียน	3.66	0.57	มาก
5.9 ความเหมาะสมของระยะเวลาในการศึกษา	4.00	1.00	มาก
รวม	4.29	0.12	มาก

จากตาราง 30 พบว่า ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา มีความคิดเห็นในด้านเนื้อหาและแบบทดสอบ สรุปว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก โดยวัตถุประสงค์มีความชัดเจน โครงสร้างเนื้อหาครอบคลุมวัตถุประสงค์ และความเหมาะสมของรูปแบบของแบบทดสอบระหว่างเรียน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

ลำดับถัดมา คือ ความถูกต้องของเนื้อหา ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา ความเหมาะสมของรูปแบบกิจกรรมสถานการณ์จำลอง ความเหมาะสมของปริมาณเนื้อหาในแต่ละหน้า ความเหมาะสมของระยะเวลาในการศึกษา มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยตามลำดับ

จากนั้นผู้วิจัยได้นำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ที่สร้างขึ้น ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ประเมินความเหมาะสมทางการออกแบบและความสอดคล้องของเนื้อหาในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ โดยผลการประเมินความเหมาะสมของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีค่าเฉลี่ย 4.61 อยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งสามารถสรุปผลการประเมินแต่ละด้าน ดังนี้

ตาราง 31 ผลการประเมินความเหมาะสมของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ด้านเนื้อหา

หัวข้อการประเมิน	ระดับการประเมิน		
	\bar{X}	S.D.	ความเหมาะสม
1. ด้านเนื้อหา			
1.1 ความเหมาะสมของวัตถุประสงค์การเรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
1.2 ความถูกต้องของเนื้อหา	4.00	0.00	มาก
1.3 ความเหมาะสมกับผู้เรียน	4.00	1.00	มาก
1.4 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	5.00	0.00	มากที่สุด
1.5 ความเหมาะสมของการลำดับเนื้อหา	4.66	0.57	มากที่สุด
1.6 ความเหมาะสมของกรอบคำถามระหว่างเนื้อหา	4.66	0.57	มากที่สุด
1.7 ความเหมาะสมของแหล่งข้อมูลเพื่อการศึกษาเพิ่มเติม	4.00	0.00	มาก
รวม	4.47	0.16	มาก

จากตาราง 31 พบว่า ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ มีความคิดเห็นในด้านเนื้อหาสรุปว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก โดยมีความเหมาะสมของวัตถุประสงค์การเรียน ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา ความเหมาะสมของการลำดับเนื้อหา ความเหมาะสมของกรอบคำถามระหว่างเนื้อหาอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยตามลำดับ

ลำดับถัดมา คือ ความถูกต้องของเนื้อหา ความเหมาะสมกับผู้เรียน และความเหมาะสมของแหล่งข้อมูลเพื่อการศึกษาเพิ่มเติมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยตามลำดับ

ตาราง 32 ผลการประเมินความเหมาะสมของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ด้านภาพนิ่งภาพเคลื่อนไหว และตารางประกอบ

หัวข้อการประเมิน	ระดับการประเมิน		
	\bar{X}	S.D.	ความเหมาะสม
2. ด้านภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และตารางประกอบ			
2.1 ภาพนิ่งที่ใช้มีความเหมาะสมกับเนื้อหา	4.66	0.57	มากที่สุด
2.2 ภาพนิ่งที่ใช้มีความชัดเจน	4.66	0.57	มากที่สุด
2.3 จำนวนภาพนิ่งที่ใช้มีจำนวนเหมาะสม	4.66	0.57	มากที่สุด
c2.4 ภาพเคลื่อนไหวที่ใช้มีความชัดเจน	4.33	0.57	มาก
c2.5 ภาพเคลื่อนไหวช่วยอธิบายเนื้อหาให้เข้าใจง่าย	5.00	0.00	มากที่สุด
c2.6 ภาพเคลื่อนไหวที่ใช้มีความถูกต้องเหมาะสมกับเนื้อหา	4.33	0.57	มาก
c2.7 จำนวนภาพเคลื่อนไหวที่ใช้มีจำนวนความเหมาะสม	4.66	0.57	มากที่สุด
c2.8 ความเหมาะสมของตารางที่ใช้ในการนำเสนอ	4.66	0.57	มากที่สุด
รวม	4.62	0.12	มากที่สุด

จากตาราง 32 พบว่า ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ มีความคิดเห็นในด้านภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และตารางประกอบ สรุปว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีภาพเคลื่อนไหวช่วยอธิบายเนื้อหาให้เข้าใจง่าย ภาพนิ่งที่ใช้มีความเหมาะสมกับเนื้อหา ภาพนิ่งที่ใช้มีความชัดเจน จำนวนภาพนิ่งที่ใช้มีจำนวนเหมาะสม จำนวนภาพเคลื่อนไหวที่ใช้มีจำนวนความเหมาะสม และความเหมาะสมของตารางที่ใช้ในการนำเสนอ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยตามลำดับ

ลำดับถัดมา คือ ภาพเคลื่อนไหวที่ใช้มีความชัดเจน ภาพเคลื่อนไหวที่ใช้มีความถูกต้องเหมาะสมกับเนื้อหา มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

ตาราง 33 ผลการประเมินความเหมาะสมของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ด้าน กิจกรรมการเรียน

หัวข้อการประเมิน	ระดับการประเมิน		
	\bar{X}	S.D.	ความเหมาะสม
3. ด้านกิจกรรมการเรียน			
3.1 ความเหมาะสมของจำนวนกิจกรรมสถานการณ์จำลอง	5.00	0.00	มากที่สุด
3.2 ความเหมาะสมของจำนวนกรอบคำถามระหว่างเนื้อหา	4.33	0.57	มาก
3.3 กรอบคำถามระหว่างเนื้อหาเหมาะสมกับระดับความรู้ของ ผู้เรียน	4.33	0.57	มาก
3.4 กิจกรรมสถานการณ์จำลองมีความเหมาะสมกับเนื้อหา	5.00	0.00	มากที่สุด
3.5 กิจกรรมสถานการณ์จำลองมีความเหมาะสมกับวัยผู้เรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
3.6 กิจกรรมสถานการณ์จำลองส่งเสริมทักษะวิทยาศาสตร์	5.00	0.00	มากที่สุด
3.7 ความเหมาะสมของเว็บไซต์ที่ใช้เป็นแหล่งอ้างอิง	4.66	0.57	มากที่สุด
รวม	4.76	0.82	มากที่สุด

จากตาราง 33 พบว่า ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์มีความคิดเห็นในด้านกิจกรรมการเรียน
สรุปว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยความเหมาะสมของจำนวนกิจกรรมสถานการณ์จำลอง
กิจกรรมสถานการณ์จำลองมีความเหมาะสมกับเนื้อหา กิจกรรมสถานการณ์จำลองมีความเหมาะสม
กับวัยผู้เรียน กิจกรรมสถานการณ์จำลองส่งเสริมทักษะวิทยาศาสตร์ และความเหมาะสมของเว็บไซต์
ที่ใช้เป็นแหล่งอ้างอิง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยตามลำดับ

ลำดับถัดมา คือ ความเหมาะสมของจำนวนกรอบคำถามระหว่างเนื้อหา และกรอบคำถาม
ระหว่างเนื้อหาเหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

ตาราง 34 ผลการประเมินความเหมาะสมของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ด้าน แบบฝึกหัดและแบบทดสอบ

หัวข้อการประเมิน	ระดับการประเมิน		
	\bar{X}	S.D.	ความเหมาะสม
4. ด้านแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ			
4.1 ความเหมาะสมของรูปแบบของแบบทดสอบระหว่างเรียน	4.66	0.57	มากที่สุด
4.2 ความเหมาะสมของรูปแบบการให้ผลย้อนกลับของแบบทดสอบหลังเรียน	4.66	0.57	มากที่สุด
4.3 ความเหมาะสมของรูปแบบของแบบทดสอบหลังเรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
4.4 ความเหมาะสมของวิธีการรายงานผลคะแนน	4.00	0.00	มาก
รวม	4.58	0.14	มากที่สุด

จากตาราง 34 พบว่า ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ มีความคิดเห็นในด้านแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ สรุปว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีความเหมาะสมของรูปแบบของแบบทดสอบหลังเรียน ความเหมาะสมของรูปแบบของแบบทดสอบระหว่างเรียน และความเหมาะสมของรูปแบบการให้ผลย้อนกลับของแบบทดสอบหลังเรียน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยตามลำดับ

ลำดับถัดมา คือ ความเหมาะสมของวิธีการรายงานผลคะแนน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

2. ผู้วิจัยนำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ที่ผ่านการประเมินความคิดเห็นโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา และผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาแล้ว ไปหาประสิทธิภาพ โดยมีขั้นตอนการหาประสิทธิภาพ ดังนี้

2.1 ทดลองครั้งที่ 1 นำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ไปทดลองกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนปทุมวิไล จำนวน 3 คน จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียน และการสอบถาม พบว่า

2.1.1 ภาพประกอบบทเรียนบางภาพมีขนาดเล็กเกินไป ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการแก้ไขโดยพัฒนาเครื่องมือสำหรับขยายขนาดภาพ

2.1.2 การตัดคำและการแบ่งวรรคตอน ทำให้ผู้เรียนอ่านคำที่มีการตัดคำระหว่างบรรทัดไม่ได้ ส่งผลให้เกิดความหมายที่ผิดเพี้ยน

2.1.3 ผู้เรียนจะมีการสอบถามการใช้เครื่องมือที่คั่นหน้า ซึ่งไปหน้าแรกแต่ละบท โดยผู้เรียนเสนอแนะว่าสีที่ใช้ยังไม่โดดเด่น จึงไม่ทราบว่าส่วนดังกล่าวเป็นเครื่องมือในการเข้าถึงข้อมูล

2.1.4 ผู้เรียนยังไม่เข้าใจคำถามที่จะให้ผู้เรียนใช้กล่องเครื่องมือช่วยค้นหาคำในส่วนขยายความรู้ของผู้เรียน

2.2 การทดลองครั้งที่ 2 เพื่อหาแนวโน้มประสิทธิภาพ โดยนำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ไปทดลองกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนปทุมวิไล จำนวน 12 คน จากการสังเกตพฤติกรรมและสอบถาม พบว่า

2.2.1 ผู้เรียนบางคนใช้เวลาในการทำกิจกรรมสถานการณ์จำลองของหนังสือมากกว่าการอ่านหนังสือตามขั้นตอนส่งผลให้ทำข้อสอบไม่ทัน

2.2.2 ผู้เรียนบางคนยังไม่เข้าใจ ในวิธีการส่งส่วนสรุปข้อมูลหลังกิจกรรม ทำให้มีการส่งข้อมูลสรุปหลังการทำกิจกรรมไม่ถูกต้อง ผู้ทดลองจึงต้องอธิบายเพิ่ม

ผลการทดลองเพื่อหาแนวโน้มประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ปรากฏผลตามตาราง ดังนี้

ตาราง 35 ผลการทดลองเพื่อหาแนวโน้มประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

แบบทดสอบระหว่างเรียน			แบบทดสอบหลังเรียน			ประสิทธิภาพ
คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	E_1	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	E_2	E_1/E_2
40	34.17	85.41	40	31.47	79.17	85.41/79.17

จากตาราง 35 พบว่า คะแนนค่าเฉลี่ยแบบทดสอบระหว่างเรียน คือ 34.17 ร้อยละค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียน (E_1) มีค่า 85.41 และคะแนนค่าเฉลี่ยแบบทดสอบหลังเรียน คือ 31.47 ร้อยละค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (E_2) มีค่า 79.17 ดังนั้นค่าแนวโน้มของประสิทธิภาพ E_1/E_2 มีค่า 85.41/79.17 ยังไม่เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

3. ผลการทดลองครั้งที่ 3 เพื่อหาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ โดยนำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด โดยทดลองกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนปทุมวิไล จำนวน 36 คน โดยให้ผู้เรียนดำเนินการกิจกรรมการเรียนการสอนตามลำดับ โดยปรากฏผลดังตาราง 36

ตาราง 36 ผลการทดลองภาคสนามเพื่อหาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

แบบทดสอบระหว่างเรียน			แบบทดสอบหลังเรียน			ประสิทธิภาพ
คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	E_1	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	E_2	E_1/E_2
40	34.33	85.83	40	32.47	81.18	85.83/81.18

จากตาราง 36 พบว่า คะแนนค่าเฉลี่ยแบบทดสอบระหว่างเรียน คือ 34.33 ร้อยละค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียน (E_1) มีค่า 85.83 และคะแนนค่าเฉลี่ยแบบทดสอบหลังเรียน คือ 32.47 ร้อยละค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (E_2) มีค่า 81.18 ดังนั้นค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีค่า 85.83/81.18 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด

ผู้วิจัยนำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 32 คน โดยให้ผู้เรียนทำแบบทำสอบก่อนเรียน และดำเนินการกิจกรรมการเรียนการสอนโดยให้ผู้เรียนเรียนผ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ด้วยตนเอง และทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน โดยวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที (t-test dependent) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนการเรียนและหลังการเรียน ปรากฏผล ดังนี้

ตาราง 37 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด

คะแนน	N	\bar{X}	S.D.	t*
คะแนนก่อนเรียน	32	29.25	5.67	2.256
คะแนนหลังเรียน	32	31.87	5.94	

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 37 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 4 ผลการศึกษาความพึงพอใจในการเรียนของนักเรียน จากหนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์ที่เรียนจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด

ผู้วิจัยได้นำแบบประเมินความพึงพอใจในการเรียนผ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ให้กลุ่มผู้เรียนที่เป็นกลุ่มทดลองในชั้นเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน ทำการประเมินโดยผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนผ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้นปรากฏ ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 38 ผลการประเมินความพึงพอใจในการเรียนของผู้เรียนผ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด

หัวข้อการประเมิน	ผลการประเมิน		
	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านการออกแบบ	4.52	0.26	มากที่สุด
2. ด้านการนำเสนอเนื้อหา	4.55	0.30	มากที่สุด
3. ด้านเครื่องมือสนับสนุนและควบคุมการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์	4.58	0.43	มากที่สุด
รวม	4.55	0.20	มากที่สุด

จากตาราง 38 พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจในการเรียนผ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สรุปรวมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีความพึงพอใจในด้านเครื่องมือสนับสนุน และควบคุมการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ด้านการนำเสนอเนื้อหา และด้านการออกแบบในระดับมากที่สุด และมีระดับค่าคะแนนเฉลี่ยตามลำดับ (\bar{X} = 4.58, 4.55 และ 4.52) โดยผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนในการเรียนผ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในแต่ละด้านเป็น ดังนี้

ตาราง 39 ผลของการประเมินความพึงพอใจในการเรียนของผู้เรียนผ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ด้านการออกแบบ

หัวข้อการประเมิน	ผลการประเมิน		
	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านการออกแบบ			
1.1 ขนาดของตัวอักษร	4.53	0.56	มากที่สุด
1.2 ความหนาแน่นของตัวอักษร	4.34	0.65	มาก
1.3 สีของตัวอักษร	4.46	0.62	มาก
1.4 รูปภาพประกอบมีความชัดเจน	4.53	0.71	มากที่สุด
1.5 รูปภาพประกอบมีความสอดคล้องกับเนื้อหา	4.59	0.66	มากที่สุด
1.6 วิดีทัศน์ทำให้บทเรียนมีความน่าสนใจ	4.50	0.80	มาก
1.7 วิดีทัศน์ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย	4.59	0.49	มากที่สุด
1.8 ภาพปฏิสัมพันธ์มีความน่าสนใจ	4.65	0.48	มากที่สุด
รวม	4.52	0.26	มากที่สุด

จากตาราง 39 พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจด้านการออกแบบ อยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีความพึงพอใจในประเด็น ภาพปฏิสัมพันธ์มีความน่าสนใจ วิดีทัศน์ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย รูปภาพประกอบมีความสอดคล้องกับเนื้อหา ขนาดของตัวอักษร และรูปภาพประกอบมีความชัดเจนในระดับมากที่สุด ส่วนประเด็นอื่นนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

ตาราง 40 ผลการประเมินความพึงพอใจในการเรียนของผู้เรียนผ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียน
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ด้าน
เนื้อหา

หัวข้อการประเมิน	ผลการประเมิน		
	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
2. ด้านการนำเสนอเนื้อหา			
2.1 การอธิบายเนื้อหาเข้าใจง่าย	4.34	0.70	มาก
2.2 เนื้อหามีความสอดคล้องกับบทเรียน	4.46	0.67	มาก
2.3 กล่องชวนสงสัยกระตุ้นให้เกิดความอยากรู้	4.71	0.45	มากที่สุด
2.4 กล่องเกร็ดความรู้ช่วยให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น	4.65	0.54	มากที่สุด
2.5 กล่องตอบคำถามกระตุ้นให้เกิดการค้นคว้า	4.71	0.58	มากที่สุด
2.6 กิจกรรมสถานการณ์จำลองมีความน่าสนใจ	4.53	0.62	มากที่สุด
2.7 กิจกรรมสถานการณ์จำลองทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย	4.56	0.71	มากที่สุด
2.8 กิจกรรมสถานการณ์จำลองช่วยให้ฝึกสรุปในสิ่งที่เรียนได้	4.46	0.76	มาก
รวม	4.55	0.30	มากที่สุด

จากตาราง 40 พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจด้านเนื้อหา โดยสรุปอยู่ในระดับมากที่สุดโดยมีความพึงพอใจในประเด็น กล่องชวนสงสัยกระตุ้นให้เกิดความอยากรู้ กล่องตอบคำถามกระตุ้นให้เกิดการค้นคว้า กล่องเกร็ดความรู้ช่วยให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น กิจกรรมสถานการณ์จำลอง ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย และกิจกรรมสถานการณ์จำลองมีความน่าสนใจ อยู่ในระดับมากที่สุด

ส่วนประเด็นอื่นนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

ตาราง 41 ผลการประเมินความพึงพอใจในการเรียนของผู้เรียนผ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียน
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ด้านเครื่องมือ
สนับสนุนและควบคุมการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์

หัวข้อการประเมิน	ผลการประเมิน		
	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
3. ด้านเครื่องมือสนับสนุนและควบคุมการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์			
3.1 สัญลักษณ์ของเครื่องมือเข้าใจได้ง่าย	4.46	0.67	มาก
3.2 มีความสะดวกในการใช้เครื่องมือ	4.59	0.61	มากที่สุด
3.3 เครื่องมือค้นหาช่วยให้สามารถหาความรู้เพิ่มเติมได้สะดวก	4.68	0.53	มากที่สุด
รวม	4.58	0.43	มากที่สุด

จากตาราง 41 พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจด้านการออกแบบ โดยสรุปอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีความพึงพอใจในประเด็น เครื่องมือค้นหาช่วยให้สามารถหาความรู้เพิ่มเติมได้สะดวก และมีความสะดวกในการใช้เครื่องมืออยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีระดับค่าคะแนนเฉลี่ยตามลำดับ รองลงมาคือ สัญลักษณ์ของเครื่องมือเข้าใจได้ง่าย มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สังเขปความมุ่งหมาย สมมติฐานและวิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

การพัฒนา รูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นนี้ เป็นการศึกษาเพื่อพัฒนาองค์ประกอบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ใน 2 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบที่ 1 ด้านโครงสร้างของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่สอดคล้องกับการรูปแบบการสอน วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E และ องค์ประกอบที่ 2 ด้านเครื่องมือสนับสนุน และควบคุม การใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เพื่อนำมาพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด และทำการศึกษาเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนผ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ซึ่งผลจากการศึกษาจะทำให้ได้รูปแบบของหนังสือ อิเล็กทรอนิกส์ที่มีองค์ประกอบเหมาะสม สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สามารถ ใช้เป็นต้นแบบในการทำสื่อการเรียนรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ซึ่งตอบสนองและสอดคล้องกับแนวทางการจัดการศึกษา ตามพระราชบัญญัติการศึกษา แห่งชาติ พ.ศ.2542 โดยมีสมมติฐานของงานวิจัย ดังนี้ 1) รูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากขึ้นไป และ 2) นักเรียนที่เรียนจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียน ซึ่งมีกระบวนการในการศึกษาค้นคว้า ดังนี้

1. การพัฒนา รูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ระดับ มัธยมศึกษาตอนต้น โดยทำการวิเคราะห์รูปแบบหนังสือซึ่งแบ่งเป็น 2 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบที่ 1 ด้านโครงสร้างของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่สอดคล้องกับการรูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ผู้วิจัยทำการศึกษาวิเคราะห์โครงสร้างและองค์ประกอบของหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ตามหลักการออกแบบหนังสือเรียน (นารีรัตน์ อยู่กิจชัย. 2520: 37 – 39) โครงสร้างของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (Norshuhada; & Landoni. 2004: Online) หลักการออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีความเป็นมัลติมีเดีย (Barker. 1992: 140 – 141) ตลอดจนวิเคราะห์รูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ แบบ 5E (สุณีย์ เหมะประสิทธิ์. 2542: 7 – 8) เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบการนำเสนอในส่วนหลัก ของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ องค์ประกอบที่ 2 ด้านเครื่องมือสนับสนุนและควบคุมการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาหลักการออกแบบองค์ประกอบ หน้าจอและเครื่องมือของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (Wilson; & Landoni. 2002: Online) และทำการวิเคราะห์เครื่องมือสนับสนุนและควบคุมการใช้หนังสือ อิเล็กทรอนิกส์ ของบริษัทที่ทำการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

หรือเครื่องคอมพิวเตอร์แบบกระเป๋าหิ้วในปัจจุบัน โดยคำนึงถึงการออกแบบที่เอื้อต่อการจัดการเรียน การสอนรายบุคคล หลักการเรียนรู้ด้วยตนเอง และการสนับสนุนต่อหลักการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E จากนั้นนำรูปแบบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่สังเคราะห์ขึ้น ให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 ท่าน ประเมินความเหมาะสมของรูปแบบ โดยแบ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีการศึกษา จำนวน 4 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ท่าน

2. การพัฒนาประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด โดยผู้วิจัยนำรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมาเป็นต้นแบบในการสร้าง หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ และดำเนินการวิเคราะห์เนื้อหาและวัตถุประสงค์การเรียนรู้ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด โดยแบ่งเป็น 4 หน่วย และทำการพัฒนาข้อสอบที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ โดยนำ ข้อสอบที่มีคุณภาพจำนวน 40 ข้อ เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยนำเนื้อหา และ ข้อสอบดังกล่าวมาใส่ในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์โดยจัดทำออกมาเป็นหนังสือจำลอง เพื่อจัดเรียงโครงสร้าง หนังสือให้เป็นไปตามรูปแบบที่พัฒนา แล้วจึงใช้โปรแกรม Adobe Flash รวมทั้งโปรแกรมสนับสนุน อื่นๆ เช่น Action Script, Java Script และ Adobe Photo Shop ในการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเมื่อดำเนินการเสร็จแล้ว ผู้วิจัยจึงนำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยี การศึกษาจำนวน 3 ท่าน ประเมินความเหมาะสมของหนังสือ อิเล็กทรอนิกส์ด้านการออกแบบสื่อเทคโนโลยี การศึกษา และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ 3 ท่าน ประเมินความเหมาะสมของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ด้านเนื้อหา

