

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การเรียนรู้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การดำเนินการของเซต กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเด็นต่อไปนี้

1. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
  - 2.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
  - 2.2 องค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
  - 2.3 ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
  - 2.4 หลักการพัฒนาและออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
  - 2.5 ข้อควรคำนึงในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
  - 2.6 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
  - 2.7 ความพึงพอใจในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  - 3.1 งานวิจัยในประเทศ
  - 3.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

#### 1. ที่มาและความสำคัญ

ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาการด้านต่าง ๆ ของโลกยุคโลกาภิวัตน์ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสังคมและเศรษฐกิจของทุกประเทศรวมทั้งประเทศไทยด้วย จึงมีความจำเป็นที่จะต้องปรับปรุงหลักสูตรการศึกษาของชาติ ซึ่งถือเป็นกลไกสำคัญในการพัฒนาคุณภาพการศึกษาของประเทศเพื่อสร้างคนไทยให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพพร้อมที่จะแข่งขันและร่วมมืออย่างสร้างสรรค์ในเวทีโลก หลักสูตรการศึกษาของประเทศที่ใช้อยู่ กระทรวงศึกษาธิการโดยกรมวิชาการได้ติดตามผลและดำเนินการวิจัยเพื่อการพัฒนาหลักสูตรตลอดมา ผลการศึกษาพบว่า

หลักสูตรที่ใช้อยู่ในปัจจุบันนานกว่า 10 ปี มีข้อจำกัดอยู่หลายประการ ไม่สามารถส่งเสริมให้สังคมไทยก้าวไปสู่สังคมความรู้ได้ทันการณ์ ในเรื่องที่สำคัญดังต่อไปนี้

1.1 การจัดหลักสูตรและการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ยังไม่สามารถผลักดันให้ประเทศไทยเป็นผู้นำด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในภูมิภาค จึงจำเป็นต้องปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนให้คนไทยมีทักษะกระบวนการและเจตคติที่ดีทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความคิดสร้างสรรค์

1.2 การนำหลักสูตรไปใช้ยังไม่สามารถสร้างพื้นฐานในการคิด สร้างวิธีการเรียนรู้ให้คนไทยมีทักษะในการจัดการและทักษะในการดำเนินชีวิต สามารถเผชิญปัญหาสังคมและเศรษฐกิจที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วได้อย่างมีประสิทธิภาพ

รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช 2540 และ พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ได้กำหนดให้การศึกษาเป็นกระบวนการเรียนรู้เพื่อความเจริญงอกงามของบุคคลและสังคมโดยการถ่ายทอดความรู้ การฝึก การอบรม การสืบสานทางวัฒนธรรม การสร้างสรรค์ความก้าวหน้าทางวิชาการ การสร้างองค์ความรู้อันเกิดจากการจัดสภาพแวดล้อมสังคมแห่งการเรียนรู้ และปัจจัยเกื้อหนุนให้บุคคลเกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต การจัดการศึกษาต้องเป็นไปเพื่อพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้ และคุณธรรม มีจริยธรรมและวัฒนธรรมในการดำรงชีวิต สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข เปิดโอกาสให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษา พัฒนาสาระ และกระบวนการเรียนรู้ให้เป็นไปอย่างต่อเนื่อง

การจัดการศึกษามุ่งเน้นความสำคัญทั้งด้านความรู้ ความคิด ความสามารถคุณธรรม กระบวนการเรียนรู้ และความรับผิดชอบต่อสังคม เพื่อพัฒนาคนให้มีความสมดุล โดยยึดหลักผู้เรียนสำคัญที่สุด ทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน และจัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ทุกเวลา ทุกสถานที่ ให้ความสำคัญต่อความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

## 2. หลักการจัดการศึกษาของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน

เพื่อให้การจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานเป็นไปตามแนวนโยบายการจัดการศึกษาของประเทศ จึงกำหนดหลักการของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ไว้ดังนี้ คือ ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาและเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต โดยถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด สามารถพัฒนาตามธรรมชาติ และเต็มตามศักยภาพ

### 3. จุดหมายของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข และมีความเป็นไทย มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนด จุดหมายซึ่งถือเป็นมาตรฐานการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ ดังต่อไปนี้

3.1 มีความคิดสร้างสรรค์ ใฝ่รู้ ใฝ่เรียน รักการอ่าน รักการเขียน และรักการค้นคว้า

3.2 มีความรู้อันเป็นสากล รู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงและความเจริญก้าวหน้าทาง วิทยาการ มีทักษะและศักยภาพในการจัดการ การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยี ปรับวิธีการคิด วิธีการทำงานได้เหมาะสมกับสถานการณ์