จากนั้นผู้วิจัย จึงนำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือดที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ ไปทำการทดลองเพื่อหา ประสิทธิภาพกับกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนปทุมวิไล ที่กำลังศึกษา ในภาคเรียนที่ 2 ประจำปีการศึกษา 2554 ที่ยังไม่ได้ผ่านการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบ หมุนเวียนเลือด จำนวน 51 คน โดยทำการทดลอง 3 ขั้นตอน ขั้นตอนที่ 1 เป็นการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน เพื่อสังเกตพฤติกรรม และสอบถามสภาพการเรียนรู้จากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ต่อจากนั้น ทำการทดลองครั้งที่ 2 กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 12 คน เพื่อศึกษาแนวโน้มของประสิทธิภาพ และ สุดท้ายทดลองครั้งที่ 3 กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 36 คน เพื่อหาค่าประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ E_1/E_2 ที่ตั้งไว้

3. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังของผู้เรียนที่เรียนจาก หนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ผู้วิจัยทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนผ่องสุวรรณ์วิทยา ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ประจำปีการศึกษา 2555 ที่ยังไม่ได้ผ่านการเรียน ในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด จำนวน 32 คน มีรูปแบบการทดลองแบบแผนการวิจัย กึ่งทดลองแบบสอบก่อน - สอบหลัง (One-Group Pretest-Posttest Design) โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน จากนั้นจึงให้นักเรียนเรียนผ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียน

กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือดด้วยตนเอง ใช้เวลาในการเรียน 2 คาบ จากนั้นให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนมาทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน

4. การศึกษาความพึงพอใจในการเรียนของนักเรียนที่เรียนผ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ดำเนินการโดยเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มทดลองในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังของนักเรียนที่เรียนผ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้น โดยหลังจากที่นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนแล้ว จึงให้นักเรียนทำแบบวัดความพึงพอใจในการเรียนผ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์และนำผลคะแนนที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย

สรุปการวิจัย

ผลการพัฒนารูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นสามารถสรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. ผลการพัฒนารูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ประกอบด้วยองค์ประกอบ ดังต่อไปนี้

1.1 องค์ประกอบด้านโครงสร้างของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สอดคล้องกับการรูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ แบบ 5E มีส่วนประกอบของหนังสือ ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนหน้า (Front Section) ส่วนหลัก (Main Section) และส่วนท้ายเล่ม (Back Section) มีผลการประเมินอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าคะแนนเฉลี่ย 4.52 โดยมีผลสรุปของรูปแบบแต่ละส่วน ดังนี้

1.1.1 ผลการประเมินส่วนประกอบของส่วนหน้า (Front Section) โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 ท่าน สรุปได้ว่า ในส่วนนำมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยความเหมาะสมขององค์ประกอบในส่วนนำของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ความเหมาะสมในการออกแบบหน้าปกหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ และความเหมาะสมของการใช้การเชื่อมโยง (Hyperlink) จากหน้าสารบัญสู่หน้าเนื้อหา

1.1.2 ผลการส่วนประกอบของส่วนหลัก (Main Section) แบ่งเป็น

1.1.2.1 ผลการประเมินในส่วนรูปแบบการนำเสนอส่วนนำเข้าสู่เนื้อหา (Engagement) โดยผู้เชี่ยวชาญ สรุปได้ว่า มีความเหมาะสมของรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาส่วนนำเข้าสู่เนื้อหาอยู่ในระดับมาก โดยมีความเหมาะสมด้านการใช้ชีวิตทัศนในส่วนนำเข้าสู่เนื้อหาที่มีความเหมาะสมมากที่สุด

1.1.2.2 ผลการประเมินรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาส่วนสำรวจข้อมูล (Exploration) มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยความเหมาะสมการใช้กล่องคำถามปฏิสัมพันธ์ในส่วนสำรวจข้อมูล และความเหมาะสมการใช้สถานการณ์จำลองในส่วนสำรวจข้อมูลมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุดเท่ากัน

1.1.2.3 ผลการประเมินรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาส่วนการอธิบาย(Explanation) มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยความเหมาะสมการใช้กล่องอธิบายผลในส่วนอธิบาย และ

ความเหมาะสมการใช้เครื่องมือส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อการอธิบายผล มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุดเท่ากัน

1.1.2.4 ผลการประเมินรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาส่วนขยายความรู้ (Elaboration) มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก โดยความเหมาะสมการใช้กล่องชวนค้นคว้าในส่วนขยายความรู้ ความเหมาะสมการใช้หน้าเนื้อหาซ่อนในส่วนขยายความรู้ ความเหมาะสมการใช้กล่องชวนหาเพิ่มในส่วนขยายความรู้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

1.1.2.5 ผลการประเมินรูปแบบการนำเสนอเนื้อหา ส่วนการประเมินผล (Evaluation) มีความเหมาะสมของประเภทคำถามของแบบทดสอบหลังเรียนมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

1.1.3 ผลการประเมินส่วนประกอบของส่วนหลัง (Back Section) สรุปได้ว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก โดยมีความเหมาะสมของออกแบบหน้าบรรณนุกรม และความเหมาะสมในการความเหมาะสมของการใช้การเชื่อมโยง (Hyperlink) จากบรรณานุกรมสู่แหล่งอ้างอิงบนเครือข่ายอยู่ในระดับมากที่สุด

1.2 องค์ประกอบด้านเครื่องมือสนับสนุนและควบคุมการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ โดยมีคุณลักษณะด้านดังกล่าวประกอบด้วย 2 ส่วนหลักๆ คือ 1) มุมมองและกลุ่มเครื่องมือเกี่ยวกับมุมมองภาพ 2) กลุ่มเครื่องมือ เกี่ยวกับการควบคุมการนำเสนอและการเข้าถึงข้อมูล และ 3) กลุ่มเครื่องมืออื่นๆ มีผลการประเมินอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าคะแนนเฉลี่ย 4.54 โดยมีผลสรุปของรูปแบบแต่ละส่วน ดังนี้

1.2.1 ผลการประเมินด้านมุมมองและกลุ่มเครื่องมือเกี่ยวกับมุมมองภาพ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก โดยมีความเหมาะสมของการใช้เครื่องมือมุมมองขนาดเต็มหน้าจอ และความเหมาะสมของการใช้เครื่องมือมุมมองขนาดจริงอยู่ในระดับมากที่สุด

1.2.2 ผลการประเมินด้านความเหมาะสมของการใช้เครื่องมือควบคุมและการนำเสนอข้อมูล แบ่งเป็น

1.2.2.1 เครื่องมือเกี่ยวกับการควบคุมการนำเสนอ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก โดยมีความเหมาะสมของการใช้เครื่องมือหน้าถัดไป และความเหมาะสมของการใช้เครื่องมือหน้าถัดไป เครื่องมือหน้าก่อนหน้าและเครื่องมือไปปกหน้าอยู่ในระดับมากที่สุด

1.2.2.2 เครื่องมือเกี่ยวกับการเข้าถึงข้อมูล มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีลำดับค่าเฉลี่ยคือ ความเหมาะสมของเครื่องมือเข้าถึงข้อมูลโดยเครื่องมือไปหน้าที่ต้องการ การเข้าถึงข้อมูลรูปภาพด้วยเครื่องมือแสดง การเข้าถึงข้อมูลวิทัศน์ และความเหมาะสมของการเข้าถึงข้อมูลหน้าที่ต้องการ

1.2.3 ผลการประเมินด้านความเหมาะสมของการใช้เครื่องมืออื่นๆ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีความเหมาะสมของเครื่องมือในการช่วยค้นหาอยู่ในระดับมากที่สุด

2. ผลการประเมินความเหมาะสมหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือดด้านเทคโนโลยีการศึกษา โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน มีค่าคะแนนเฉลี่ย 4.31 อยู่ในระดับมาก และผลการประเมินด้านเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ 3 ท่าน มีค่าคะแนนเฉลี่ย 4.61 อยู่ในระดับ มากที่สุด

3. ผลการพัฒนาประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด มีค่าคะแนนประสิทธิภาพ 85.83/81.18 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

4. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังของผู้เรียนที่เรียนผ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียน พบว่า ค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมีค่าสูงกว่า ค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

5. ผลการศึกษาความพึงพอใจในการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด พบว่าความพึงพอใจในการเรียนของผู้เรียนมีค่าคะแนนเฉลี่ย 4.55 ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก

อภิปรายผล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบพัฒนารูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นนั้น สามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้

ตอนที่ 1 พัฒนารูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ผู้วิจัยได้ศึกษา ค้นคว้า วิเคราะห์เอกสาร ทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับหลักการผลิตหนังสือเรียนแบบปกติ หลักการผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ หลักการออกแบบเครื่องมือสนับสนุนที่เกี่ยวข้องกับการอ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ และหลักการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยทำการอภิปรายผลตามองค์ประกอบของรูปแบบทั้ง 2 ด้าน ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 ด้านโครงสร้างของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่สอดคล้องกับการรูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ แบบ 5E มีความเหมาะสมทั้งนี้อาจเนื่องจาก ผู้วิจัยทำการแบ่งโครงสร้างของหนังสือตามหลักการออกแบบหนังสือเรียนทั้งในรูปแบบปกติ (นารีรัตน์ อยู่กิจชัย. 2520: 37 – 39) และรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีความเป็นมัลติมีเดีย บาร์คเกอร์ (Barker. 1992: 140 – 141) รวมทั้งมีการปรับรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาของหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ให้เหมาะสมกับความเป็นสื่ออิเล็กทรอนิกส์ และจัดลำดับการนำเสนอให้สอดคล้องกับหลักการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E (Louck – Horsley; et al. 1990) รูปแบบการนำเสนอดังกล่าวสนับสนุนให้เกิดแนวทางการพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

องค์ประกอบที่ 2 ด้านเครื่องมือสนับสนุนและควบคุมการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ผลการประเมินองค์ประกอบด้านเครื่องมือสนับสนุนและควบคุมการใช้หนังสือมีความเหมาะสม เนื่องจากมีการวิเคราะห์รูปแบบของเครื่องมือที่ใช้ในการอ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ช่วยอำนวยความสะดวกกับผู้เรียนมากที่สุด เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-Directed Learning) ที่ผู้เรียนเป็นผู้รับผิดชอบ วางแผน ควบคุมการเรียนด้วยตนเอง อีกทั้งเครื่องมือสนับสนุน และควบคุมการใช้หนังสือเป็นส่วนที่สนับสนุนการจัดการเรียนการสอนรายบุคคล (เสาวณีย์ ลิกขาบัณฑิต. 2528: 10 – 12)

เพราะการจัดเครื่องมือสนับสนุนต่างๆ เพื่อควบคุมการเรียนของผู้เรียนทำให้สามารถเรียนได้ตามความแตกต่างของแต่ละบุคคล

เครื่องมือสนับสนุนและควบคุมการใช้หนังสือที่น่าสนใจ ได้แก่ เครื่องมือในการช่วยค้นหา (search engine) เพราะสามารถทำให้ผู้เรียนมีความสะดวกในการหาความรู้เพิ่มเติม ซึ่งเป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ

ผลการพัฒนารูปแบบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ มาลาม่า วิลสัน และ แลนโดนี (Malama; Wilson; & Landoni. 2005: Online) กลุ่มนักการศึกษาของประเทศสกอตแลนด์ ทำการศึกษาถึงความต้องการในการอ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ พบว่า สิ่งในกลุ่มตัวอย่างเสนอแนะว่า ควรจะคำนึงในการออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ องค์ประกอบด้านสารบัญที่มีลักษณะการเชื่อมโยงและโครงสร้างทางกายภาพคล้ายกับหนังสือปกติ รูปแบบของตัวอักษรที่อ่านง่ายเครื่องมือในการช่วยค้นหา (Searching Tool) ตัวนำทาง (Navigator) และความสามารถในการเน้นข้อความสำคัญ เพราะจะทำให้การอ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ง่ายขึ้น

ตอนที่ 2 การพัฒนาประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด

ผลการพัฒนาประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เนื่องจากผู้วิจัยได้ดำเนินการตามการวิจัยและพัฒนา (Borg. 1981: 222 – 223) อย่างเป็นระบบ อีกทั้งมีการนำหลักการออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ของ วิลสัน และ แลนโดนี (Wilson; & Landoni. 2002: Online) มาใช้ในการออกแบบทำให้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีความน่าสนใจมากขึ้นตลอดจนการใช้สถานการณ์จำลองในลักษณะ แอนิเมชัน (animation) เพื่อให้ผู้เรียนสังเกตผลที่เกิดขึ้นจากเงื่อนไขที่ผู้เรียนเลือก เป็นสื่อสื่อสารที่เหมาะสมกับวัยของผู้เรียนที่คิดเป็นนามธรรม ตามทฤษฎีการพัฒนาการทางสติปัญญา (รัญจวน คำชिरพิทักษ์. 2538: 22) จึงเป็นการส่งเสริมพัฒนาการทางสติปัญญาให้กับผู้เรียน

ผลการพัฒนาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพ 85.83/81.18 ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่าง สอดคล้องกับงานวิจัยของ เพ็ญนภา พัชรชนม์ (2544) ที่ทำการสร้างและพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง กราฟฟิกเบื้องต้น โดยการใช้โปรแกรม Adobe Acrobat ทำการทดลองกับนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ผลการวิจัยพบว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้น นำมาใช้ในการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีค่าร้อยละเฉลี่ยเท่ากับ 90.92/96.67

ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และหลังของผู้เรียนที่เรียนจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นเรื่องระบบหมุนเวียนเลือด

ผลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นเรื่องระบบหมุนเวียนเลือด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจาก ผู้เรียนไม่เคยเรียนเนื้อหานี้มาก่อน อีกทั้งหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้นมีการนำเสนอเนื้อหาที่สอดคล้องกับรูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์ มีกิจกรรมสถานการณ์จำลองให้ผู้เรียนได้สังเกตผลที่เกิดขึ้นในกิจกรรม ตามเงื่อนไขที่ได้ออกแบบไว้ สามารถกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนได้ดี มีกล่องคำถามที่คอยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนเป็นระยะเพื่อให้ผู้เรียนมีความสนใจในการอ่านเพื่อหาคำตอบ มีส่วนที่สามารถสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ ผู้เรียนสามารถการเลือกเรียนเนื้อหาได้เองตามความสามารถ อีกทั้งสามารถสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ รูปแบบการประเมินผลในลักษณะการสรุปกิจกรรม ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกการวิเคราะห์ ทักษะการเขียนและการสรุปจากสถานการณ์ที่พบ นอกจากนี้การทำแบบทดสอบระหว่างเรียนที่ผู้เรียนทราบคะแนนทันที ทำให้ผู้เรียนเกิดการแข่งขันกันในชั้นเรียนกับเพื่อนๆ เพื่อแข่งกันใบต่อไป สอดคล้องกับงานวิจัยของสิทธิพร บุญญานุวัตร (2540: 23 – 27) ได้ทำงานวิจัยเกี่ยวกับการนำเอาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มาใช้ในการฝึกอบรมเรื่อง การใช้โปรแกรม ออโต้แคด (AutoCAD R13c4) ในการสร้างภาพ 2 มิติ พบว่า การใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในการอบรม จะช่วยให้ผู้เรียนมีการพัฒนา การเรียนรู้และเข้าใจในเนื้อหาวิชานั้นๆ มากขึ้น และขอเสนอแนะว่า ควรมีการนำเอาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ไปใช้ในการเรียนการสอนด้วย

อย่างไรก็ดีจากการทดลองมีผู้เรียนบางส่วนที่ยังไม่สนใจในการเรียนจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เนื่องจากสนใจทำกิจกรรมสถานการณ์จำลอง หรือการดูสื่อวีดิทัศน์มากกว่า จึงอาจส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน

ตอนที่ 4 การศึกษาความพึงพอใจในการเรียนของผู้เรียนที่เรียนจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด

ผลการประเมินความพึงพอใจในการเรียนของนักเรียนที่เรียนผ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีระดับคะแนน 4.55 อยู่ในระดับดี ซึ่งอาจเนื่องจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีความเป็นมัลติมีเดียและมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนสอดคล้องกับไซมอน (Simon. 2002: Online) ได้ทำการทดลองศึกษาการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์กับนักศึกษาในวิชาชีววิทยาแทนการใช้หนังสือเรียนแบบเรียน พบว่าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ใช้งานง่ายและมีประสิทธิภาพ มีข้อได้เปรียบกว่าการใช้หนังสือแบบเรียนเดิม ในความเป็นมัลติมีเดีย ระดับความพึงพอใจที่ได้จากผลการศึกษาในครั้งนี้แสดงว่า นักศึกษาที่ใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีความกระตือรือร้นที่จะรับเทคโนโลยีใหม่ในอัตราส่วนที่มากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

จากการพัฒนารูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ควรพิจารณาความพร้อมเกี่ยวกับอุปกรณ์และโปรแกรมที่สนับสนุนการใช้ การเชื่อมต่อระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ความเหมาะสมของสถานที่ ตลอดจนทักษะในการใช้คอมพิวเตอร์ของผู้เรียน

1.2 ในการให้ผู้เรียนเรียนจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ควรมีการชี้แจงวิธีการเรียนให้ชัดเจน โดยเฉพาะการสรุปจากกิจกรรมสถานการณ์จำลองที่ต้องมีการใส่ที่อยู่ของไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail address) ของผู้สอน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 แนวทางการพัฒนารูปแบบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในองค์ประกอบด้านโครงสร้างของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่สอดคล้องกับการสอนกลุ่มสาระอื่นๆ โดยทำการวิเคราะห์สังเคราะห์เครื่องมือเทคนิคและรูปแบบการนำเสนอของเนื้อหาที่สามารถออกแบบได้ในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ปรับให้สอดคล้องกับหลักการสอนในกลุ่มสาระอื่นๆ

2.2 แนวทางการพัฒนารูปแบบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในองค์ประกอบด้านเครื่องมือสนับสนุนและควบคุมการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์โดยศึกษาหรือวิเคราะห์การใช้เครื่องมือเพิ่มเติมได้แก่

2.2.1 การศึกษา พัฒนาและออกแบบรูปแบบมุมมองแบบอื่นของหนังสือ เพื่อเพิ่มความเสมือนจริงและน่าสนใจ เช่นการออกแบบรูปแบบมุมมองในลักษณะสามมิติ

2.2.2 การศึกษา พัฒนาและออกแบบระบบการจัดเก็บและรายงานผลการสรุปการทำกิจกรรมการเรียนรู้ การประเมินผลการเรียนของผู้เรียนที่เรียนจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์กับผู้สอนโดยรูปแบบอื่นๆ

2.2.3 การศึกษา พัฒนาและออกแบบรูปแบบเครื่องมือในกลุ่มการเข้าถึงข้อมูลภายในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในรูปแบบอื่นๆ เช่น การค้นหาคำหลัก (key word) เครื่องมือการค้นหน้า (book mark) การค้นหา (find) เพื่อสะดวกในการเข้าถึงข้อมูลในหนังสือ

2.2.4 การศึกษา พัฒนาและออกแบบรูปแบบเครื่องมือในกลุ่มช่วยบันทึกและอ่านที่เหมาะสมกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียน เช่น เครื่องมือการเน้นข้อความ (highlight) เครื่องมือเพิ่มข้อความ (add note)

2.3 การศึกษาพฤติกรรมการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในการเรียนของผู้เรียน ได้แก่ ปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในการเรียน หรือความสามารถในการอ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในการเรียนในการเรียนของผู้เรียนแต่ละช่วงวัย

2.4 ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในรายวิชาอื่นๆ กับการเรียนการสอนปกติ (traditional teaching)

2.5 การศึกษาและพัฒนาโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนที่มีเครื่องมือที่สนับสนุนในการสร้างสื่อประสมที่ครบถ้วน และสามารถใช้งานได้ง่าย เพื่อที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเป็นผู้ที่สร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ได้ด้วยตนเองด้วย

2.6 การศึกษาพัฒนารูปแบบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่เหมาะสมกับเครื่องมือในการอ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในปัจจุบัน เนื่องจากพัฒนาการของเทคโนโลยี ทำให้รูปแบบของคอมพิวเตอร์เปลี่ยนไป เช่น อุปกรณ์ประเภทแท็บเล็ตคอมพิวเตอร์ (tablet computer) และสมาร์ทโฟน (smart phone) ซึ่งลักษณะและรูปแบบการใช้งานจะเปลี่ยนไปจากคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ดังนั้นจึงควรมีศึกษารูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนในอุปกรณ์ดังกล่าว





บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2534). เอกสารเพื่อการพัฒนาหนังสือ อันดับ 1 การพัฒนาสื่อการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ: การศาสนา กรมการศาสนา.
- . (2544). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา.
- . (2545ก, กุมภาพันธ์). การส่งเสริมการเรียนรู้แบบพหุปัญญา. *ข่าววิชาการสอน*. 1(8): 6.
- . (2545ข). *คู่มือพัฒนาสื่อการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กรรณิการ์ พิมพ์รส. (2546). การศึกษาสภาพและปัญหาการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของครูในโรงเรียนมัธยมศึกษาที่เข้าร่วมโครงการเครือข่ายคอมพิวเตอร์เพื่อโรงเรียนไทย สังกัดกรมสามัญศึกษา เขต 10. ปรินญาณิพนธ์ ค.ม. (มัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2542). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542*. กรุงเทพฯ: สำนักนโยบายและแผนการศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม.
- . (2549). รายงานการติดตามและประเมินความก้าวหน้าการปฏิรูปการศึกษาด้านการเรียนรู้เมื่อสิ้นสุดปีงบประมาณ 2548. กรุงเทพฯ: สำนักประเมินผลการจัดการศึกษาสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.
- . (2551). *แผนแม่บทเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ พ.ศ. 2550 – 2554*. สืบค้นเมื่อ 27 กุมภาพันธ์ 2551, จาก http://www.moe.go.th/new_site/home.
- กฤษมันต์ วัฒนานรงค์. (2536). *เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา*. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2544). *e-learning : ยุทธศาสตร์การเรียนรู้ในอนาคต ThaiCAI : e-learning*. สืบค้นเมื่อ 26 กุมภาพันธ์ 2550, จาก <http://www.thaicai.com/articles/e-learning.html>.
- ครรรชิต มัลลียงศ์. (2534, พฤษภาคม). เทคโนโลยีใหม่ในงานการศึกษา. *วารสารสุขุทัยธรรมมาธิราช*. (4): 13 – 16.
- จินตนา ไบกาชุกี. (2534). *การจัดทำหนังสือสำหรับเด็ก*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- จิระพันธ์ เดมะ. (2545, มกราคม – เมษายน). หนังสืออิเล็กทรอนิกส์. *วารสารวิทยบริการ*. 13(1): 2 – 3.
- ช่วงโชติ พันธุเวช. (2535). *การออกแบบและการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2531, กันยายน – ธันวาคม). การพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา ระดับอุดมศึกษา. *วารสารสุขุทัยธรรมมาธิราช*. (1): 36 – 40.

- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2534, พฤษภาคม – สิงหาคม). ขอบข่ายและบทบาทเทคโนโลยีการศึกษา. *วารสารสุโขทัยธรรมมาธิราช*. (4): 2 – 9.
- ชูศักดิ์ เพรสคอตท์. (2534, พฤษภาคม – สิงหาคม). วิวัฒนาการของคอมพิวเตอร์และการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาในประเทศไทย. *วารสารสุโขทัยธรรมมาธิราช*. (4): 17 – 25.
- ถนอมพร เลาหจรัสแสง. (2541). *คอมพิวเตอร์ช่วยสอน*. กรุงเทพฯ: วงกลมโปรดักชั่น.
- ทิพย์มณฑา สดชื่น. (2544). *การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การถ่ายภาพเบื้องต้น*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีทางการศึกษา). สงขลา: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. ถ่ายเอกสาร.
- ทศนา แคมณี. (2545). *รูปแบบการเรียนการสอน : ทางเลือกที่หลากหลาย*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- . (2548). *ศาสตร์การสอนองค์ความรู้เพื่อการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ด่านสุทธาการพิมพ์.
- ธวัช ปุณโณทก. (2526). *การวิเคราะห์แบบเรียนไทยตอนที่ 2 เรื่องรูปแบบและเนื้อหาวรรณกรรมแบบเรียนไทย*. กรุงเทพฯ: คุณพินอักษร.
- ธีระชัย ปุณโณทก. (2535). *การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความยาว พื้นที่และปริมาตร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. พิษณุโลก: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยนเรศวร. ถ่ายเอกสาร.
- นฤมล ศิริวงษ์. (2548). *การพัฒนาแบบบบทเรียนออนไลน์วิชาการเขียนหนังสือเพื่อการพิมพ์ในระดับอุดมศึกษา*. วิทยานิพนธ์ กศ.ด. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นwor แจ่มขำ. (2547). *การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบโปรแกรม เรื่องเทคโนโลยีสารสนเทศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- นารีรัตน์ อยู่กิจชัย. (2520). *การวิเคราะห์หนังสืออ่านเพิ่มเติมหมวดวิชาสังคมศึกษา ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย*. วิทยานิพนธ์ กศ.ด. (การอุดมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นิภาวรรณ รัตนานนท์. (2542). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียในการสอนเรื่องการประเมินสภาพทารกแรกคลอดสำหรับนักศึกษา*. วิทยานิพนธ์ กศ.ด. (การอุดมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นุชนาฏ จูติโกคา. (2528). *ความคิดเห็นของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา ในกรุงเทพมหานคร*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- บันลือ พุกกะวัน. (2524). *วรรณกรรมกับเด็ก*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิชย์.

- บุปผชาติ ทัพพิกรณ์. (2540, มิถุนายน). เครือข่ายใยแมงมุมในโลกทางการศึกษา. *INTERNET MAGAZINE*. (2): 83 – 88.
- ประจวบจิตร คำจัตรัส. (2536). *ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธีทางวิทยาศาสตร์*. นนทบุรี: บัณฑิตศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ปาริชาติ แก่นสำโรง. (2541). ผลของการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่อง หุ้ญง และ ชาย โดยใช้คอมพิวเตอร์ ช่วยสอนกับการสอนตามคู่มือครู ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อการเรียนการสอน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พงษ์ระพี เตชพาพงษ์. (2539). *บนเส้นทางอินเทอร์เน็ต*. กรุงเทพฯ: เอชเอ็นกรุ๊ป.
- . (2540). *INTERNET VISUAL GUIDE โดยใช้ EXPLORER 3*. กรุงเทพฯ: อู่กาการพิมพ์.
- พณณา แสงกระจ่าง. (2544). *การพัฒนากระบวนการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์เพื่อการเรียนการสอน*. สารนิพนธ์ วท.ม. (เทคโนโลยีสารสนเทศ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- พฤทธิ ศรีบรรณพิทักษ์. (2531, เมษายน – พฤษภาคม). การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา. *รวมบทความที่เกี่ยวกับการวิจัยทางการศึกษา เล่ม 2*. 11(4): 21 – 25.
- พวงเพ็ญ อินทรประวัตติ. (2532). *รูปแบบการสอน*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2455). *พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์; และคนอื่นๆ. (2555). *วิทยาศาสตร์: หนังสือเรียน*. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- พีระ รัตน์วิจิตร; และคนอื่นๆ. (2544). *การประยุกต์ทฤษฎีพหุปัญญาสู่การปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: ธรรมสาร.
- เพ็ญญา พัทธชนม์. (2544). *การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง กราฟิกเบื้องต้น*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ไพจิตร สดวกการ. (2539). *ผลการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น*. วิทยานิพนธ์ปริญญา ค.ด. (หลักสูตรและการสอน). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ไพฑูรย์ ศรีฟ้า. (2550). *E book*. สืบค้นเมื่อ 26 กุมภาพันธ์ 2550, จาก <http://www.drpaition.com/>.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2540). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ยีน ภู่วรรณ. (2538, ธันวาคม 2537 – มกราคม). การประยุกต์เทคโนโลยีทางการศึกษา. *วารสารการศึกษาแห่งชาติ*. 26 – 30.
- ยุพา วรยศ; และคนอื่นๆ. (2553). *วิทยาศาสตร์ ม. 2 เล่ม 1*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.
- รวิวรรณ ขำพล. (2550, มกราคม – เมษายน). หนังสืออิเล็กทรอนิกส์: บอกเล่าประสบการณ์ในการสืบค้น. *วิทยบริการ*. 18(1): 18 – 19.

- รัฐจวน คำวชิรพิทักษ์. (2538). *จิตวิทยาการสื่อสารในชั้นเรียน*. นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมิกราช.
- รัฐจวน อินทรกำแหง. (2520). *แบบเรียนวิธีการใช้ห้องสมุด พส.011*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์วัฒนาพานิชย์.
- เรวัต อ้าทอง. (2540). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง สื่อวัสดุกราฟิก เพื่อใช้ประกอบการสอนวิชาเทคโนโลยีการศึกษาเบื้องต้น*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. (2538). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ชมรมเด็ก.
- ละเอียด รัชเฝ้า. (2538). *รูปแบบการสอนเป็นกลุ่มที่ให้ผลการเรียนใกล้เคียงกับผลการสอนแบบครูหนึ่งคนต่อนักเรียนหนึ่งคน*. วิทยานิพนธ์ กศ.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ลัดดาวลัย เพชรโรจน์. (2539, กันยายน – ธันวาคม). *การพัฒนาอุดมศึกษาไทยสองทศวรรษหน้า*. *วารสารสุโขทัยธรรมิกราช*. 106 – 125.
- วชิราพร อัจฉริยโกศล. (2537). *การออกแบบการสอนรายบุคคล*. ใน *เอกสารประกอบคำสอนประมวลสาระชุดวิชา*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมิกราช.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ; และ พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์. (2532). *กิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครู*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพทางวิชาการ.
- วารินทร์ รัตมีพรหม. (2531). *คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน: สื่อการสอนเทคโนโลยีทางการศึกษาและการสอนร่วมสมัย*. กรุงเทพฯ: ชวนพิมพ์.
- . (2541). *การออกแบบและพัฒนาระบบการสอน*. ใน *เอกสารคำสอน*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วิชาญ เลิศลพ. (2543). *การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้โดยวิธีจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้รูปแบบวัฏจักร และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับสสวท*. วิทยานิพนธ์ กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วีระ ไทยพานิช. (2536). *บทบาทและปัญหาของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน*. *รวบรวมบทความทางเทคโนโลยีการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา กรมการศึกษานอกโรงเรียน.
- วีระชาติ สวนไพรินทร์. (2531). *การสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศรันย์ ไมตรีเวช. (2540, เมษายน). *พัฒนาการขั้นต่อไปของ HTML*. *ไมโครคอมพิวเตอร์*. (141): 272 – 276.

- ศรีลักษณ์ ผลวัฒน์; รัตนาภรณ์ อธิธิไพสิฐพันธ์; และ สุภาภรณ์ หรินทรนิตย์. (2553). วิทยาศาสตร์ ม. 2 เล่ม 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์นิยมวิทยา.
- สงัด อุทรานันท์. (2532). เทคนิคการจัดการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ. กรุงเทพฯ: ภาควิชาบริหารการศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2545). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- . (2546ก). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: องค์การค้ำของคุรุสภา.
- . (2546ข). การวัดประเมินผลวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: องค์การค้ำของคุรุสภา.
- . (2553). วิทยาศาสตร์ 4: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.
- สนธิดา เกียรติวงศ์. (2543). การสอนในยุคไซเบอร์ เชื่อมโยงอินเทอร์เน็ตกับทฤษฎีทางสมอง. กรุงเทพฯ: เพียร์สัน เอ็ดดูเคชั่น อินโดไชน่า.
- สมคิด อิศระวัฒน์. (2538). รายงานการวิจัยเรื่องลักษณะการเรียนรู้ด้วยตนเองของคนไทย. นครปฐม: ภาควิชาศึกษาศาสตร์ คณะสังคมและมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- . (2541ก, กรกฎาคม – ตุลาคม). การเรียนรู้ด้วยตนเอง: กลวิธีสู่การศึกษาเพื่อความสมดุล. วารสารครุศาสตร์. 27(1): 33 – 40.
- . (2541ข). รายงานการวิจัยเรื่องลักษณะการอบรมเลี้ยงดูของคนไทยในชนบท ซึ่งมีผลต่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง. กรุงเทพฯ: ภาควิชาศึกษาศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ และมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- สมจิต สวชนไพบูลย์. (2535). ประมวลการพัฒนาการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมพงษ์ สิงหะพล. (2530). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบภาคสนาม สำหรับวิชาหลักการสอน. วิทยานิพนธ์ ค.ด. (หลักสูตรและการสอน). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมพร สุขะ. (2545). การพัฒนารูปแบบของเว็บเพจเพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต. วิทยานิพนธ์ กศ.ด. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สนิตย์ กายาผาด. (2539). รูปแบบของไฮเปอร์เทกซ์ ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ กศ.ด. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สำนักคอมพิวเตอร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (2543). e-book. สืบค้นเมื่อ 19 กุมภาพันธ์ 2550, จาก http://www.ku.ac.th/magazine_online/ebook.html/
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2542). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. ถ่ายเอกสาร.

- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2544). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ. กรุงเทพฯ: สำนักนายกรัฐมนตรี.
- สำนักงานปฏิรูปการศึกษา. (2542). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542. กรุงเทพฯ: ศูนย์สภาลาดพร้าว.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2549). รายงานสภาวะการศึกษาไทยปี 2547 /2548 รากเหง้าของปัญหาและแนวทางการแก้ไข. กรุงเทพฯ: กลุ่มพัฒนาเครือข่าย สารสนเทศสำนักวิจัยและพัฒนาการศึกษา.
- . (2550ก). สภาวะการศึกษาไทย ปี 2549/2550 การแก้ปัญหาและการปฏิรูปการศึกษาอย่างเป็นระบบและองค์รวม. กรุงเทพฯ: กลุ่มพัฒนาเครือข่ายสารสนเทศ สำนักวิจัยและพัฒนาการศึกษา.
- . (2550ข). รายงานการสังเคราะห์สภาวะการณ์และปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพการศึกษาไทย. กรุงเทพฯ: ศูนย์วิเคราะห์สภาพและแนวโน้มการศึกษา สำนักวิจัยและพัฒนาการศึกษา. สำนักเทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2541). E book คืออะไร. สืบค้นเมื่อ 26 กุมภาพันธ์ 2550, จาก <http://203.146.15.111/>.
- สิทธิพร บุญญานุกัต. (2540, ตุลาคม – ธันวาคม). สื่ออิเล็กทรอนิกส์ในการสอนและการฝึกอบรม. วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษา. (9): 23 – 27.
- สิริสุมาลย์ ชนะมา. (2548). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาสังคมศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ปรินญานิพนธ์ กศ.ต. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุชาติา โชคเหมาะ. (2539, สิงหาคม – ตุลาคม). Electronic Books : รูปแบบและการใช้. ข่าวสารสำนักหอสมุดกลาง. 1 – 11.
- สุทธิพงษ์ หกสุวรรณ. (2538, มกราคม – เมษายน). คอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน. เทคโนโลยีการศึกษา. (2): 27.
- สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์. (2542). เอกสารการฝึกอบรม ทักษะ เทคนิค กระบวนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ภาคหลักสูตรและการสอนคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- สุพร สุนทรนนท์. (2537). ผลการจัดขนาด ระยะบรรทัด และขนาดคอลัมน์ ที่มีต่อประสิทธิภาพในการอ่านของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2541). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวัตต์ นียมคำ. (2531). ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่ม 1 – 2. กรุงเทพฯ: เจเนอรัลบุคเซนเตอร์.
- เสาวณีย์ ลิกขาบัณฑิต. (2528). เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

- เสาวณีย์ ลิกขาบัณฑิต. (2536). การเรียนการสอนรายบุคคลแก้ปัญหาการศึกษาอย่างไร.
รวบรวมบทความเทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา
กรมการศึกษานอกโรงเรียน.
- เสาวณีย์ กำน้าผึ้ง. (2546). การพัฒนาโปรแกรมการเขียนหนังสืออิเล็กทรอนิกส์. สารนิพนธ์ วท.ม.
(เทคโนโลยีสารสนเทศ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ. ถ่ายเอกสาร.
- หทัย ดันหยง. (2528). การเขียนหนังสือเรียน. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- เอนก ประดิษฐ์พงษ์. (2545). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
เรื่องชีวิตและวิวัฒนาการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.
(วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เอี่ยม ฉายางาม. (2534, มกราคม – มีนาคม). การพัฒนาประเทศในภูมิภาคเอเชียด้วยระบบการศึกษา
ทางไกล. ราชบัณฑิตยสถาน. 13 – 23.
- Alessi, Stephen M.; & Trollip, Stanley R. (1991). *Computer - Based Instruction: Methods and
Development*. 2nd ed. New Jersey: Prentice – Hall.
- Amazon.com. (2007). eDocs. Retrieved February 17, 2007, from [http://www.amazon.com/
exec/obidos/tg/browse/-/11074951/](http://www.amazon.com/exec/obidos/tg/browse/-/11074951/)
- American Association for the Advancement of Science. (1970). *Science a Process Approach
Commentary for Teacher*. Washington D.C.: AAAS.
- Armstrong, Thomas. (2000). *Multiple Intelligence*. Retrieved February 19, 2008, from
http://www.thomasarmstrong.com/multiple_intelligences.htm/
- Banathy, B. (1968). *Instructional Systems*. Palo Alto, California: Fearon Publishers.
- Barker, Phillip. (1992, July). Electronic Books and Libraries of the Future. *The Electronic*.
(10): 139 – 149.
- . (1996, Autumn). Electronic Books: A Review and Assessment of Current.
Educational Technology Review. (6): 14 – 18.
- Barker, Phillip; & Giller, Susan. (1991, November). Electronic Books for Early Learner.
The Education and Training Technology International. (28): 281 – 290.
- . (1992). *Electronic books : Aspects of Educational and Training Technology Series*.
(25): 179 – 184.
- Barker, Philip; & Manji, Karim. (1991, November). Designing Electronic Books. *Educational
and Training Technology International*. 273 – 280.
- Bond, Nigel W. (1994). *A Multimedia Course in Associative learning*. Retrieved February 18,
2007, from [http://www.eeexplore.ieee.org/Xplore/login.jsp?url=/iel3/4287/12341/
00570299.pdf?arnumber=570299](http://www.eeexplore.ieee.org/Xplore/login.jsp?url=/iel3/4287/12341/00570299.pdf?arnumber=570299).

- Borg, Walter R. (1981). *Applying Educational Research : A Practice Guide for Teachers*. New York: Longman.
- Borg, Walter R.; & Gall, Merigit. (1989). *Educational Research: An Introduction*. 5th ed. New York: Longman.
- Carin, A.; & Robert, B. S. (1975). *Teaching Modern Science*. 3rd ed. Columbus, Ohio: Charles, E. Merrill Publish.
- Cole, G.; & Chan, S. (1983). *Teaching : Principles and Practice*. Sydney: Prentice – Hall of Australia.
- Collins, Betty A. (1991, November). The Evaluation of Electronic Books. *Educational and Training Technology International*. 355 – 363.
- Crescenzi, Pilu; & Innocenti, Gaia. (2003). *A Tool to Develop Electronic Course Books Based on WWW Technologies, Resources and Usability Criteria*. Retrieved February 12, 2007, from <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=961511.961557/>
- Diana, I.P.F. De.; & Heiden, Vander G. (1994, June). Electronic Study Books and Learning Style. *Journal of Computer Assisted Learning*. 113 – 124.
- Diaz, Paloma. (2003). *Usability of Hypermedia Educational e-books*. Retrieved February 15, 2008, from <http://www.dlib.org/dlib/march03/diaz/03diaz.html/>
- Dick, W.; & Carey, L. (1989). *The Systematic Design of Instruction*. Illinois: Scott, Foreman.
- Dixon, W.B. (1995). *An Exploratory Study of Self-Directed Learning Readiness and Pedagogical Expectations about Learning among Adult Intimate Learners in Michigan*. Michigan: Michigan State University. Retrieved February 15, 2007. *Dissertation Abstracts International*. ACC. No. AA19976491.
- Doron, R.L. (1978, July). Measuring the Professor Science Objectives. *Science Education*. 62(10).
- Duke, D.L. (1990, March). Developing Teacher Evaluation Systems that Promote Professional Growth. *Journal of Personnel Evaluation in Education*. 4(2): 60 – 65.
- Format Comparisons*. (2003). Retrieved February 1, 2007, from <http://ebookmall.com/knowledge-collection/format-comparisons.htm/>
- Gagne, Robert M. (1977). *The Conditions of Learning and Theory of Instruction*. 3rd ed. New York: Holt – Rinehart and Winston.
- Gagné, Robert M.; & Briggs, Leslie J. (1974). *Principle of Instructional Design*. 3rd ed. New York: McGraw-Hill Book.

- Galwas, Bogdan A.; et al. (2001). Model of E Book for Distance-Learning Course. *Journal of Telecommunications and Information Technology*. Poland (2): 46 – 50.
- Gardner, Howard. (1983). *Frames of Mind : The Theory of Multiple Intelligences*. New York: McGraw-Hill Book.
- Glaser, R. (1965). Toward a Behavioral Science Base for Instructional Design. In Robert Glaser (Ed.). *Teaching Machines and Programmed Learning*. (2): 711 – 809.
- Greenberg, R.; et al. (1998). Teaching High School Science using Image Processing : A Case Study of Implementation of Computer Technology. *Journal of Research in Science Teaching*. 35(3): 134, 297 – 327.
- Guglielmino, L.M.; & Guglielmino, P.J. (1982). *Learning Style Assessment (Self – scoring Form)*. Boca Raton, Flo: Guglielmino and Associates.
- Helgeson, Stanly L. (1988). *Microcomputers in the Science Classroom*. Retrieved February 18, 2008, from http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/custom/portlets/recordDetails/detailmini.jsp?_nfpb=true&_ERICExtSearch_SearchValue_0=ED309050&ERICExtSearch_SearchType_0=no&accno=ED309050.
- Hiemstra, R.; & Brokgett, R. G. (1994). *New Ideas about Self-Directed Learning*. Oklahoma: Oklahoma Research Center for Continuing Professional and Higher Education of the University of Oklahoma.
- Joyce, B.; & Wiel, M. (1986). *Models of Teaching*. Englewood Cliffs. New Jersey: Prentice-Hall.
- Kemp, Jerrold E. (1985). *The Instructional Design Process*. New York: Harper & Row.
- Klausmeier, H.J.; & Ripple, R.E. (1971). *Learning and Human Abilities: Educational Psychology*. 3rd ed. New York: Harper & Row, Publishers.
- Klopfer, L. E. (1971). *Evaluation of Learning in Science in Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning*. Edited by Benjamin, S. Bloom. New York: McGraw – Hill Book.
- Knowles, M.S. (1975). *Self-directed Learning : A Guide for Learners and Teacher*. New York: Association Press.
- Kuslan, L.I.; & Stone, H.A. (1968). *Teaching Children Science Inquiry Approach*. California: Wedworth Publishing.
- Kyu Seung, K.; et al. (2002). *A Study of Content Conversion between eBook Standards*. Retrieved February 1, 2007, from <http://www.springerlink.com/content/vt2amxbrd1aw7>
- Lawshe, C.H. (1975). A Quantitative Approach to Content Validity. *Personal Psychology*. 28(1): 263 – 575.

- Loucks-Horsley; et al. (1990). *Elementary School Science for the '90s*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Malama, C.; Willson, R.; & Landoni, M. (2002). *The Problem of Defining Electronic Books*. Retrieved on March 18, 2007, from <http://www.ebooks.strath.ac.uk/eboni/index.html>.
- . (2005). *What Readers Want a Study of e-fiction Usability*. Retrieved February 18, 2007, from <http://www.dlib.org/dlib/may05/wilson/05wilson.html>.
- Malaysian Teachers. (2011). *Focus Smart*. Thailand: Pelangi Publishing.
- Matthews, M.R. (1914). *Science Teaching: the Role of History and Philosophy of Science*. New York: Routledge.
- McCormack, C; & Jones, D. (1998). *Building a Web-Based Education System*. Canada: Wiley Computer Publishing.
- McManus, Thomus Fox. (2000). *Delivering Instruction on the World Wide Web*. Retrieved February 18, 2007, from <http://www.cwcf.cc.utexas.edu/~mcmanus/wbi.html/>
- Morris, Anne. (2004). *E-Book-Issue and Effect on Inter-library Loans*. Universal Availability of Publications core Activity 7th Interblending and Document Supply International Conference. Southborough.
- Morse, Ronald H. (1991). *Computer Uses in Secondary Science Education*. Retrieved February 18, 2008, from <http://www.docs.ksu.edu.sa/DOC/Articles20/Article200739.doc>.
- Nelson, Miles A.; & Engene, C. Abraham. (1973, April). Inquiry Skill Measure. *Journal of Research in Science Teaching*. 10: 291.
- Ng. W.; & Gunstone, R. (2001). *Science and Computer-Based Technologies in Victorian Schools: Where Are We at Now?*. Clayton: Department of Education, Monash University.
- Ngo, C.C.; & Gramall, K. (2004). *A Web – Based Electronic Book for Fluid Mechanics*. Retrieved February 25, 2008, from <http://www.eml.ou.edu/paper/ASEE/2004%20ASEE%20>.
- Norshuhada, S.; & Landoni, M. (2004). *Conceptual Model of Children's Electronic Textbook*. Retrieved February 18, 2007, from <http://www.springerlink.com/content/bfh0kh8vh4mn25hb/>.
- . (2001). *Multiple Intelligence Based E-Books*. Retrieved February 18, 2007, from <http://www.ics.heacademy.ac.uk/Events/conf2001/papers/Shiratuddin%20>.
- Norshuhada, S.; et al. (2003). *e-Book Technology and Its Potential Application in Distance Education*. Retrieved February 16, 2007, from <http://www.jodi.tamu.edu/Articles/v03/f04/Shiratuddin/>.
- Pastore, Michael. (2008). *30 Benefits of E Books*. Retrieved March 19, 2008, from <http://epublishersweekly.blogspot.com/2008/02/30-benefits-of-ebooks.html>.
- Renner, J. W.; & Stafford, D. G. (1972). *Teaching Science in the Secondary School*. New York: Harper & Row.

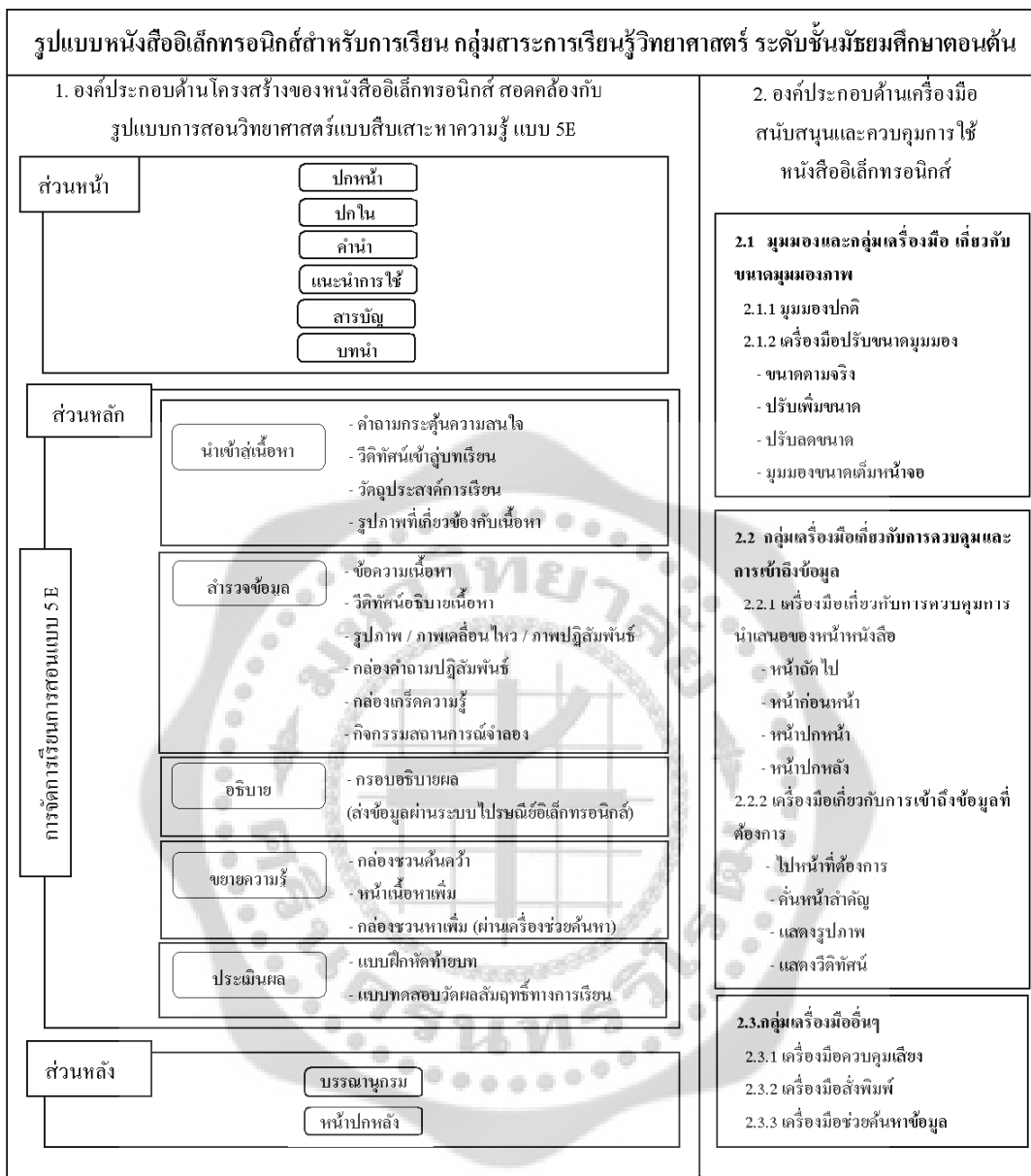
- Roffey, Carol. (1995). *Teacher-friendly Technology. Electronic Books Fad or Future*. Retrieved February 15, 2007, from http://www.eric.ed.gov/ERIC/WebPortal/custom/portlets/recordDetails/detailmini.jsp?_nfpb=true&_ERICExtSearch_SearchValue_0=EJ504254&ERICExtSearch_SearchType_0=eric_accno&accno=EJ504254.
- Roger C, Parker. (2004). *The 10 Commandments of Guerrilla Marketing Design*. Retrieved February 15, 2007, from <http://www.onepagenewsletters.com/PDF/10Commandments.pdf>
- . (2003). *The 14 biggest E-Book Design Mistakes*. Retrieved February 15, 2007, from http://www.onepagenewsletters.com/PDF/14BiggestE-BookDesign_Mistakes.pdf.
- Romey, William D. (1968). *Inquiry Techniques for Teaching Science*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Sasson, Remez. (2003). *The Benefits and Advantages of E Books*. Retrieved on March 15, 2007, from http://www.successconsciousness.com/ebooks_benefits.htm/
- Shores, Louis. (1960). *Instructional Material : An Introduction for Teacher*. New York: The Ronald Press.
- Shweta, Sharma; Neha, Sharma; & Modhuri, Goyal. (2011). *Start Up Science 7*. New Delhi: Rave Scan.
- Simon, EJ. (2002, March). An Experiment Using Electronic Books in the Classroom. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*. Retrieved February 15, 2008, from http://www.findarticles.com/p/articles/mi_hb1420/is_200203/ai_n5784295.
- Skager, Rodney W. (1978). *Lifelong Education and Practice*. Hum burg: UNESCO Institute for Education.
- State of Washington. (2007). *eLearning Network (ELN) Help*. Retrieved February 17, 2007, from <https://www.fortress.wa.gov/dop/elearn/help/general-glossary.aspx>.
- Sund, Robert B.; & Lelie, W. Trobridge. (1967). *Teaching Science by Inquiry in Secondary School*. Ohio: Charles, E. Merrill.
- The American Heritage Dictionaries. (2007). *e-Book*. Retrieved February 15, 2007, from <http://www.answers.com/topic/ebook?cat=technology>.
- Thornburg, D. (1998). *Multimedia Encourages New Learning Styles*. Retrieved February 19, 2008, from <http://www.newhorizons.org/strategies/technology/thornburg.htm/>
- Tyler, Ralph W. (1970). *Basic Principles of Curriculum and Instruction*. Chicago: University of Chicago.
- Wilson, R. (2001a). *Evolution of Portable Electronic Books*. Retrieved February 21, 2007, from <http://www.ariadne.ac.uk/issue29/wilson/>

- Wilson, R. (2001b). *E-Books for Students: EBON*. Retrieved February 21, 2007, from <http://www.ariadne.ac.uk/issue27/e-books/>
- . (2001c). *EBONI: Electronic Books ON-screen Interface*. Retrieved February 21, 2007, from <http://www.dlib.org/dlib/march01/03inbrief.html#WILSON>.
- . (2001d). *Designing a Readable E-Book*. Retrieved February 21, 2007, from <http://www.la-hq.org.uk/directory/record/r200101/article2.html>.
- . (2003). *The Look and Feel of an E Book: Considerations in Interface Design*. Retrieved February 21, 2007, from <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=508893&jmp=abstract&coll=GUIDE&dl=GUIDE&CFID=6547044&CFTOKEN=22762505>.
- Wilson, R; & Landoni, M. (2002). *Electronic Textbook Design Guidelines*. Retrieved February 21, 2007, from <http://www.ebooks.strath.ac.uk/eboni/guidelines/>
- Windschit, M. & Andre, T. (1998, February). Using Computer Simulations to Enhance Conceptual Change: The Roles of Constructivist Instruction and Student Epistemological Beliefs. *Journal of Research in Science Teaching*. 35(2): 145 – 160.
- Won-sung, S.; et al. (2003). *Standardization of E Book Documents in the Korean Industry*. Retrieved February 1, 2007, from <http://www.sciencedirect.com>.
- www.apittaidea.com. (2009). Retrieved February 20, 2009, from <http://www.apittaidea.com/ebookonline/e-book.html>.
- www.flashpageflip.com. (2009). Retrieved February 16, 2009, from <http://flashpageflip.com/demos/proasp/Main.asp?MagID=1&MagNo=1>.
- www.flippingbook.com . (2009). Retrieved February 11, 2009, from <http://flippingbook.com>.
- www.flipsnack.com. (2009). Retrieved February 22, 2009, from <http://www.flipsnack.com/en>.
- www.mypageflip.com. (2009). Retrieved February 11, 2009, from <http://www.mypageflip.com/demos/xml-basic/default.html>
- www.3dpageflip.com. (2009). Retrieved March 1, 2009, from <http://www.3dpageflip.com/>





ภาคผนวก ก
รูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น



ส่วนหลัง

บรรณานุกรม

หน้าปกหลัง

ผังรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนรู้
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

รูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

รูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับวิชาวิทยาศาสตร์ การวิจัยในครั้งนี้ทำการวิเคราะห์ สังเคราะห์ คุณลักษณะของหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยม เครื่องมือในการควบคุมและสนับสนุนการใช้งานหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เพื่อใช้ในการพัฒนารูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับ

มัธยมศึกษาตอนต้น โดยมีองค์ประกอบ ดังนี้

1. องค์ประกอบด้านโครงสร้างของหนังสือเรียนที่สอดคล้องกับการรูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ แบบ 5 Es มีรายละเอียดของแต่ละส่วน ดังนี้

1.1 ส่วนหน้า (front section) เป็นส่วนแรกของหนังสือ ประกอบด้วยหน้าต่างๆ ดังต่อไปนี้

1.1.1 ปกหน้า (Cover) เป็นการออกแบบที่สื่อถึงเนื้อหาภายในหนังสือได้ชัดเจน ระบุชื่อหนังสือ ระดับชั้น ชื่อผู้แต่ง หน่วยงานที่จัดทำ ควรมีภาพที่ใช้เหมาะสมกับเนื้อหา และมีการเคลื่อนไหวเล็กน้อยมากกว่าใช้ภาพนิ่งเพียงอย่างเดียวเพื่อเพิ่มความน่าสนใจ ทั้งนี้ควรพิจารณาถึงขนาดไฟล์ของภาพที่ใช้ด้วย เนื่องจากไฟล์ภาพที่มีขนาดใหญ่เกินความจำเป็นจะส่งผลให้ไฟล์หนังสือ มีขนาดใหญ่เกินไป

1.1.2 ปกใน (Title page) มีการออกแบบคล้ายกับปกหน้า แต่ควรเพิ่มรายละเอียดเพื่อความสมบูรณ์ประกอบด้วย ชื่อเรื่อง ระดับชั้นที่ใช้หนังสือในการเรียน ชื่อผู้แต่ง ครั้งที่พิมพ์ ปีที่จัดทำ และเจ้าของลิขสิทธิ์

1.1.3 คำนำ (Preface) เป็นการแจ้งให้ผู้อ่านทราบวัตถุประสงค์ ความเป็นมาของหนังสือประเด็นหลักของเนื้อหาสาระที่จะมีในเล่ม หรืออาจมีการขอบคุณผู้ที่ให้การช่วยเหลือในการเขียนหนังสือ

1.1.4 หน้าแนะนำการใช้ (User guide page) เป็นหน้าที่นำเสนอแนะนำให้ผู้อ่านทราบถึงส่วนประกอบต่างๆ ที่มีอยู่ในหนังสือ ตลอดจนการวิธีการเรียน และ การใช้เครื่องมือของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

1.1.5 สารบัญ (Table of content) มีการนำเสนอ รายชื่อของบท และเรื่อง เรียงตามลำดับ โดยระบุว่ารายชื่อบท หรือชื่อเรื่องนั้นอยู่ในหน้าใด ซึ่งลักษณะของข้อความที่ใช้เป็นสารบัญจะมีลักษณะเป็นข้อความหลายมิติ (Hypertext) เมื่อผู้เรียนเลือกเนื้อหาที่ต้องการแล้ว หนังสือเรียนจะพลิกหน้า เพื่อแนะนำเสนอหน้าที่ที่ผู้เรียนต้องการศึกษาทันที

นอกจากนั้นการออกแบบหน้าสารบัญควรมีภาพเคลื่อนไหวที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาหลักแต่ละบทด้วยเพื่อเพิ่มความน่าสนใจ

1.1.6 บทนำ (Introduction) มีการนำเสนอเนื้อหากว้างๆ และเชื่อมโยงกับเนื้อหาที่ผู้เดิมที่ผู้เรียนเคยเรียนกับเนื้อหาใหม่ที่จะนำเสนอ โดยในบทนำจะมีภาพเคลื่อนไหวที่ช่วยกระตุ้นความสนใจ และมีผังความคิด (mind map) เพื่อช่วยขยายความเข้าใจให้กับผู้เรียน ว่าในเนื้อหาที่จะศึกษามีเรื่องใดบ้าง

1.2 ส่วนหลัก (Main section) เป็นส่วนที่สองของหนังสือซึ่งเป็นส่วนที่นำเสนอเนื้อหาของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์โดยมีการจัดลำดับการนำเสนอเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับรูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 Es ประกอบไปด้วย

1.2.1 ส่วนนำเข้าสู่เนื้อหา (Engagement) ในการนำเสนอเนื้อหาส่วนแรกในแต่ละหน่วยการเรียนรู้จะเป็นการนำเสนอส่วนประกอบในหนังสือเรียนเพื่อกระตุ้น ได้รับความสนใจ บอกวัตถุประสงค์การเรียนรู้ โดยมีการนำเสนอเนื้อหาในลักษณะ ดังต่อไปนี้

1.2.1.1 คำถามกระตุ้นความสนใจ (Question) เป็นข้อความในลักษณะคำถาม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยและสนใจในการค้นหาคำตอบในสิ่งที่จะเรียน

1.2.1.2 วิดิทัศน์นำเข้าสู่บทเรียน (Video) เป็นไฟล์ภาพเคลื่อนไหวที่นำเสนอภาพรวมของเนื้อหาที่จะนำเสนอในหน่วยนั้นเพื่อเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจในเนื้อหามากขึ้น

1.2.1.3 วัตถุประสงค์การเรียนรู้ (Objective) เป็นข้อความชี้แจงวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้ผู้เรียนทราบจากการศึกษาในหน่วยนี้เพื่อเป็นการบอกเป้าหมายในการเรียนที่ต้องการ

1.2.1.4 รูปภาพนำเข้าสู่บทเรียน (Picture) รูปนอกจากเป็นองค์ประกอบที่จะช่วยให้ขยายความเข้าใจในภาพรวมของเนื้อหาแล้วยังช่วยในการออกแบบให้เกิดความสวยงาม

1.2.2 ส่วนสำรวจข้อมูล (Exploration) เป็นการนำเสนอเนื้อหาข้อมูลในเนื้อหาที่นำเสนอ เพื่อให้ผู้เรียนได้ทำการอ่าน ศึกษาเนื้อหาในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ด้วยตนเอง โดยมีลักษณะในการนำเสนอ ดังนี้

1.2.2.1 ข้อความเนื้อหา (Text) ข้อความที่ใช้ในการนำเสนอ เป็นข้อความที่มีรูปแบบที่อ่านง่าย และมีการเน้นคำในข้อความที่เป็นเนื้อหาสำคัญ

1.2.2.2 รูปภาพ (Picture) รูปภาพที่นำมาใช้ต้องสามารถขยายความเข้าใจในเนื้อหาให้กับผู้เรียนได้ และมีเครื่องมือที่ช่วยในการขยายภาพเพื่อให้ผู้เรียนเห็นภาพได้ชัดเจนขึ้น

1.2.2.3 วิดิทัศน์ (Video) ไฟล์วิดิทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่นำเสนอ เพื่อให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าได้อย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้น โดยต้องมีปุ่มในการควบคุมการนำเสนอของวิดิทัศน์ด้วย

1.2.2.4 กล่องคำถาม (Question box) เป็นกรอบที่อยู่ระหว่างการนำเสนอเนื้อหา เพื่อฝึกให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา และเป็นการประเมินความเข้าใจของผู้เรียน โดยกรอบคำถามนี้จะมีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (Feedback) เมื่อผู้เรียนเลือกปุ่มคำตอบ

1.2.2.5 กล่องเกร็ดความรู้ (Knowledge box) เป็นกรอบที่นำเสนอข้อมูลที่นำเสนอที่เกี่ยวกับเนื้อหา ซึ่งอาจเป็นความรู้ที่อยู่นอกวัตถุประสงค์การเรียนรู้ หรือตัวชี้วัดของหลักสูตร

1.2.2.6 รูปภาพปฏิสัมพันธ์ (Interactive picture) เป็นการนำเสนอเนื้อหาในลักษณะรูปภาพที่ให้ผู้เรียนต้องมีปฏิสัมพันธ์กับรูปภาพดังกล่าว จึงจะทำให้เกิดเนื้อหาเพิ่มเติม ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสนใจและเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากทราบข้อมูลเพิ่มเติมด้วย

1.2.2.7 กิจกรรมสถานการณ์จำลอง (Simulation activity) เป็นกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนผ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ได้เลือกสถานการณ์เพื่อสังเกตและศึกษาสิ่งที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ซึ่งในส่วนนี้จะเริ่มจากการให้คำถามผู้เรียนก่อนการทำกิจกรรมเพื่อสร้างประเด็นและเป้าหมายที่ชัดเจนที่

ผู้เรียนควรสังเกตจากกิจกรรม จากนั้นให้ผู้เรียนได้เลือกสถานการณ์ตามที่ต้องการแล้วจึงสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นเพื่อนำไปอธิบายผลในขั้นต่อไป

1.2.3 ส่วนการอธิบาย (Explanation) เป็นส่วนที่เน้นให้ผู้เรียนได้สรุปในสิ่งที่ได้ศึกษา มาโดยต่อเนื่อง จากในส่วนสำรวจข้อมูล ซึ่งมีองค์ประกอบที่ใช้ในหนังสือ ได้แก่

1.2.3.1 กล่องอธิบายผล (Explanation box) โดยเป็นกรอบข้อความให้ผู้เรียน ได้เลือกและเมื่อเลือกในส่วนดังกล่าว จะทำการเชื่อมโยงภายนอก (external link) ไปสู่หน้าเอกสารที่ จัดเตรียมไว้ใช้เป็นเครื่องมือในการส่งไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ เพื่ออธิบายและสรุปผลที่ได้ ให้แก่ผู้สอน

1.2.4 ส่วนขยายความรู้ (Elaboration) เป็นส่วนของหนังสือที่มีการนำเสนอ เนื้อหาที่จะให้ผู้เรียนได้ศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมด้วยตนเองในส่วนที่เกี่ยวข้อง เพื่อขยายความรู้เพิ่มเติมด้วย ตนเองโดยในส่วนนี้ประกอบด้วย

1.2.4.1 กล่องชวนค้นคว้า (Investigation box) เป็นกรอบคำถามที่กระตุ้นให้ ผู้เรียนไปสู่การค้นคว้าหาคำตอบโดยจะมี สัญลักษณ์เพื่อเชื่อมโยงไปหน้าเนื้อหาที่ซ่อนอยู่ (hidden page) เพื่อค้นหาคำตอบ

1.2.4.2 หน้าเนื้อหาซ่อน (Hidden page) เป็นหน้าที่มีการนำเสนอเนื้อหาที่ใกล้เคียง กับประเด็นคำถามที่ตั้งไว้เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาข้อมูลเพื่อตอบคำถามดังกล่าวด้วยตนเอง

1.2.4.3 กล่องค้นหาเพิ่ม (Search box) เป็นกรอบที่สร้างเป็นคำถามและมี คำหลักให้กับผู้เรียนได้ทำการค้นหาคำตอบเกี่ยวกับคำหลักที่ให้ โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ใช้เครื่องมือ ช่วยค้นหา (search engine) ที่จัดไว้เป็นส่วนหนึ่งของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในการหาคำตอบ

1.2.5 ส่วนการประเมินผล (Evaluation) เป็นส่วนที่ใช้ในการวัดผลความรู้ของผู้เรียนจากการศึกษาจากหนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์ โดยทำการพัฒนาฐานข้อมูลข้อสอบผ่านระบบ เครื่องขยายเพื่อสะดวกในการรายงานผลคะแนนให้กับผู้สอน ซึ่งมีองค์ประกอบที่ใช้ในหนังสือ ได้แก่

1.2.5.1 แบบฝึกหัดท้ายบท (Quiz) เป็นข้อสอบชนิดเลือกตอบ (Multiple choices) 4 ตัวเลือก ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ โดยมีการออกแบบไว้ท้ายหน่วยการเรียนรู้เพื่อเป็นการประเมินผล การศึกษาของผู้เรียน ซึ่งการทำแบบฝึกหัดเมื่อผู้เรียนเลือกทำจะเชื่อมโยงสู่หน้าฐานข้อมูลข้อสอบที่ พัฒนาไว้ และมีการกำหนดเวลาในการทำ โดยผลคะแนนของผู้เรียนจะส่งให้กับผู้สอนผ่านไปรษณีย์ อิเล็กทรอนิกส์

1.2.5.2 แบบทดสอบหลังเรียน (Post test) เป็นข้อสอบชนิดเลือกตอบ (Multiple choices) 4 ตัวเลือก ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ออกแบบการนำเสนอต่อจากแบบฝึกหัดของหน่วย การเรียนสุดท้าย เมื่อผู้เรียนเลือกทำจะเชื่อมโยงสู่หน้าฐานข้อมูลข้อสอบที่พัฒนาไว้ มีการกำหนดเวลา ในการทำ โดยผลคะแนนของผู้เรียนจะส่งให้กับผู้สอนผ่านไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์เช่นเดียวกับแบบฝึกหัด ท้ายบท

1.3 ส่วนท้ายเล่ม (Back section) เป็นส่วนที่ใช้ในการอ้างอิง หรือให้ความสะดวกเกี่ยวกับการหาข้อมูลเพิ่มเติม ประกอบด้วย

1.3.1 บรรณานุกรม (Bibliography) เป็นรายชื่อแหล่งข้อมูลและผู้เขียนได้ใช้อ้างถึงและค้นคว้าของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ โดยหากเป็นแหล่งอ้างอิงจากเว็บไซต์จะมีการออกแบบข้อความดังกล่าวในลักษณะข้อความหลายมิติ (Hypertext) ที่สามารถทำการเชื่อมโยงภายนอก (external link) สู่อแหล่งความรู้หรือเว็บไซต์ดังกล่าวโดยตรง

1.3.2 ปกหลัง (Back cover) ปกหลังควรมีการออกแบบคล้ายกับปกหน้า และมีข้อมูลของหน่วยงานเจ้าของลิขสิทธิ์หรือผู้จัดทำ

2. องค์ประกอบด้านเครื่องมือสนับสนุน และควบคุมการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เพื่อให้จะทำให้ผู้เรียนสามารถศึกษาค้นคว้าได้สะดวก โดยมีส่วนประกอบ ดังนี้

2.1 มุมมองและกลุ่มเครื่องมือเกี่ยวกับมุมมองภาพ

2.1.1 มุมมองปกติ เป็นมุมมองแบบหน้าคู่ที่มีลักษณะเสมือนมุมมองในการอ่านหนังสือปกติ สามารถพลิกได้เหมือนหนังสือปกติโดยการใช้เมาส์ (Mouse) คลิก (Click) ที่มุม หรือขอบของหน้าหนังสือ หรืออาจใช้ปุ่มลูกศรซ้ายและขวาบนแป้นพิมพ์

2.1.2 เครื่องมือเกี่ยวกับขนาดมุมมอง เป็นกลุ่มเครื่องมือที่ปรับขนาดมุมมองหน้าจอให้เหมาะสมกับการอ่านของผู้เรียนแต่ละคน แบ่งเป็น

2.1.2.1 เครื่องมือมุมมองขนาดจริง (Actual size) คือ เครื่องมือในการปรับขนาดในการมองภาพให้กลับมาเป็นขนาดตามที่คุณพัฒนาได้ทำการออกแบบ

2.1.2.2 เครื่องมือปรับขยายขนาดมุมมอง (Zoom in) คือ เครื่องมือที่ใช้ในการขยายมุมมองในการอ่านหนังสือให้มีขนาดใหญ่ขึ้น

2.1.2.3 เครื่องมือปรับลดขนาดมุมมอง (Zoom out) คือ เครื่องมือที่ใช้ในการขยายมุมมองในการอ่านหนังสือให้มีขนาดเล็กลงเห็นมุมมองกว้างขึ้น

2.1.2.4 เครื่องมือปรับขนาดมุมมองเต็มหน้าจอ (Full screen) คือ เครื่องมือที่ใช้ปรับขนาดมุมมองให้เท่ากับขนาดหน้าจอของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการเปิดอยู่ โดยบังโปรแกรมอื่นที่เปิดไว้ทั้งหมดเพื่อป้องกันผู้อ่านถูกรบกวนจากโปรแกรมอื่นๆ

2.2 กลุ่มเครื่องมือเกี่ยวกับการควบคุมและการเข้าถึงข้อมูล

2.2.1 เครื่องมือเกี่ยวกับการควบคุมการนำเสนอของหน้าหนังสือ

2.2.1.1 เครื่องมือหน้าถัดไป (Next page) คือ เครื่องมือที่ใช้ช่วยในการเปิดหนังสือหน้าถัดไปจากหน้าที่กำลังเปิด

2.2.1.2 เครื่องมือหน้าก่อนหน้า (Previous page) เครื่องมือที่ใช้ช่วยในการเปิดอ่านหนังสือหน้าก่อนหน้าที่จะถึงหน้าที่กำลังเปิด

2.2.1.3 เครื่องมือกลับหน้าปก (Cover) คือ เครื่องมือที่ใช้ช่วยในการเปิดย้อนกลับไปสู่หน้าปกของหนังสือ

2.2.1.4 เครื่องมือไปหน้าสุดท้าย (Back cover) คือ เครื่องมือที่ช่วยในการเปิดไปหน้าสุดท้ายหรือปกหลังของหนังสือ

2.2.2 เครื่องมือเกี่ยวกับการเข้าถึงข้อมูลที่ต้องการ

2.2.2.1 เครื่องมือไปหน้าที่ต้องการ (Go to page) คือ เครื่องมือที่ช่วยให้ผู้อ่านเข้าถึงหน้าที่ต้องการได้โดยการพิมพ์เลขหน้าที่ต้องการในช่อง go to page

2.2.2.2 เครื่องมือคั่นหน้าสำคัญ (Book mark) เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้อ่านเข้าถึงหน้าแรกของแต่ละบทรวมถึงสารบัญของหนังสือ ซึ่งจะออกแบบให้อยู่บริเวณขอบด้านขวามือของหนังสือ

2.2.2.3 เครื่องมือในการแสดงรูปภาพ (Photo gallery) เป็นเครื่องมือที่นำเสนอหรือแสดงรูปภาพที่มีในหนังสือให้ผู้อ่านได้ดูด้วยไม่ต้องเปิดหนังสือ


2.2.2.4 เครื่องมือในการแสดงไฟล์วิดีโอ (Video gallery) เป็นเครื่องมือที่นำเสนอหรือแสดงไฟล์วิดีโอทั้งหมดที่มีในหนังสือให้กับผู้อ่านได้เลือกเพื่อรับชม

2.2.3 กลุ่มเครื่องมืออื่นๆ

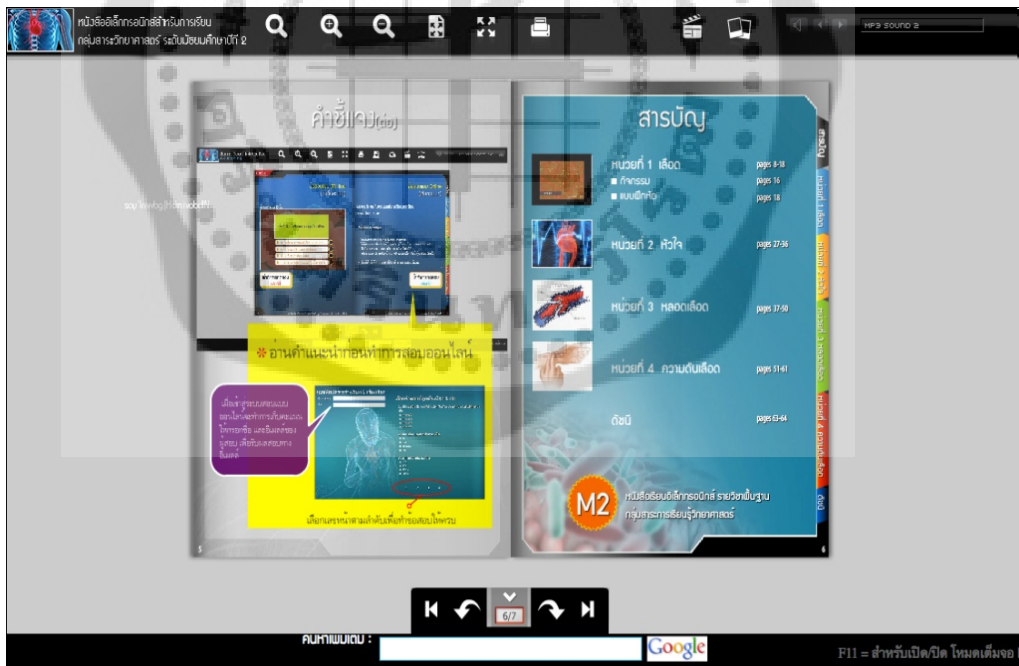
2.2.3.1 เครื่องมือเกี่ยวกับเสียง (Sound) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเปิด ปิดและเลือกเสียงประกอบ ซึ่งเสียงที่ใช้จะออกแบบเป็นเพลง หรือเสียงธรรมชาติที่เพื่อสร้างบรรยากาศในการอ่านหนังสือให้ผู้อ่าน

2.2.3.2 เครื่องมือสั่งพิมพ์ (Print) เป็นเครื่องมือสำหรับให้ผู้อ่านพิมพ์เอกสารในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ไปอ่านเพิ่มเติมได้ โดยสามารถกำหนดหน้าที่จะพิมพ์ได้ว่าเป็นหน้าซ้ายหรือหน้าขวาในมุมมองของหนังสือที่เปิดอยู่

2.2.3.3 เครื่องมือในการช่วยค้นหา (Search engine) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าเพิ่มเติม โดยการออกแบบเครื่องมือในการช่วยค้นหาในหนังสือนี้ คือ เป็นของบริษัทกูเกิ้ล (google)



ภาคผนวก ข
ตัวอย่างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์
ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด



หน่วยสื่ออิเล็กทรอนิกส์การเรียน
กลุ่มสาระวิชา ศาสตร์ สอนวิทยาศาสตร์ ปี 2

บทนำ

หน่วยที่ 1 ส่วนประกอบและหน้าที่เลือด

เลือด

1.1 ความสำคัญของเลือด
1.2 ส่วนประกอบของเลือด
1.3 ลักษณะสีของเลือด
1.4 โครโมโซมของเลือด

พลาสมา

Google

FIU = สำหรับเปิดปิด โหมดเต็มจอ

Unit 01 เลือด

1.1 ความสำคัญของเลือด

เลือด หรือ โลหิต (blood) เป็นของเหลวสีแดง ที่ไหลเวียนอยู่ภายในเส้นเลือดทั่วร่างกายโดยอาศัยการสูบฉีดของหัวใจเป็นแรงดันให้เลือดสามารถไปสู่ส่วนต่างๆของร่างกายได้

ในร่างกายของคนเรา มีปริมาณเลือดมากกว่าหรือน้อยขึ้นอยู่กับน้ำหนักของตัวคนคิดโดยประมาณ 80 ลูกบาศก์เซนติเมตร (80 CC) ต่อหนึ่งหนัก 1 กิโลกรัมสำหรับผู้ใหญ่ปกติจะมีเลือดไหลเวียนอยู่ในร่างกาย ประมาณ 5 - 6 ลิตร (5000-6000 cc)

เลือดทำหน้าที่สำคัญหลายอย่างเช่น นำออกซิเจนไปสู่เซลล์ทุกเซลล์ของร่างกายหรืออวัยวะรับคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นของเสียออกมาจากเซลล์และขนออกจากนั้นเลือดยังนำสารอาหารที่จำเป็นต่อการทำงานของเซลล์และมีผลต่อการดำรงชีวิต เช่น ฮอริโมน แอนติบอดี เป็นต้น

การบริจาคเลือด

การบริจาคเลือดแต่ละครั้งจะบริจาคเพียง 300 - 400 ซีซี ยกเว้นคนแรก หรือ 6-7% ของเลือดในร่างกาย ซึ่งนับจะไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อร่างกายแต่กลับจะเป็นผลดีเพราะจะเป็นการกระตุ้นให้ไขกระดูกสร้างเม็ดเลือดขึ้นมาใหม่ ทำให้การหมุนเวียนเลือดและไขกระดูกทำงานได้ดีขึ้น

พลาสมา

- ถ้านักเรียนมีน้ำหนักตัว 45 กิโลกรัม จะมีเลือดในร่างกายประมาณกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร

1.2 ส่วนประกอบของเลือด

เลือดประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นของเหลวมีร้อยละ 55 ซึ่งเรียกว่า น้ำเลือดหรือพลาสมา และส่วนที่เป็นของแข็งมีร้อยละ 45 ซึ่งได้แก่ เซลล์เม็ดเลือดและเกล็ดเลือด

ส่วนประกอบของเลือด

พลาสมา หรือ น้ำเลือด มีประมาณร้อยละ 55

น้ำ mouse วางบนหลอดเลือดเพื่ออ่านค่าฮีมาโตคริต

พลาสมา

เม็ดเลือด

พลาสมา

เม็ดเลือด

หน่วยสื่ออิเล็กทรอนิกส์เรียนวิชาชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สอนวิทยาศาสตร์ สอนวิทยาศาสตร์ ปี 2

Unit 01 เลือด

1.2.2 ส่วนที่เป็นของแข็งมีอยู่ประมาณร้อยละ 45 ของปริมาณเลือดทั้งหมดมีส่วนประกอบได้แก่ เซลล์เม็ดเลือด (blood cell) และเกล็ดเลือด (blood platelet) สำหรับเซลล์เม็ดเลือดที่มีอยู่ในเลือดนั้นจะมีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิด ดังนี้



เซลล์เม็ดเลือดแดง

ในร่างกายเรามีเซลล์เม็ดเลือดแดงจำนวนมาก ปกติมี 5 ล้านเซลล์ต่อเลือด 1 ลูกบาศก์มิลลิลิตรคนที่ไม่มีเม็ดเลือดแดงน้อยกว่า 3 ล้าน 5 แสนเซลล์ต่อเลือด 1 ลูกบาศก์มิลลิลิตร เรียกว่าเป็นเลือดโลหิตจาง

แหล่งผลิตเม็ดเลือดแดงคือ ไชโรกระดูกโดยเซลล์เม็ดเลือดแดงมีอายุประมาณ 110-120 วัน หลังจากทำหน้าที่ต่างๆ แล้วจะถูกนำไป ทำลายที่ตับและม้าม โดยส่วนใหญ่จำนวนเม็ดเลือดแดงในผู้ชายจะมากกว่าผู้หญิงซึ่งการกินอาหารที่มีธาตุเหล็กสูงจะสามารถช่วยเพิ่มปริมาณเม็ดเลือดแดงได้

การบริจาคเลือด

- อาหารประเภทใดบ้างที่จะช่วยให้ร่างกายของเราผลิตเม็ดเลือดแดงได้อย่างไร ?

1) เซลล์เม็ดเลือดแดง (red blood cell) ลักษณะค่อนข้างกลมตรงกลางจะเว้าเข้าหากัน(คล้ายขนมโดนัท)เนื่องจากไม่มีนิวเคลียสองค์ประกอบส่วนใหญ่จะเป็นสารประเภทโปรตีนที่เรียกว่า เฮโมโกลบิน (hemoglobin) ซึ่งมีสมบัติในการรวมตัวกับแก๊สต่าง ๆ ได้ดี เช่น แก๊สออกซิเจนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ดังนั้น จึงมีหน้าที่ในการแลกเปลี่ยนแก๊สโดยอาศัยคาร์บอนไดออกไซด์ไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย และนำเฮโมโกลบินที่จับกับออกไซด์จากส่วนต่าง ๆ ของร่างกายกลับไปที่ปอด

2) เซลล์เม็ดเลือดขาว (white blood cell) มีขนาดใหญ่มากว่าเม็ดเลือดแดงลักษณะค่อนข้างกลม มีนิวเคลียสแต่ไม่มีไฮโกลบินส่วนใหญ่เม็ดเลือดขาวจะสามารถเคลื่อนที่ออกจากที่หนึ่งไปสู่อีกที่หนึ่งได้ด้วย ตัวเองเสมอ

ในร่างกายเรามีเม็ดเลือดขาวประมาณ 5,000-9,000 เซลล์ใน 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร

วิดีโอประกอบจาก www.youtube.com/watch?v=Blood1234

หนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์ วิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์ 2

Unit 01 เลือด

คำทบทวนการทดลอง

ส่วนประกอบของเลือดมีหน้าที่และความสำคัญอย่างไร ?
ให้นักเรียนลองทำกิจกรรมด้านล่างโดยการเลือกสถานการณ์ที่กำหนดให้จากนั้นสังเกตหน้าที่ของส่วนประกอบในเลือดเมื่อนักเรียนทำการบนเสร็จให้นักเรียนสรุปข้อมูลที่ได้จากการสังเกตในกรอบสรุปการทดลอง

กิจกรรมเกมสถานการณ์จำลอง

เข้าสู่โหมดกิจกรรมคลิกที่



1.3 เลือดของสัตว์มีชีวิตอื่นๆ

นอกเหนือจากมนุษย์ สิ่งมีชีวิตอื่นอื่นต่างก็มีเลือดที่ทำหน้าที่คล้ายอาหาร แก๊ส และสารที่สำคัญไปสู่อวัยวะต่างๆ ของร่างกายเช่นกัน แต่เลือดของสิ่งมีชีวิตประเภทอื่นนั้นจะมีส่วนประกอบที่เหมือนกับเลือดของมนุษย์หรือไม่ซึ่งความแตกต่างที่นำมาให้ได้แก่

ความแตกต่างทางด้านลักษณะของเม็ดเลือดแดงสิ่งมีชีวิตที่เป็นสัตว์สี่ขามีรูปร่างกลมแบนเหมือนมนุษย์เม็ดเลือดแดงในสัตว์จะมีรูปร่างแบน ตรงกลางเว้าเข้าหากันไม่มีนิวเคลียส ซึ่งแตกต่างจากสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังส่วนใหญ่เช่น คนและปลา ที่มีเม็ดเลือดแดงรูปร่างเป็นรูปไข่และมีนิวเคลียสใหญ่อยู่ตรงกลาง




กรอบสรุปผลการทดลอง

บันทึกสรุปลงในใบสรุป: e-mail ไปหาผู้สอน

คลิกเพื่อกรอกข้อมูล

ข้อคิด

ความแตกต่างของเลือดสิ่งมีชีวิตที่นำเสนอคือ เลือดของสิ่งมีชีวิต เป็นสีแดงเหมือนกันหมดหรือไม่เพราะอะไรจึงเป็นเช่นนั้น ?

ลองไปค้นคว้าด้วย **คลิก**

ตอบคำถาม

สารไม่ใช่อำินมีส่วนประกอบของธาตุใด ?

- ▶ เหล็ก
- ▶ ทองแดง
- ▶ เงิน

หนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์ วิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์ 2

กิจกรรมแกนสถานการณ์จำลอง

Types of Blood Cells

Composition of Blood



ภาพมุมมอง Perspective

ภาพหน้าตัดเชิงลึก

- เม็ดเลือดขาว
- เกล็ดเลือด
- เม็ดเลือดแดง

เลือกกิจกรรมและสิ่งแวดล้อมที่感兴趣 >>

หนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์รายวิชาเป็นงานวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

name: Student

email: student@swu.ac.th

subject: กิจกรรมหน้าที่ 1

message: ส่วนประกอบต่างๆ ของเลือดมีหน้าที่ดังนี้
เม็ดเลือดขาว ทำหน้าที่ ตรวจจับและกำจัดสิ่งแปลกปลอมในระบบเลือด
เช่น เชื้อโรค เป็นต้น

[cancel] [send]

ส่วนเสริมที่ 1

เมื่อลองดูภาพว่า ถ้ามีเลือดออกถึงกษณะ
 หนักมีเลือดเจือปนกับสิ่งมีชีวิตหรือของดี ซึ่งการ
 นี้เลือดมีสีแดงมีเม็ดขาวสีของ เม็ดเม็ด
 (Hemoglobin) ซึ่งเป็นสารที่มีส่วนประกอบเป็นธาตุ
 เหล็ก มีสมบัติพิเศษคือสามารถรวมตัวกับออกซิเจนได้
 และมีความสามารถในการป้องกันและควบคุมอุณหภูมิ
 ทั่วร่างกาย ออกซิเจนในเลือด นี้มีสีแดง



ส่วนเสริม

- สารสีในเม็ดเม็ดเม็ด
 เป็นสีแดง เพราะมีส่วนประกอบ
 ของธาตุเหล็ก นักวิทยาศาสตร์พบว่า
 ว่า สารสีในเม็ดเม็ดเม็ดมีส่วนประกอบ
 ของธาตุใด

ค้นหาข้อมูล
 Google
 จากที่ใดก็ตามที่คุณต้องการ

ค้นหา กลับสู่บทเรียน

M2 ค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับสารสีในเม็ดเม็ดเม็ด

M2 ค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับสารสีในเม็ดเม็ดเม็ด

หน้า 186 เป็นส่วนเสริมที่ 1 จากหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

ตอบคำถาม

สารสีในเม็ดเม็ดเม็ดมีส่วนประกอบ
 ของธาตุใด ?

- ▶ เหล็ก
- ▶ ทองแดง
- ▶ เงิน

ตอบคำถาม

สารสีในเม็ดเม็ดเม็ดมีส่วนประกอบ
 ของธาตุใด ?

- ▶ เหล็ก
- ▶ ทองแดง
- ▶ เงิน

ข้อสอบแบบ Off-line (ไม่เก็บคะแนน)

ข้อสอบจำนวน 10 ข้อ

ข้อใดคือหน้าที่ของระบบหมุนเวียนเลือด

- ▶ ก. ลำเลียงอาหารสู่ส่วนอื่นๆ ของร่างกาย
- ▶ ข. กำจัดของเสียออกจากร่างกาย
- ▶ ค. ดูดซึมอาหารในลำไส้
- ▶ ง. ควบคุมการทำงานของอวัยวะในร่างกาย

เข้าทำการทดสอบ
คลิกที่นี่

ข้อสอบแบบ Online (เก็บคะแนน*)

ข้อสอบวัดผลเก็บคะแนนหลังการเรียนรู้ภาคเรียน
ข้อสอบจำนวน 10 ข้อ

คำชี้แจงก่อนเข้าสอบ

- ให้ทำการบกรวณเนื้อหา เพื่อเตรียมตัวเข้าสอบ
- ให้ทดสอบกรอกชื่อ อีเมล ข้อมูล อื่นๆ ให้ครบถ้วน ก่อนการทำการสอบ
- เมื่อทำการเข้าสอบ ระบบจะเก็บคะแนนโดยอัตโนมัติ
- หลังจากสอบเสร็จให้ปิดหน้าต่าง windows เพื่อกลับเข้าสู่บทเรียนอีกครั้ง
- เมื่อเข้าใจแล้วให้ทำการคลิกที่ปุ่ม เข้าทำการทดสอบ ข้างล่าง


เข้าทำการทดสอบ
คลิกที่นี่

แบบฝึกหัดระหว่างเรียน 1 เรื่องเลือด

ชื่อ - นามสกุล

อีเมล

เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด 1 ข้อ



1. เม็ดเลือดขาวมีรูปร่างอย่างไร
 - เป็นช่องเหลวสีเหลือง
 - กลมแบน มีรอยบุ๋มตรงกลาง
 - ค่อนข้างกลม มีนิวเคลียสตรงกลาง ง.
 - รูปร่างไม่แน่นอน
2. สิ่งที่ทำให้เลือดคนมีสีแดง คือ
 - เฮโมโกลบิน
 - พลาสมา
 - น้ำเลือด
 - เกล็ดเลือด
3. เกิดเลือดคมีอายุที่วัน
 - 4 วัน
 - 7 วัน
 - 15 วัน
 - 28 วัน

1
2
3
4



ภาคผนวก ค
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา

อาจารย์ ดร.นฤมล ศิระวงษ์

อาจารย์

ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา

คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิวัฒน์ มีสุวรรณ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์

ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา

คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยนเรศวร

อาจารย์ ดร.รัฐพล ประดับเวทย์

อาจารย์

ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา

คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

อาจารย์ ดร.จารุวัส หนูทอง

อาจารย์

วิทยาลัยนวัตกรรมการสื่อสารสังคม

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

อาจารย์ ดร.ณัฐญา นาคะสันต์

อาจารย์

สาขาเทคโนโลยีการศึกษา

คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัฒน์พร ภูเจริญ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์

คณะเภสัชศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาติรี เกิดธรรม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์

คณะครุศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์

ในพระบรมราชูปถัมภ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรางค์ ธรรมโวหาร

ผู้ช่วยศาสตราจารย์

คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม





ภาคผนวก

- หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ
- หนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลวิจัย



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โทร. 5730

ที่ ศธ 0519.12/4754

วันที่ ๑๕ สิงหาคม 2554

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณบดีคณะเภสัชศาสตร์

เนื่องด้วย นายชนกานต์ สุวรรณทรัพย์ นิตยกรลับปริญญาเอก สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญาโท เรื่อง "การพัฒนารูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับเรียนเรื่อง ระบบร่างกายมนุษย์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นที่ 3" โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.เสาวณีย์ สักขาบัณฑิต รองศาสตราจารย์ ดร.สมสรร วัฒนอุทัย และ อาจารย์ ดร.วนิดา ธนประโชชน์ศักดิ์ เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญาโท ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์วัฒนาพร พัฒนภักดิ์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนเรื่อง ระบบร่างกายมนุษย์ / หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียน เรื่อง ระบบร่างกายมนุษย์ และ เนื้อหาวิชาระบบร่างกายมนุษย์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายชนกานต์ สุวรรณทรัพย์ และ ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒน์กุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



ที่ ศษ 0519.12/ 0150

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

/3 มกราคม 2555

เรื่อง ขอบขออนุเคราะห์เพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียนค้องสุวรรณวิทยา

เนื่องด้วย นายชนกานต์ สุวรรณทรัพย์ นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนารูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนเรื่อง ระบบร่างกายมนุษย์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์" โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.เสาวณีย์ ติงขาบัณฑิต รองศาสตราจารย์ ดร.สมสรร วงษ์อ่อนน้อย และ อาจารย์ ดร.วนิดา ธนประโชชน์ศักดิ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย โดยขอใช้สถานที่ เพื่อใช้แบบทดสอบเรื่อง แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ม.3 จำนวน 3 ห้องเรียน ในระหว่างเดือนมกราคม 2555

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ นายชนกานต์ สุวรรณทรัพย์ ได้เก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย ซึ่งเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒน์กุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0-2649-5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 089-107-1105



ที่ ศธ 0519.12/0151

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

13 มกราคม 2555

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียนปทุมวิไล

เนื่องด้วย นายชนกานต์ สุวรรณทรัพย์ นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญาโท เรื่อง “การพัฒนารูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนเรื่อง ระบบร่างกายมนุษย์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต รองศาสตราจารย์ ดร.สมสรร วงษ์อ่อนน้อย และ อาจารย์ ดร.วนิดา ชนประโชชน์ศักดิ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย โดยขอใช้สถานที่ เพื่อใช้แบบทดสอบเรื่อง แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดความพึงพอใจในการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ และหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ม.3 จำนวน 3 ห้องเรียน ในระหว่างเดือนมีนาคม 2555

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ นายชนกานต์ สุวรรณทรัพย์ ได้เก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

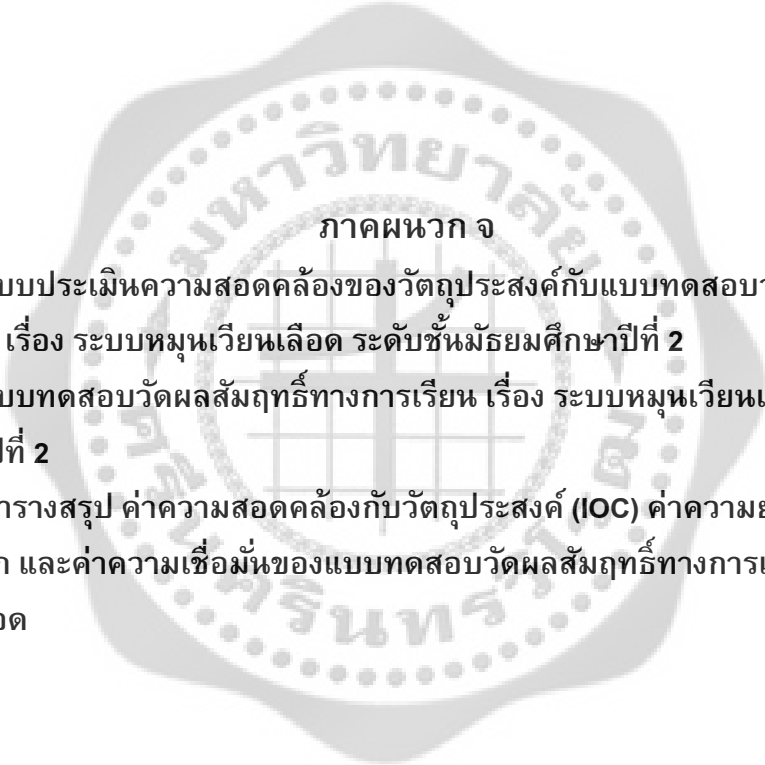
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0-2649-5064

หมายเลข : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 089-107-1105



ภาคผนวก จ

- แบบประเมินความสอดคล้องของวัตถุประสงค์กับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
- ตารางสรุป ค่าความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ (IOC) ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด

**แบบประเมินความสอดคล้องของวัตถุประสงค์กับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2**

คำชี้แจง: โปรดพิจารณาข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่ามีความสอดคล้องตามวัตถุประสงค์หรือไม่ โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนนการพิจารณาตามระดับคะแนน ดังนี้

ระดับคะแนน	+1	หมายถึง	มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์
ระดับคะแนน	0	หมายถึง	ไม่แน่ใจ
ระดับคะแนน	-1	หมายถึง	ไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์การเรียน	ข้อสอบ	คะแนน		
		ความสอดคล้อง		
		+1	0	-1
เรื่องที่ 1 ส่วนประกอบและหน้าที่ของเลือด 1.1 อธิบายลักษณะและส่วนประกอบของเลือดแต่ละส่วนได้	1. เลือดมีส่วนประกอบใดมากที่สุด <input checked="" type="radio"/> ก. พลาสมา <input type="radio"/> ข. เม็ดเลือดแดง <input type="radio"/> ค. เม็ดเลือดขาว <input type="radio"/> ง. เกล็ดเลือด			
	2. เฮโมโกลบินอยู่ในส่วนประกอบใดของเลือด <input type="radio"/> ก. พลาสมา <input type="radio"/> ข. เม็ดเลือดขาว <input checked="" type="radio"/> ค. เม็ดเลือดแดง <input type="radio"/> ง. เกล็ดเลือด			
	3. ข้อใดกล่าวถึงเม็ดเลือดแดงได้ถูกต้องที่สุด <input checked="" type="radio"/> ก. ไม่มีนิวเคลียส <input type="radio"/> ข. มีจำนวนน้อย <input type="radio"/> ค. ทำหน้าที่ภูมิคุ้มกัน <input type="radio"/> ง. มีขนาดใหญ่กว่าเซลล์เม็ดเลือดขาว			
	4. ข้อใดต่อไปนี้เป็นไม่ใช่ส่วนประกอบของเลือด <input type="radio"/> ก. เกล็ดเลือด <input type="radio"/> ข. เม็ดเลือดขาว <input type="radio"/> ค. เม็ดเลือดแดง <input checked="" type="radio"/> ง. น้ำเหลือง			

วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	คะแนน		
		ความสอดคล้อง	+1	0
1.1 อธิบายลักษณะและส่วนประกอบของเลือดแต่ละส่วนได้ (ต่อ)	5. เม็ดเลือดขาวมีรูปร่างอย่างไร ก. เป็นของเหลวสีเหลือง ข. กลมแบน มีรอยบุ๋มตรงกลาง ค. <input checked="" type="radio"/> ค่อนข้างกลม มีนิวเคลียสตรงกลาง ง. รูปร่างไม่แน่นอน			
	6. ในหนึ่งลูกบาศก์มิลลิเมตร จะมีเซลล์เม็ดเลือดแดงอยู่ประมาณเท่าใด ก. 5,000 เม็ด ข. 15,000 เม็ด ค. <input checked="" type="radio"/> 5,000,000 เม็ด ง. 15,000,000 เม็ด			
1.2 อธิบายหน้าที่ของส่วนประกอบของเลือดแต่ละส่วนได้	7. เซลล์เม็ดเลือดขาวมีหน้าที่เกี่ยวกับ ก. สร้างเม็ดเลือด ข. <input checked="" type="radio"/> ทำลายเชื้อโรค ค. ลำเลียงออกซิเจน ง. ทำให้เลือดแข็งตัว			
	8. เมื่อเกิดบาดแผลส่วนประกอบใดในเลือดที่มีส่วนช่วยให้เลือดหยุดไหล มากที่สุด ก. พลาสมา ข. เม็ดเลือดขาว ค. เม็ดเลือดแดง ง. <input checked="" type="radio"/> เกล็ดเลือด			
	9. ข้อใดคือหน้าที่ของเม็ดเลือดแดง ก. <input checked="" type="radio"/> ลำเลียงแก๊ส ข. ต่อสู้กับเชื้อโรคในร่างกาย ค. ช่วยทำให้เลือดแข็งตัว ง. ไม่มีข้อถูก			
	10. เกล็ดเลือดทำหน้าที่ปล่อยสิ่งใดมาให้เลือดแข็งตัว ก. <input checked="" type="radio"/> เอนไซม์ ข. ฮอร์โมน ค. ออกซิเจน ง. คาร์บอนไดออกไซด์			

วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	คะแนน		
		ความสอดคล้อง		
		+1	0	-1
1.3 บอกที่สร้าง อายุ และ ที่ทำลายส่วนประกอบของ เลือดแต่ละส่วนได้	11. เกล็ดเลือดมีอายุกี่วัน <input checked="" type="radio"/> ก. 4 วัน ข. 7 วัน ค. 15 วัน ง. 28 วัน			
	12. เม็ดเลือดถูกแดงสร้างที่ใด ก. ม้าม <input checked="" type="radio"/> ข. ไชกระดุก ค. ปอด ง. หัวใจ			
	13. เม็ดเลือดแดงถูกทำลายที่ใด ก. ไต ข. ปอด ค. ไชกระดุก <input checked="" type="radio"/> ง. ตับ			
	14. ข้อใดเป็นไม่ใช่แหล่งที่ผลิตเม็ดเลือดขาว ก. ม้าม <input checked="" type="radio"/> ข. ปอด ค. ไชกระดุก ง. ต่อม้ำเหลือง			
1.4 อธิบายความแตกต่างระหว่างเลือดมนุษย์และเลือดสัตว์บางชนิดได้	15. สิ่งที่ทำให้เลือดคนมีสีแดง คือ <input checked="" type="radio"/> ก. เฮโมโกลบิน ข. พลาสมา ค. น้ำเลือด ง. เกล็ดเลือด			
	16. สัตว์ในข้อที่มีสีของเลือดต่างจากสีของเลือดมนุษย์ ก. ม้า ข. ปลา <input checked="" type="radio"/> ค. ปู ง. กบ			
	17. สารที่ทำให้สัตว์บางชนิดมีเลือดเป็นสีน้ำเงินคือ ก. เฮโมโกลบิน ข. พลาสมา ค. ยูเรีย <input checked="" type="radio"/> ง. ฮีโมไซยานิน			

วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	คะแนน		
		ความสอดคล้อง	+1	0
1.5 อธิบายความสัมพันธ์ของเลือดกับการเกิดโรคได้	18. หากผลการตรวจนับจำนวนเม็ดเลือดแดงในเลือดมีน้อย นักเรียนคิดว่าเจ้าของเลือดมีโอกาสมากที่สุด เป็นโรคใดมากที่สุด <input type="radio"/> ก. โลหิตจาง <input checked="" type="radio"/> ข. ไข้หวัดใหญ่ <input type="radio"/> ค. ปอดบวม <input type="radio"/> ง. โรคหัวใจ			
	19. ภาวะภูมิคุ้มกันร่างกายต่ำมีผลจากปริมาณส่วนใดของเลือดน้อย <input type="radio"/> ก. เม็ดเลือดแดง <input checked="" type="radio"/> ข. เม็ดเลือดขาว <input type="radio"/> ค. เกล็ดเลือด <input type="radio"/> ง. พลาสมา			
	20. หากปริมาณเกล็ดเลือดสูงอาจส่งผลให้เกิดข้อใด <input type="radio"/> ก. ทำให้เม็ดเลือดขาวลดลง <input type="radio"/> ข. ทำให้เม็ดเลือดแดงลดลง <input type="radio"/> ค. ทำให้เลือดไหลเวียนไปส่วนต่างๆ ได้ดีขึ้น <input checked="" type="radio"/> ง. ทำให้เลือดไหลเวียนไปส่วนต่างๆ ช้าลง			
เรื่องที่ 2 ส่วนประกอบและหน้าที่ของหัวใจ				
2.1 อธิบายลักษณะโครงสร้างและความสำคัญของหัวใจได้	21. อวัยวะที่ทำหน้าที่สูบฉีดเลือดให้ไหลไปทิศทางต่างๆ ทั่วร่างกาย คืออะไร <input type="radio"/> ก. ไต <input type="radio"/> ข. ปอด <input checked="" type="radio"/> ค. หัวใจ <input type="radio"/> ง. หลอดเลือด			
	22. ข้อใดไม่ใช่ชื่อที่ใช้เรียกห้องหัวใจของมนุษย์ <input type="radio"/> ก. เอเทรียม <input type="radio"/> ข. เวนทริเคิล <input checked="" type="radio"/> ค. อาร์เทอร์รี่ <input type="radio"/> ง. ข้อ ก และ ค ถูก			
	23. หลอดเลือดดำที่ไหลเข้าสู่หัวใจมีทั้งหมด กี่เส้น <input type="radio"/> ก. 1 เส้น <input checked="" type="radio"/> ข. 2 เส้น <input type="radio"/> ค. 4 เส้น <input type="radio"/> ง. 6 เส้น			

วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	คะแนน		
		ความสอดคล้อง		
		+1	0	-1
2.1 อธิบายลักษณะโครงสร้างและความสำคัญของหัวใจได้ (ต่อ)	24. หัวใจของคนเรามีกี่ห้อง ก. 2 ห้อง ข. 4 ห้อง ค. 5 ห้อง ง. 6 ห้อง			
	25. ข้อใดคือลักษณะของห้องหัวใจด้านล่าง ก. ผนังหนา ข. ผนังบาง ค. อุณหภูมิสูงกว่าร่างกาย ง. อุณหภูมิต่ำกว่าร่างกาย			
2.2 อธิบายหน้าที่ของส่วนประกอบของหัวใจได้	26. หลอดเลือดชนิดใดที่นำเลือดเข้าสู่หัวใจห้องบนขวา ก. หลอดเลือดอาร์เทอร์รี่ ข. หลอดเลือดฝอย ค. หลอดเลือดเวนทริเคิล ง. หลอดเลือดเวน			
	27. ข้อใดคือหน้าที่ของลิ้นหัวใจ ก. แลกเปลี่ยนแก๊สออกซิเจนในหัวใจ ข. ดักจับเชื้อโรคในหัวใจ ค. ป้องกันเลือดไหลย้อนกลับ ง. ดักจับเกล็ดเลือดส่วนเกินในเลือด			
	28. หัวใจห้องล่างขวาทำหน้าที่สูบฉีดเลือดไปที่ใด ก. ส่วนต่างๆ ของร่างกาย ข. หัวใจห้องล่างซ้าย ค. ปอด ง. หัวใจห้องบนซ้าย			
	29. ลิ้นหัวใจพัลโมนารีเซมิลูนาร์ทำหน้าที่ใด ก. กั้นระหว่างหัวใจห้องบนและห้องล่างขวา ข. กั้นระหว่างหัวใจห้องบนและห้องล่างซ้าย ค. กั้นระหว่างหัวใจห้องล่างซ้ายและทางออกสู่ร่างกาย ง. กั้นระหว่างหัวใจห้องล่างซ้ายและทางออกสู่ปอด			

วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	คะแนน		
		ความสอดคล้อง		
		+1	0	-1
2.2 อธิบายหน้าที่ของ ส่วนประกอบของหัวใจได้ (ต่อ)	30. หัวใจห้องใดรับเลือดที่มีแก๊สออกซิเจนมาจากปอดเป็น ห้องแรก ก. หัวใจห้องบนขวา ข. หัวใจห้องล่างซ้าย ค. หัวใจห้องบนซ้าย ง. หัวใจห้องล่างขวา			
2.3 อธิบายความแตกต่าง ระหว่างหัวใจมนุษย์และ หัวใจสัตว์บางชนิดได้	31. สัตว์ในข้อใดมีจำนวนห้องหัวใจเท่ากับมนุษย์ ก. ปลา ข. เต่า ค. กบ ง. จระเข้			
	32. นกมีหัวใจกี่ห้อง ก. 2 ห้อง ข. 3 ห้อง ค. 4 ห้อง ง. 5 ห้อง			
	33. ข้อใดต่อไปนี้เป็นเรียงลำดับห้องหัวใจของสิ่งมีชีวิตจากน้อย ไปหามากได้ถูกต้องที่สุด ก. ปลา - แมว - เต่า ข. จระเข้ - เต่า - ปลา ค. จระเข้ - กบ - นก ง. ปลา - กบ - นก			
	34. สัตว์ชนิดใดมีหัวใจที่มีลักษณะเป็นเส้นเลือดโป่งออกเป็น ช่วงๆ ก. ตั๊กแตน ข. ปลา ค. เต่า ง. นก			
2.4 อธิบายความสัมพันธ์ ของหัวใจ และการเกิดโรค ที่เกี่ยวข้องได้	35. ข้อใดไม่ใช่สาเหตุของการเกิดโรคลิ้นหัวใจรั่ว ก. ลิ้นหัวใจรั่วตั้งแต่กำเนิด ข. ลิ้นหัวใจเสื่อมตามอายุ ค. สาเหตุจากการทานอาหารรสเปรี้ยวจัด ง. สาเหตุมาจากเชื้อโรค			

วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	คะแนน		
		ความสอดคล้อง		
		+1	0	-1
2.4 อธิบายความสัมพันธ์ของหัวใจ และการเกิดโรคที่เกี่ยวข้องได้ (ต่อ)	36. ข้อใดเป็นอาการของผู้ที่เป็นโรคเกี่ยวกับลิ้นหัวใจ <input checked="" type="radio"/> ก. หอบ เหนื่อยง่าย ข. เจ็บบริเวณลิ้นปี่ ค. มีเสมหะตลอดเวลา ง. นอนตะแคงไม่ได้			
	37. นิซคุณเป็นคนชอบทานอาหารทอดที่มีน้ำมันมากๆ นิซคุณเสี่ยงต่อการเกิดโรคใดมากที่สุด ก. ลิ้นหัวใจรั่ว ข. ลิ้นหัวใจยาว <input checked="" type="radio"/> ค. โรคหัวใจขาดเลือด ง. โรควณโรค			
	38. อาการแน่น เจ็บบริเวณกลางหน้าอกด้านซ้ายอาจเป็นอาการของโรคใดมากที่สุด ก. ลิ้นหัวใจรั่ว ข. ลิ้นหัวใจยาว <input checked="" type="radio"/> ค. โรคหัวใจขาดเลือด ง. โรควณโรค			
	39. ข้อใดเป็นวิธีการปฏิบัติตัวที่ถูกต้องสำหรับผู้เป็นโรคเกี่ยวกับหัวใจ ก. หมั่นออกกำลังกายอย่างหนักทุกวัน ข. หมั่นทานอาหารที่มีปริมาณน้ำตาลมาก <input checked="" type="radio"/> ค. ทำจิตใจให้แจ่มใส ง. นอนในห้องที่มีเครื่องปรับอากาศ			
	40. ข้อใดเป็นสาเหตุของโรคหัวใจขาดเลือด ก. ลิ้นหัวใจปิดไม่สนิท ข. มีเชื้อโรคที่ลิ้นหัวใจ ค. มีอาการตกใจโดยทันทีทันใด <input checked="" type="radio"/> ง. เส้นเลือดที่เลี้ยงกล้ามเนื้อหัวใจตีบ			
เรื่องที่ 3 หลอดเลือดและระบบหมุนเวียนเลือด				
3.1 อธิบายหน้าที่ของหลอดเลือดประเภทต่างๆ ได้	41. หลอดเลือดที่นำเลือดออกจากหัวใจไปยังส่วนต่างๆ ของร่างกายคือข้อใด ก. หลอดเลือดดำ <input checked="" type="radio"/> ข. หลอดเลือดแดง ค. หลอดเลือดฝอย ง. ข และ ค			

วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	คะแนน		
		ความสอดคล้อง		
		+1	0	-1
3.1 อธิบายหน้าที่ของหลอดเลือดประเภทต่างๆ ได้ (ต่อ)	42. ข้อใดหมายถึงหลอดเลือดเวน ก. หลอดเลือดแดง ข. หลอดเลือดดำ ค. หลอดเลือดฝอย ง. ไม่มีข้อถูก			
	43. การแลกเปลี่ยนแก๊สและสารต่างๆระหว่างเลือดกับเซลล์เกิดขึ้นในที่ใด ก. หัวใจ ข. ปอด ค. หลอดเลือดแดง ง. หลอดเลือดฝอย			
	44. หลอดเลือดในข้อใดมีปริมาณออกซิเจนสูงที่สุด ก. หลอดเลือดเวน ข. หลอดเลือดฝอย ค. หลอดเลือดอาร์เทอร์รี่ ง. หลอดเลือดดำ			
	45. หลอดเลือดในข้อใดไม่ติดกับหัวใจ ก. หลอดเลือดเวน ข. หลอดเลือดฝอย ค. หลอดเลือดดำ ง. ไม่มีข้อถูก			
3.2 อธิบายลักษณะของหลอดเลือดประเภทต่างๆ ได้	46. หลอดเลือดในข้อใดสามารถยืดหยุ่นและรักษาแรงดันเลือดได้ดีที่สุด ก. หลอดเลือดฝอย ข. หลอดเลือดเวน ค. หลอดเลือดอาร์เทอร์รี่ ง. หลอดเลือดเวนทริเคิล			
	47. หลอดเลือดในข้อใดมีความดันเลือดสูงที่สุด ก. หลอดเลือดที่นำเลือดออกจากหัวใจ ข. หลอดเลือดที่นำเลือดออกจากปอด ค. หลอดเลือดที่นำเลือดออกจากตับ ง. หลอดเลือดที่นำเลือดออกจากไต			

วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	คะแนน		
		ความสอดคล้อง	+1	0
3.2 อธิบายลักษณะของหลอดเลือดประเภทต่างๆ ได้ (ต่อ)	48. หลอดเลือดในข้อใดมีผนังบางที่สุด ก. หลอดเลือดเวน ข. <input checked="" type="radio"/> หลอดเลือดฝอย ค. หลอดเลือด ง. หลอดเลือดดำ			
	49. ข้อใดกล่าวผิดเกี่ยวกับหลอดเลือดฝอย ก. เป็นสถานที่แลกเปลี่ยนแก๊ส ข. เป็นจุดเชื่อมต่อระหว่างหลอดเลือดแดงและหลอดเลือดดำ ค. มีมากที่สุดในร่างกาย ง. <input checked="" type="radio"/> มีผนังหนา			
	50. ข้อใดหมายถึงหลอดเลือดเอออร์ตา (aorta) ก. <input checked="" type="radio"/> หลอดเลือดแดงที่ออกจากหัวใจมีขนาดใหญ่ที่สุด ข. หลอดเลือดดำที่ออกจากหัวใจมีขนาดใหญ่ที่สุด ค. หลอดเลือดฝอยที่มีขนาดเล็กที่สุด ง. หลอดเลือดฝอยที่มีขนาดใหญ่ที่สุด			
3.3 อธิบายการระบบหมุนเวียนของเลือดในร่างกายมนุษย์ได้	51. ข้อใดคือหน้าที่ของระบบหมุนเวียนเลือด ก. <input checked="" type="radio"/> ลำเลียงอาหารสู่ส่วนอื่นๆ ของร่างกาย ข. กำจัดของเสียออกจากร่างกาย ค. ดูดซึมอาหารในร่างกาย ง. ควบคุมการทำงานของอวัยวะในร่างกาย			
	52. เมื่อเลือดดำเปลี่ยนเป็นเลือดแดงแล้วจะไหลไปสู่ที่ใด ก. จากปอดเข้าสู่หัวใจห้องบนขวา ข. <input checked="" type="radio"/> จากปอดเข้าสู่หัวใจห้องบนซ้าย ค. ออกจากหัวใจไปยังเส้นเลือด ง. ออกจากปอดไปสู่ไตแล้วจึงเข้าสู่หัวใจ			
	53. การแลกเปลี่ยนแก๊สจากเลือดที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำเป็นเลือดที่มีปริมาณออกซิเจนสูงเกิดขึ้นที่ใด ก. เซลล์ในร่างกาย ข. หัวใจห้องบนซ้าย ค. <input checked="" type="radio"/> ปอด ง. หัวใจห้องบนขวา			

วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	คะแนน		
		ความสอดคล้อง		
		+1	0	-1
3.3 อธิบายการระบบหมุนเวียนของเลือดในร่างกายมนุษย์ได้ (ต่อ)	54. เลือดที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำจะเข้าสู่หัวใจทางห้องใด <input checked="" type="radio"/> ก. ห้องบนขวา (right atrium) ข. ห้องล่างขวา(right ventricle) ค. ห้องล่างซ้าย (left ventricle) ง. ห้องบนซ้าย (left atrium)			
	55. เลือดที่มีปริมาณออกซิเจนสูงจะถูกส่งออกจากหัวใจไปส่วนอื่นๆ ในร่างกายผ่านทางห้องใด ก. ห้องบนขวา (right atrium) ข. ห้องล่างขวา(right ventricle) <input checked="" type="radio"/> ค. ห้องล่างซ้าย (left ventricle) ง. ห้องบนซ้าย (left atrium)			
	56. ข้อใดหมายถึงเลือดดำ ก. เลือดที่ออกจากหัวใจห้องล่างซ้าย ข. เลือดที่มีปริมาณออกซิเจนสูง ค. เลือดที่ออกจากปอดไปสู่หัวใจ <input checked="" type="radio"/> ง. เลือดที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำ			
3.4 อธิบายความแตกต่างระบบหมุนเวียนเลือดในร่างกายมนุษย์และสัตว์ได้	57. การแลกเปลี่ยนแก๊สของเลือดที่มีออกซิเจนต่ำเป็นเลือดที่มีออกซิเจนสูงของปลาเกิดขึ้นที่ใด ก. ปอด ข. ครีป ค. ถุงลม <input checked="" type="radio"/> ง. เหงือก			
	58. สัตว์ประเภทใดมีระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิด ก. ปลา <input checked="" type="radio"/> ข. แมลง ค. นก ง. ไม่มีข้อถูก			
	59. ข้อใดกล่าวถูกต้อง ก. ปลา มีแค่หลอดเลือดแดง ข. ฮีโมซีลมีอยู่ในระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิด ค. มนุษย์มีระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิด <input checked="" type="radio"/> ง. แมลงไม่มีหลอดเลือดฝอย			

วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	คะแนน		
		ความสอดคล้อง	+1	0
3.4 อธิบายความแตกต่างระบบหมุนเวียนเลือดในร่างกายมนุษย์และสัตว์ได้ (ต่อ)	60. สัตว์คู่ใดมีระบบหมุนเวียนเลือดแบบเดียวกัน ก. กุ้ง - ปลา ข. ปลา - ปู ค. กุ้ง - แมลง ง. นก - ปู			
เรื่องที่ 4 ความดันเลือด				
4.1 อธิบายความหมายของความดันเลือดได้	61. ความดันเลือดคืออะไร ก. ความดันที่เกิดจากการบีบตัวของหัวใจ ข. ความดันที่เกิดจากการคลายตัวของหัวใจ ค. ความดันเลือดที่เกิดจากการบีบและการคลายตัวของหัวใจ ง. ไม่มีข้อถูก			
	62. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับความดันเลือด ก. เลือดออกจากหัวใจและเข้าสู่หัวใจมีความดันเท่ากัน ข. เลือดออกจากหัวใจมีความดันสูงกว่าเลือดเข้าสู่หัวใจ ค. เลือดออกจากหัวใจมีความดันต่ำกว่าเลือดเข้าสู่หัวใจ ง. ความดันเลือดจะเกิดขึ้นทุกๆ 1 นาที			
	63. ขณะที่หัวใจบีบตัว เลือดมีความเปลี่ยนแปลงอย่างไร ก. ไหลเข้าสู่หัวใจ ข. ไหลออกจากหัวใจ ค. ค้างอยู่ในหัวใจ ง. ไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ			
	64. ข้อใดกล่าวถูกต้อง ก. หลอดเลือดดำมีความดันเลือดสูงกว่าหลอดเลือดแดง ข. ความดันเลือดมีค่าเท่ากันเสมอ ค. ความดันเลือดเกิดจากความของเลือดที่ออกจากปอด ง. หลอดเลือดแดงใกล้หัวใจมีความดันเลือดสูงกว่าไกลหัวใจ			
	65. ผู้ที่มีความดันต่ำจะมีอาการอย่างไร ก. เวียนศีรษะ ข. หลอดเลือดแตก ค. หัวใจสูบฉีดแรง ง. หลอดเลือดตีบแคบ			

วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	คะแนน ความสอดคล้อง		
		+1	0	-1
4.2 อธิบายความหมาย และวิธีการวัดความดันเลือด ได้	66. การวัดความความดันเลือด วัดจากหลอดเลือดชนิดใด ก. หลอดเลือดดำ <input checked="" type="radio"/> ข. หลอดเลือดแดง ค. หลอดเลือดฝอย ง. วัดได้ทุกหลอดเลือด			
	67. ค่าของการวัดความดันเลือดมีกี่ค่า ก. 1 ค่า <input checked="" type="radio"/> ข. 2 ค่า ค. 3 ค่า ง. 4 ค่า			
	68. ข้อใดหมายถึงหน่วยของความดันเลือด <input checked="" type="radio"/> ก. mmHg ข. gmHg ค. mmHm ง. mgHm			
	69. ในการวัดค่าความดันเลือด ค่าตัวแรกหมายถึงข้อใด ก. ค่าของความดันเลือดที่อยู่ใกล้หัวใจ ข. ค่าความดันเลือดที่อยู่ไกลหัวใจ <input checked="" type="radio"/> ค. ค่าความดันเลือดขณะกล้ามเนื้อหัวใจบีบตัว ง. ค่าความดันเลือดในหลอดเลือดดำ			
	70. ข้อใดคือประโยชน์ของการตรวจวัดชีพจร <input checked="" type="radio"/> ก. ใช้แทนอัตราการเต้นของหัวใจ ข. ใช้ตรวจสอบค่าความดันเลือด ค. ใช้ตรวจสอบการทำงานของปอด ง. ใช้แทนอัตราการแลกเปลี่ยนแก๊สในเลือด			
4.3 อธิบายปัจจัยที่ส่งผลต่อ การเปลี่ยนแปลงของความ ดันเลือดในร่างกาย	71. ความดันเลือดของผู้ใหญ่ตามปกติมีค่าเฉลี่ยประมาณกี่ มิลลิเมตรของปรอท ก. 90/60 ข. 110/70 <input checked="" type="radio"/> ค. 120/80 ง. 130/90			

วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	คะแนน		
		ความสอดคล้อง		
		+1	0	-1
4.3 อธิบายปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของความดันเลือดในร่างกาย (ต่อ)	72. ข้อใดที่ไม่ใช่สิ่งที่ส่งผลต่อค่าความดันเลือด ก. อายุ ข. เพศ ค. อารมณ์ ง. ไม่มีข้อถูก			
	73. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง ก. อิริยาบถไม่มีผลต่อความดันเลือด ข. เพศหญิงมีความดันเลือดเฉลี่ยเท่ากับเพศชาย ค. คนตัวใหญ่ความดันเลือดสูงกว่าคนตัวเล็ก ง. การเล่นเกมทำให้ความดันเลือดต่ำลงได้			
	74. บุคคลในข้อใดมีอัตราการเต้นของชีพจรมากที่สุดครั้งหนึ่งในหนึ่งนาที ก. ทรงพลนั่งอ่านหนังสือ ข. เจนจิรากำลังทานข้าว ค. ณเดชกำลังเล่นฟุตบอล ง. ยาย่ากำลังเดินเล่น			
	75. ข้อใดเป็นสาเหตุที่ทำให้ความดันเลือดสูงได้มากที่สุด ก. รับประทานไขมันมากเกินไป ข. รับประทานผักปริมาณมาก ค. นอนมากเกินไป ง. รับประทานวิตามินมากเกินไป	มาก		
	76. อารมณ์ใดมีส่งผลกับความดันเลือดให้สูงขึ้นน้อยที่สุด ก. โกรธ ข. ตกใจ ค. วิตกกังวล ง. ดีใจ			
	77. ค่าความดันเลือดขณะหัวใจรับเลือดหรือคลายตัวควรมีค่าไม่เกินเท่าใด ก. 90 มิลลิเมตรของปรอท ข. 85 มิลลิเมตรของปรอท ค. 80 มิลลิเมตรของปรอท ง. 70 มิลลิเมตรของปรอท			

วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	คะแนน ความสอดคล้อง		
		+1	0	-1
4.4 อธิบายความสัมพันธ์ของความดันเลือดกับการเกิดโรคที่เกี่ยวข้องได้	78. การทานอาหารรสเค็มทำให้เกิดโรคความดันโลหิตสูงมากที่สุด ก. จืด ข. เปรี้ยว ค. หวาน ง. เค็ม			
	79. ข้อใดเป็นอันตรายที่เกิดจากความดันโลหิตต่ำ ก. เลือดไหลไม่หยุด ข. เลือดไหลไปเลี้ยงอวัยวะสำคัญไม่ทัน ค. หลอดเลือดแตก ง. เลือดแข็งตัวอย่างรวดเร็ว			
	80. ข้อใดเป็นแนวปฏิบัติของผู้เป็นความดันโลหิตสูง ก. พักผ่อนให้เพียงพอ ข. ทำจิตใจให้ร่าเริง ค. รับประทานผักผลไม้ที่มีกาก ง. ถูกทุกข้อ			

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คำชี้แจง : ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย × ลงบนข้อคำตอบที่ถูกต้อง

- | | |
|---|---|
| <p>1. เลือดมีส่วนประกอบใดมากที่สุด</p> <p><input type="radio"/> ก. พลาสมา</p> <p><input type="radio"/> ข. เม็ดเลือดแดง</p> <p><input type="radio"/> ค. เม็ดเลือดขาว</p> <p><input type="radio"/> ง. เกล็ดเลือด</p> | <p>6. ข้อใดคือหน้าที่ของเม็ดเลือดแดง</p> <p><input type="radio"/> ก. ลำเลียงแก๊ส</p> <p><input type="radio"/> ข. ต่อสู้กับเชื้อโรคในร่างกาย</p> <p><input type="radio"/> ค. ช่วยให้เลือดแข็งตัว</p> <p><input type="radio"/> ง. ไม่มีข้อถูก</p> |
| <p>2. เฮโมโกลบินอยู่ในส่วนประกอบใดของเลือด</p> <p><input type="radio"/> ก. พลาสมา</p> <p><input type="radio"/> ข. เม็ดเลือดขาว</p> <p><input checked="" type="radio"/> ค. เม็ดเลือดแดง</p> <p><input type="radio"/> ง. เกล็ดเลือด</p> | <p>7. เม็ดเลือดแดงถูกสร้างที่ใด</p> <p><input type="radio"/> ก. ม้าม</p> <p><input checked="" type="radio"/> ข. ไช้กระดูก</p> <p><input type="radio"/> ค. ปอด</p> <p><input type="radio"/> ง. หัวใจ</p> |
| <p>3. ข้อใดต่อไปนี้เป็นไม่ใช่ส่วนประกอบของเลือด</p> <p><input type="radio"/> ก. เกล็ดเลือด</p> <p><input type="radio"/> ข. เม็ดเลือดขาว</p> <p><input type="radio"/> ค. เม็ดเลือดแดง</p> <p><input checked="" type="radio"/> ง. น้ำเหลือง</p> | <p>8. สัตว์ในข้อที่มีสีของเลือดต่างจากสีของเลือดมนุษย์</p> <p><input type="radio"/> ก. ม้า</p> <p><input type="radio"/> ข. ปลา</p> <p><input checked="" type="radio"/> ค. ปู</p> <p><input type="radio"/> ง. กบ</p> |
| <p>4. เซลล์เม็ดเลือดขาวมีหน้าที่เกี่ยวกับอะไร</p> <p><input type="radio"/> ก. สร้างเม็ดเลือด</p> <p><input checked="" type="radio"/> ข. ทำลายเชื้อโรค</p> <p><input type="radio"/> ค. ลำเลียงออกซิเจน</p> <p><input type="radio"/> ง. ทำให้เลือดแข็งตัว</p> | <p>9. หากผลการตรวจนับจำนวนเม็ดเลือดแดงในเลือดมีน้อย นักเรียนคิดว่าเจ้าของเลือดมีโอกาสเป็นโรคใดมากที่สุด</p> <p><input checked="" type="radio"/> ก. โลหิตจาง</p> <p><input type="radio"/> ข. ไข้หวัดใหญ่</p> <p><input type="radio"/> ค. ปอดบวม</p> <p><input type="radio"/> ง. โรคหัวใจ</p> |
| <p>5. เมื่อเกิดบาดแผลส่วนประกอบใดในเลือดที่มีส่วนช่วยให้เลือดหยุดไหล มากที่สุด</p> <p><input type="radio"/> ก. พลาสมา</p> <p><input type="radio"/> ข. เม็ดเลือดขาว</p> <p><input type="radio"/> ค. เม็ดเลือดแดง</p> <p><input checked="" type="radio"/> ง. เกล็ดเลือด</p> | <p>10. อวัยวะที่ทำหน้าที่สูบฉีดเลือดให้ไหลไปทิศทางต่างๆ ทั่วร่างกาย คืออะไร</p> <p><input type="radio"/> ก. ไต</p> <p><input type="radio"/> ข. ปอด</p> <p><input checked="" type="radio"/> ค. หัวใจ</p> <p><input type="radio"/> ง. หลอดเลือด</p> |

11. หลอดเลือดดำที่ไหลเข้าสู่หัวใจมีทั้งหมด กี่เส้น
 ก. 1 เส้น
 ข. 2 เส้น
 ค. 4 เส้น
 ง. 6 เส้น
12. หัวใจของคนเรามีกี่ห้อง
 ก. 2 ห้อง
 ข. 4 ห้อง
 ค. 5 ห้อง
 ง. 6 ห้อง
13. ข้อใดคือหน้าที่ของลิ้นหัวใจ
 ก. แลกเปลี่ยนแก๊สออกซิเจนในหัวใจ
 ข. ดักจับเชื้อโรคในหัวใจ
 ค. ป้องกันเลือดไหลย้อนกลับ
 ง. ดักจับเกล็ดเลือดส่วนเกินในเลือด
14. หัวใจห้องใดรับเลือดที่มีแก๊สออกซิเจนมาจากปอด เป็นห้องแรก
 ก. หัวใจห้องบนขวา
 ข. หัวใจห้องล่างซ้าย
 ค. หัวใจห้องบนซ้าย
 ง. หัวใจห้องล่างขวา
15. สัตว์ในข้อใดมีจำนวนห้องหัวใจเท่ากับมนุษย์
 ก. ปลา
 ข. เต่า
 ค. กบ
 ง. จระเข้
16. สัตว์ชนิดใดมีหัวใจที่มีลักษณะเป็นเส้นเลือดโป่ง ออกเป็นช่วงๆ
 ก. ตั๊กแตน
 ข. ปลา
 ค. เต่า
 ง. นก
17. ข้อใดเป็นอาการของผู้ที่เป็นโรคเกี่ยวกับลิ้นหัวใจ
 ก. หอบ เหนื่อยง่าย
 ข. เจ็บบริเวณลิ้นปี่
 ค. มีเสมหะตลอดเวลา
 ง. นอนตะแคงไม่ได้
18. อาการแน่น เจ็บบริเวณกลางหน้าอกด้านซ้าย อาจเป็นอาการของโรคใดมากที่สุด
 ก. ลิ้นหัวใจรั่ว
 ข. ลิ้นหัวใจยาว
 ค. โรคหัวใจขาดเลือด
 ง. โรคหัวใจโต
19. ข้อใดเป็นวิธีการปฏิบัติตัวที่ถูกต้องสำหรับผู้เป็นโรคเกี่ยวกับหัวใจ
 ก. หมั่นออกกำลังกายอย่างหนักทุกวัน
 ข. หมั่นทานอาหารที่มีปริมาณน้ำตาลมาก
 ค. ทำจิตใจให้แจ่มใส
 ง. นอนในห้องที่มีเครื่องปรับอากาศ
20. หลอดเลือดที่นำเลือดออกจากหัวใจไปยังส่วนต่างๆ ของร่างกายคือข้อใด
 ก. หลอดเลือดดำ
 ข. หลอดเลือดแดง
 ค. หลอดเลือดฝอย
 ง. ข และ ค
21. ข้อใดหมายถึงหลอดเลือดเวน
 ก. หลอดเลือดแดง
 ข. หลอดเลือดดำ
 ค. หลอดเลือดฝอย
 ง. ไม่มีข้อถูก
22. หลอดเลือดในข้อใดมีปริมาณออกซิเจนสูงที่สุด
 ก. หลอดเลือดเวน
 ข. หลอดเลือดฝอย
 ค. หลอดเลือดอาร์เทอร์รี่
 ง. หลอดเลือดดำ

23. หลอดเลือดในข้อใดมีความดันเลือดสูงที่สุด
- ก. หลอดเลือดที่นำเลือดออกจากหัวใจ
- ข. หลอดเลือดที่นำเลือดออกจากปอด
- ค. หลอดเลือดที่นำเลือดออกจากตับ
- ง. หลอดเลือดที่นำเลือดออกจากไต
24. ข้อใดกล่าวผิดเกี่ยวกับหลอดเลือดฝอย
- ก. เป็นสถานที่แลกเปลี่ยนแก๊ส
- ข. เป็นจุดเชื่อมต่อระหว่างหลอดเลือดแดงและหลอดเลือดดำ
- ค. มีมากที่สุดในร่างกาย
- ง. มีผนังหนา
25. ข้อใดคือหน้าที่ของระบบหมุนเวียนเลือด
- ก. ลำเลียงอาหารสู่ส่วนอื่นๆ ของร่างกาย
- ข. กำจัดของเสียออกจากร่างกาย
- ค. ดูดซึมอาหารในร่างกาย
- ง. ควบคุมการทำงานของอวัยวะในร่างกาย
26. เมื่อเลือดดำเปลี่ยนเป็นเลือดแดงแล้วจะไหลไปสู่ที่ใด
- ก. จากปอดเข้าสู่หัวใจห้องบนขวา
- ข. จากปอดเข้าสู่หัวใจห้องบนซ้าย
- ค. ออกจากหัวใจไปยังเส้นเลือด
- ง. ออกจากปอดไปสู่ไตแล้วจึงเข้าสู่หัวใจ
27. เลือดที่มีปริมาณออกซิเจนสูงจะถูกส่งออกจากหัวใจไปส่วนอื่นๆ ในร่างกายผ่านทางห้องใด
- ก. ห้องบนขวา (right atrium)
- ข. ห้องล่างขวา(right ventricle)
- ค. ห้องล่างซ้าย (left ventricle)
- ง. ห้องบนซ้าย (left atrium)
28. การแลกเปลี่ยนแก๊สของเลือดที่มีออกซิเจนต่ำเป็นเลือดที่มีออกซิเจนสูงของปลาเกิดขึ้นที่ใด
- ก. ปอด
- ข. ครีบก
- ค. ถุงลม
- ง. เหงือก
29. สัตว์ประเภทใดมีระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิด
- ก. ปลา
- ข. แมลง
- ค. นก
- ง. ไม่มีข้อถูก
30. ความดันเลือดคืออะไร
- ก. ความดันที่เกิดจากการบีบตัวของหัวใจ
- ข. ความดันที่เกิดจากการคลายตัวของหัวใจ
- ค. ความดันเลือดที่เกิดจากการบีบและการคลายตัวของหัวใจ
- ง. ไม่มีข้อถูก
31. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับความดันเลือด
- ก. เลือดออกจากหัวใจและเข้าสู่หัวใจมีความดันเท่ากัน
- ข. เลือดออกจากหัวใจมีความดันสูงกว่าเลือดเข้าสู่หัวใจ
- ค. เลือดออกจากหัวใจมีความดันต่ำกว่าเลือดเข้าสู่หัวใจ
- ง. ความดันเลือดจะเกิดขึ้นทุกๆ 1 นาที
32. ค่าของการวัดความดันเลือดมีกี่ค่า
- ก. 1 ค่า
- ข. 2 ค่า
- ค. 3 ค่า
- ง. 4 ค่า

33. ข้อใดหมายถึงหน่วยของความดันเลือด
- ก. mmHg
- ข. gmHg
- ค. mmHm
- ง. mgHm
34. ในการวัดค่าความดันเลือด ค่าตัวแรกหมายถึงข้อใด
- ก. ค่าของความดันเลือดที่อยู่ไกลหัวใจ
- ข. ค่าความดันเลือดที่อยู่ไกลหัวใจ
- ค. ค่าความดันเลือดขณะกล้ามเนื้อหัวใจบีบตัว
- ง. ค่าความดันเลือดในหลอดเลือดดำ
35. ความดันเลือดของผู้ใหญ่ตามปกติมีค่าเฉลี่ยประมาณกี่มิลลิเมตรของปรอท
- ก. 90/60
- ข. 110/70
- ค. 120/80
- ง. 130/90
36. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง
- ก. อริยาบถไม่มีผลต่อความดันเลือด
- ข. เพศหญิงมีความดันเลือดเฉลี่ยเท่ากับเพศชาย
- ค. คนตัวใหญ่ความดันเลือดสูงกว่าคนตัวเล็ก
- ง. การเล่นเกมทำให้ความดันเลือดต่ำลงได้
37. บุคคลในข้อใดมีอัตราการเต้นของชีพจรมากที่สุดครั้งที่สุดในหนึ่งนาที
- ก. ทรงพลนั่งอ่านหนังสือ
- ข. เจนจิรากำลังทานข้าว
- ค. ณเดชกำลังเล่นฟุตบอล
- ง. ยายากำลังเดินเล่น
38. ค่าความดันเลือดขณะหัวใจบีบเลือดหรือคลายตัวควรมีค่าไม่เกินเท่าใด
- ก. 90 มิลลิเมตรของปรอท
- ข. 85 มิลลิเมตรของปรอท
- ค. 80 มิลลิเมตรของปรอท
- ง. 70 มิลลิเมตรของปรอท
39. การทานอาหารรสใดมีผลให้เกิดโรคความดันโลหิตสูงมากที่สุด
- ก. จืด
- ข. เปรี้ยว
- ค. หวาน
- ง. เค็ม
40. ข้อใดเป็นแนวปฏิบัติตนของผู้เป็นความดันโลหิตสูง
- ก. พักผ่อนให้เพียงพอ
- ข. ทำจิตใจให้ร่าเริง
- ค. รับประทานผักผลไม้ที่มีกาก
- ง. ถูกทุกข้อ

ตารางสรุป ค่าความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ (IOC) ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก
และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด

ข้อที่	ค่า IOC	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
1	+1	.58	.61
2	+1	.50	.67
3	+1	.56	.44
4	+1	.58	.50
5	+1	.58	.61
6	+1	.42	.61
7	+1	.44	.78
8	+1	.50	.78
9	+1	.50	.67
10	+1	.50	.56
11	+1	.42	.72
12	+1	.64	.50
13	+1	.53	.50
14	+1	.39	.56
15	+1	.56	.56
16	+1	.50	.56
17	+1	.44	.33
18	+1	.36	.61
19	+1	.44	.67
20	+1	.50	.33
21	+1	.53	.39
22	+1	.47	.61
23	+1	.64	.50
24	+1	.44	.67
25	+1	.53	.39
26	+1	.42	.39
27	+1	.39	.56
28	+1	.39	.44
29	+1	.67	.44
30	+1	.50	.44
31	+1	.50	.33
32	+1	.58	.50
33	+1	.42	.61
34	+1	.56	.44
35	+1	.50	.56
36	+1	.50	.67
37	+1	.50	.78
38	+1	.50	.56
39	+1	.53	.39
40	+1	.61	.67

ค่าความเชื่อมั่น = 0.894



ภาคผนวก จ

- แบบประเมินรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
- แบบประเมินความเหมาะสมของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด
- แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนจากหนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด

แบบประเมินรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

คำชี้แจง:

แบบประเมินนี้ใช้เป็นส่วนหนึ่งในการหาข้อมูลปรัญญาณิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาารูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น” โดยแบ่งหัวข้อการประเมินออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 องค์ประกอบด้านโครงสร้างของหนังสือเรียนที่สอดคล้องกับการรูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ แบบ 5E

ส่วนที่ 2 องค์ประกอบด้านเครื่องมือสนับสนุนและควบคุมการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์
โปรดแสดงความคิดเห็นของท่านเกี่ยวกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด
โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็น โดยระดับความคิดเห็นมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้
โดยมีเกณฑ์การประเมิน 5 ระดับ ดังนี้

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

ส่วนที่ 1 องค์ประกอบด้านโครงสร้างของหนังสือเรียนที่สอดคล้องกับการรูปแบบการ
สอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ แบบ 5E

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. ส่วนนำ					
1.1 ความเหมาะสมขององค์ประกอบในส่วนนำของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์					
1.2 ความเหมาะสมในการออกแบบหน้าปกหนังสืออิเล็กทรอนิกส์					
1.3 ความเหมาะสมขององค์ประกอบหน้าปกหนังสืออิเล็กทรอนิกส์					
1.4 ความเหมาะสมในการออกแบบหน้าคำแนะนำผู้ใช้					
1.5 ความเหมาะสมของการแนะนำการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์					
1.6 ความเหมาะสมในการออกแบบหน้าสารบัญหนังสืออิเล็กทรอนิกส์					
1.7 ความเหมาะสมของการใช้การเชื่อมโยง (hyper link) จากหน้าสารบัญสู่หน้าเนื้อหา					
1.8 ความเหมาะสมในการออกแบบการใช้มัลติมีเดียในหน้าบทนำ					
2. ส่วนหลัก					
2.1 ความเหมาะสมของรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาส่วนนำเข้าสู่เนื้อหา					
2.1.1 ความเหมาะสมการใช้ชีวิตทัศน์ในส่วนนำเข้าสู่เนื้อหา					
2.1.2 ความเหมาะสมการใช้คำถามในส่วนนำเข้าสู่เนื้อหา					
2.1.3 ความเหมาะสมการใช้แจ้งจุดประสงค์ในส่วนนำเข้าสู่เนื้อหา					
2.1.4 ความเหมาะสมการใช้รูปภาพในส่วนนำเข้าสู่เนื้อหา					
2.2 ความเหมาะสมของรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาส่วนสำรวจข้อมูล					
2.2.1 ความเหมาะสมการใช้ข้อความในส่วนสำรวจข้อมูล					
2.2.2 ความเหมาะสมการใช้ชีวิตทัศน์ในส่วนสำรวจข้อมูล					
2.2.3 ความเหมาะสมการใช้รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว ภาพปฏิสัมพันธ์ ในส่วนสำรวจข้อมูล					
2.2.4 ความเหมาะสมการใช้กล่องคำถามปฏิสัมพันธ์ในส่วนสำรวจข้อมูล					
2.2.5 ความเหมาะสมการใช้กล่องเกร็ดความรู้ในส่วนสำรวจข้อมูล					
2.2.6 ความเหมาะสมการใช้สถานการณ์จำลองในส่วนสำรวจข้อมูล					
2.3 ความเหมาะสมของรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาส่วนอธิบาย					
2.3.1 ความเหมาะสมการใช้กล่องอธิบายผลในส่วนอธิบาย					
2.3.2 ความเหมาะสมการใช้เครื่องมือส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการอธิบายผล					
2.4 ความเหมาะสมของรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาส่วนขยายความรู้					
2.4.1 ความเหมาะสมการใช้กล่องชวนค้นคว้าในส่วนขยายความรู้					
2.4.2 ความเหมาะสมการใช้หน้าเนื้อหาซ่อนในส่วนขยายความรู้					
2.4.3 ความเหมาะสมการใช้กล่องชวนหาเพิ่มในส่วนขยายความรู้					

ส่วนที่ 2 องค์ประกอบด้านเครื่องมือสนับสนุนและควบคุมการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. ความเหมาะสมของลักษณะและการจัดวางของเครื่องมือ					
1.1 ความเหมาะสมของขนาดสัญลักษณ์เครื่องมือ					
1.2 ความเหมาะสมของรูปแบบสัญลักษณ์เครื่องมือ					
1.3 ความเหมาะสมของการวางตำแหน่งเครื่องมือ					
2. ความเหมาะสมของเครื่องมือกลุ่มมุมมอง					
2.1 ความเหมาะสมของการใช้เครื่องมือปรับขยายขนาดมุมมอง					
2.2 ความเหมาะสมของการใช้เครื่องมือปรับลดขนาดมุมมอง					
2.3 ความเหมาะสมของการใช้เครื่องมือมุมมองเต็มหน้าจอ					
2.4 ความเหมาะสมของการใช้เครื่องมือมุมมองขนาดจริง					
3. ความเหมาะสมของการใช้เครื่องมือควบคุมการนำเสนอ					
3.1 ความเหมาะสมของการใช้เครื่องมือหน้าถัดไป					
3.2 ความเหมาะสมของการใช้เครื่องมือหน้าก่อนหน้า					
3.3 ความเหมาะสมของการใช้เครื่องมือไปปกหน้า					
3.4 ความเหมาะสมของการใช้เครื่องมือไปปกหลัง					
4. ความเหมาะสมของการใช้เครื่องมือในการเข้าถึงข้อมูล					
4.1 ความเหมาะสมของการเข้าถึงข้อมูลโดยเครื่องมือไปหน้าที่ต้องการ					
4.2 ความเหมาะสมของการเข้าถึงข้อมูลโดยเครื่องมือค้นหา					
4.3 ความเหมาะสมของเครื่องมือเข้าถึงข้อมูลรูปภาพด้วยเครื่องมือแสดงรูปภาพ					
4.4 ความเหมาะสมของเครื่องมือเข้าถึงข้อมูลวีดิทัศน์ด้วยเครื่องมือแสดงวีดิทัศน์					
5. ความเหมาะสมของการใช้เครื่องมืออื่นๆ					
5.1 ความเหมาะสมของเครื่องมือควบคุมและจัดการเสียง					
5.2 ความเหมาะสมของเครื่องมือในการสั่งพิมพ์					
5.3 ความเหมาะสมของเครื่องมือในการช่วยค้นหา					

ข้อเสนอแนะที่ควรปรับปรุงแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



ลงชื่อ

(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ

**แบบประเมินหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนรู้ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์
ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด
(ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา)**

คำชี้แจง : โปรดแสดงความคิดเห็นของท่านเกี่ยวกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็น โดยระดับความคิดเห็นมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

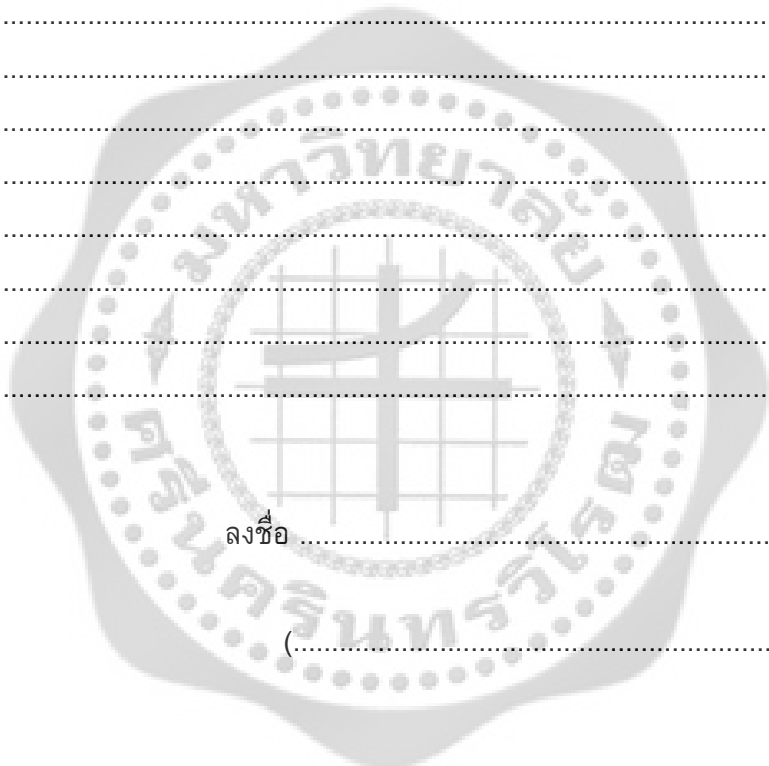
- 5 = ดีมาก
4 = ดี
3 = ปานกลาง
2 = พอใช้
1 = ควรปรับปรุง

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
1. ด้านการออกแบบ						
1.1 ความเหมาะสมในการจัดหน้า						
1.2 ความเหมาะสมในการจัดวางตำแหน่งเครื่องมือ						
1.3 ความเหมาะสมของสีพื้นหลัง						
1.4 ความเหมาะสมของวิธีการเปลี่ยนหน้าหนังสือ						
1.5 ความเหมาะสมของแบบอักษร (font)						
1.6 ความเหมาะสมของขนาด (size) ตัวอักษรที่เลือกใช้						
1.7 ความเหมาะสมของสีตัวอักษรกับพื้นหลังของหน้าหนังสือ						
2. ด้านเครื่องมือและการควบคุม						
2.1 ความเหมาะสมของสัญลักษณ์ที่ใช้แทนเครื่องมือ						
2.2 ความเหมาะสมของขนาดเครื่องมือ						
2.3 ความเหมาะสมของสีของเครื่องมือ						
2.4 ความสะดวกในการใช้งานเครื่องมือ						
2.5 จำนวนเครื่องมือมีปริมาณพอเพียงกับการใช้งาน						
2.6 ความเหมาะสมต่อการควบคุมเพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง						
2.7 ความเหมาะสมของการควบคุมหนังสือโดยใช้เมาส์						
2.8 ความเหมาะสมของการควบคุมหนังสือโดยใช้คีย์บอร์ด						
2.9 ความเหมาะสมของการมีปฏิสัมพันธ์กับหนังสือ						

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
3. ด้านภาพและตารางประกอบหนังสือ						
3.1 ความเหมาะสมของขนาดของภาพ						
3.2 ความเหมาะสมของจำนวนภาพ						
3.3 ภาพนิ่งที่น่าเสนอสอดคล้องกับเนื้อหา						
3.4 ภาพนิ่งที่ใช้ประกอบสื่อความหมายชัดเจน						
3.5 ความเหมาะสมของการนำเสนอข้อมูลโดยใช้ตาราง						
4. ด้านภาพเคลื่อนไหว						
4.1 ภาพเคลื่อนไหวที่น่าเสนอสอดคล้องกับเนื้อหา						
4.2 ความเหมาะสมของจำนวนภาพเคลื่อนไหวประกอบเนื้อหา						
4.3 ภาพเคลื่อนไหวที่ใช้ประกอบสื่อความหมายได้ชัดเจน						
4.4 ความชัดเจนของตัวอักษรบรรยายในภาพเคลื่อนไหว						
4.5 ความเหมาะสมของอักษรบรรยายในภาพเคลื่อนไหว						
4.6 ความเหมาะสมของการควบคุมภาพเคลื่อนไหว						
4.7 ความเหมาะสมของภาพเคลื่อนไหวแบบมีปฏิสัมพันธ์ของกิจกรรม สถานการณ์จำลอง						
5. ด้านเนื้อหาและแบบทดสอบ						
5.1 วัตถุประสงค์มีความชัดเจน						
5.2 โครงสร้างเนื้อหาครอบคลุมวัตถุประสงค์						
5.3 ความเหมาะสมของปริมาณเนื้อหาในแต่ละหน้า						
5.4 ความถูกต้องของเนื้อหา						
5.5 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา						
5.6 ความเหมาะสมของรูปแบบกิจกรรมสถานการณ์จำลอง						
5.7 ความเหมาะสมของรูปแบบของแบบทดสอบระหว่างเรียน						
5.8 ความเหมาะสมของรูปแบบของแบบทดสอบหลังเรียน						
5.9 ความเหมาะสมของระยะเวลาในการศึกษา						

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

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



ลงชื่อ

ผู้ประเมิน

(.....)

**แบบประเมินหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนรู้ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์
ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด
(ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา)**

คำชี้แจง : โปรดแสดงความคิดเห็นของท่านเกี่ยวกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็น โดยระดับความคิดเห็นมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- 5 = ดีมาก
4 = ดี
3 = ปานกลาง
2 = พอใช้
1 = ควรปรับปรุง

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
1. ด้านเนื้อหา						
1.1 ความเหมาะสมของวัตถุประสงค์การเรียนรู้						
1.2 ความถูกต้องของเนื้อหา						
1.3 ความเหมาะสมกับผู้เรียน						
1.4 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา						
1.5 ความเหมาะสมของการลำดับเนื้อหา						
1.6 ความเหมาะสมของกรอบคำถามระหว่างเนื้อหา						
1.7 ความเหมาะสมของแหล่งข้อมูลเพื่อการศึกษาเพิ่มเติม						
2. ด้านภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และตารางประกอบ						
2.1 ภาพนิ่งที่ใช้มีความเหมาะสมกับเนื้อหา						
2.2 ภาพนิ่งที่ใช้มีความชัดเจน						
2.3 จำนวนภาพนิ่งที่ใช้มีจำนวนเหมาะสม						
2.4 ภาพเคลื่อนไหวที่ใช้มีความชัดเจน						
2.5 ภาพเคลื่อนไหวช่วยอธิบายเนื้อหาให้เข้าใจง่าย						
2.6 ภาพเคลื่อนไหวที่ใช้มีความถูกต้องเหมาะสมกับเนื้อหา						
2.7 จำนวนภาพเคลื่อนไหวที่ใช้มีจำนวนความเหมาะสม						
2.8 ความเหมาะสมของตารางที่ใช้ในการนำเสนอ						

แบบประเมินความพึงพอใจ

ในการเรียนจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนรู้ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์
ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด

คำชี้แจง: โปรดแสดงความคิดเห็นของท่านเกี่ยวกับความพึงพอใจในการเรียนจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็น โดยระดับความคิดเห็น มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- 5 = ดีมาก
4 = ดี
3 = ปานกลาง
2 = พอใช้
1 = ควรปรับปรุง

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1.1 ขนาดของตัวอักษร					
1.2 ความหนาแน่นของตัวอักษร					
1.3 สีของตัวอักษร					
1.4 รูปภาพประกอบมีความชัดเจน					
1.5 รูปภาพประกอบมีความสอดคล้องกับเนื้อหา					
1.6 วัสดุที่ค้นทำให้บทเรียนมีความน่าสนใจ					
1.7 วัสดุที่ค้นทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย					
1.8 ภาพปฏิสัมพันธ์มีความน่าสนใจ					
2.1 การอธิบายเนื้อหาเข้าใจได้ง่าย					
2.2 เนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับบทเรียน					
2.3 กล้องชวนสงสัยกระตุ้นให้เกิดความอยากรู้					
2.4 กล้องเกร็ดความรู้ช่วยให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น					
2.5 กล้องตอบคำถามกระตุ้นให้เกิดการค้นคว้า					
2.6 กิจกรรมสถานการณ์จำลองมีความน่าสนใจ					
2.7 กิจกรรมสถานการณ์จำลองทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย					
2.8 กิจกรรมสถานการณ์จำลองช่วยให้ฝึกสรุปในสิ่งที่เรียนได้					
3.1 สัญลักษณ์ของเครื่องมือเข้าใจได้ง่าย					
3.2 มีความสะดวกในการใช้เครื่องมือ					
3.3 เครื่องมือค้นหาช่วยให้สามารถหาความรู้เพิ่มเติมได้อย่างสะดวก					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

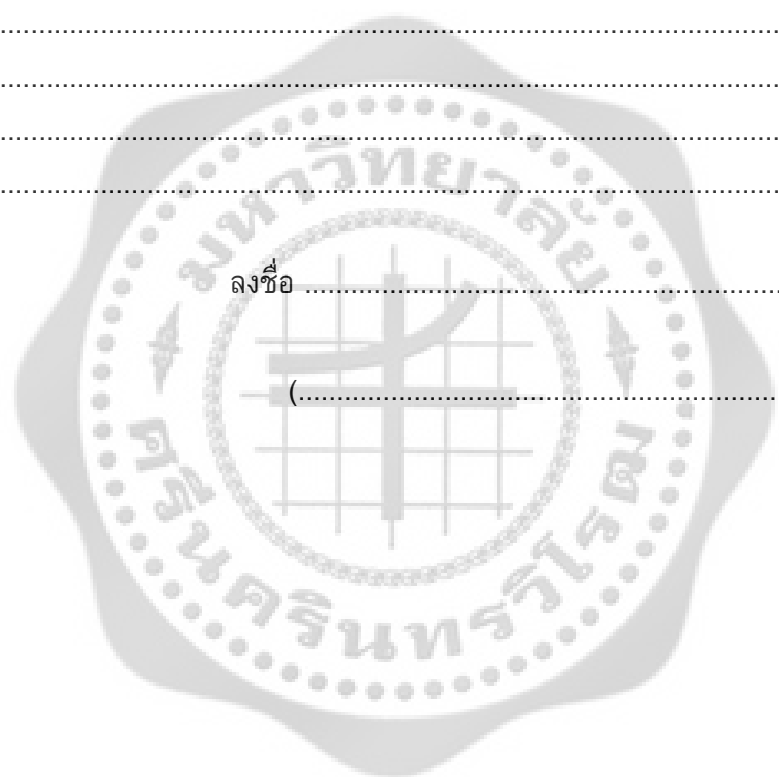
.....

.....

.....

.....

.....



ลงชื่อ

ผู้ประเมิน

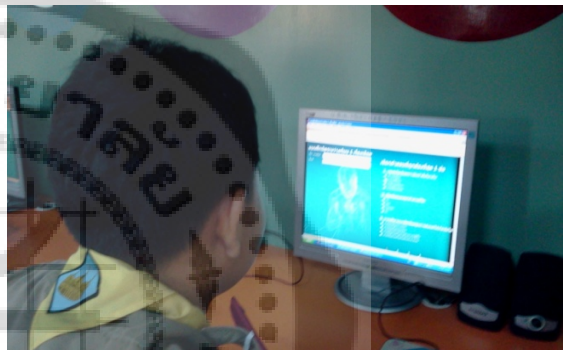
(.....)



ภาคผนวก ช
รูปภาพการดำเนินการวิจัย

ภาพการหาคุณภาพของข้อสอบ การทดลองหาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์
การทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียน และการหาค่าความพึงพอใจในการเรียน







ประวัตย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล นายชนกานต์ สุวรรณทรัพย์
 วันเดือนปีเกิด 9 เมษายน 2522
 สถานที่เกิด วชิรพยาบาล กรุงเทพมหานคร
 สถานที่อยู่ปัจจุบัน 96 หมู่ 3 ตำบลโคกช้าง อำเภอบางไทร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2533 ประถมศึกษา
 จาก โรงเรียนวัดหงส์ปทุมवास
 จังหวัดปทุมธานี

พ.ศ. 2536 มัธยมศึกษาตอนต้น
 จาก โรงเรียนปทุมวิไล
 จังหวัดปทุมธานี

พ.ศ. 2539 มัธยมศึกษาตอนปลาย
 จาก โรงเรียนปทุมวิไล
 จังหวัดปทุมธานี

พ.ศ. 2543 การศึกษาระดับบัณฑิต (เทคโนโลยีการศึกษา)
 จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

พ.ศ. 2547 การศึกษาระดับบัณฑิต (เทคโนโลยีการศึกษา)
 จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

พ.ศ. 2556 การศึกษาระดับดุษฎีบัณฑิต (เทคโนโลยีการศึกษา)
 จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