3.3 มีทักษะและกระบวนการโดยเฉพาะทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ทักษะการคิด การสร้างปัญญา และทักษะในการดำเนินชีวิต

### 4. การจัดหลักสูตรของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน เป็นหลักสูตรที่กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ในการพัฒนา ผู้เรียน โดยเฉพาะช่วงชั้นที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 เป็นหลักสูตรที่มุ่งเน้นการศึกษาเพื่อเพิ่มพูน ความรู้และทักษะเฉพาะด้าน มุ่งปลูกฝังความรู้ ความสามารถ และทักษะในวิทยาการและ เทคโนโลยี เพื่อให้เกิดการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ นำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษาต่อ และการ ประกอบอาชีพ มุ่งมั่นพัฒนาคนและประเทศตามบทบาทของตน สามารถเป็นผู้นำ และผู้ให้บริการ ชุมชนในด้านต่าง ๆ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. เว็บไซต์, 2547 : ไม่ปรากฏเลขหน้า)

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มคณิตศาสตร์

#### 1. บทบาทและความสำคัญของคณิตศาสตร์

วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ช่วยก่อให้เกิดความเจริญก้าวหน้าทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี โลกในปัจจุบันเจริญขึ้นเพราะการคิดค้นทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องอาศัยความรู้ทาง คณิตศาสตร์ ดังคำกล่าวของ คาร์ล ฟรีดริค เกาส์ (Carl Friedrich - Gauss) ซึ่งเป็นนัก คณิตศาสตร์ชาวเยอรมันที่มีชื่อเสียงในคริสต์ศตวรรษที่ 19 ว่า “คณิตศาสตร์เป็นราชินีของ วิทยาศาสตร์และเลขคณิตเป็นราชินีของคณิตศาสตร์” (Mathematics is the queen of sciences and arithmetic is the queen of mathematics) นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนาให้แต่ละ บุคคลเป็นคนที่สมบูรณ์ เป็นพลเมืองดี เพราะคณิตศาสตร์ช่วยเสริมสร้างความมีเหตุผล ความเป็น คนช่างคิด ช่างริเริ่มสร้างสรรค์ มีระบบระเบียบในการคิด มีการวางแผนในการทำงาน มี ความสามารถในการตัดสินใจ มีความรับผิดชอบต่อกิจการงานที่ได้รับมอบหมาย ตลอดจนมี ลักษณะของความเป็นผู้นำในสังคม (กรมวิชาการ.2545 : 1 )

## 2. ธรรมชาติและลักษณะเฉพาะของวิชาคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีมาแต่โบราณก่อนคริสต์ศักราช มนุษย์ได้นำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อตนเองในชีวิตประจำวัน และคณิตศาสตร์ไม่ได้หมายความถึงสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์หรือตัวเลขเท่านั้นแต่คณิตศาสตร์หมายถึงสิ่งต่อไปนี้เป็นวิชาที่ว่าด้วยความคิด การใช้กระบวนการคิด ต้องอาศัยเหตุผล และการเรียนคณิตศาสตร์เป็นการฝึกแก้ปัญหาต่าง ๆ นอกจากนี้การใช้ความคิดยังช่วยพัฒนาให้เกิดการคิดค้นและดัดแปลงพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ให้ทันสมัยและเหมาะสมกับการนำไปใช้มากขึ้น เช่น การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้การคิดคำนวณ จากการใช้ลูกคิด (Abacus) เป็นการใช้เครื่องคิดเลข (Calculator) และเครื่องคิดเลขกราฟิก (Graphic Calculator) ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการเขียนกราฟต่าง ๆ ได้ ตลอดจนการใช้คอมพิวเตอร์ (Computer)

คณิตศาสตร์เป็นภาษาอย่างหนึ่ง สัญลักษณ์ที่ใช้ในวิชาคณิตศาสตร์เกิดขึ้นจากความคิดและตกลงยอมรับที่จะนำไปใช้

คณิตศาสตร์เป็นศิลปะอย่างหนึ่ง ความงามของคณิตศาสตร์เป็นความมีระเบียบและความผสมผสานกลมกลืนกัน นักคณิตศาสตร์ได้แสดงความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการเชื่อมโยงสิ่งที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติกับคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่สร้างความเป็นระเบียบแบบแผนมีลำดับขั้นตอนในการคิดและต้องอาศัยการคิดอย่างมีเหตุผล สิ่งที่เรียนก่อนจะเป็นพื้นฐานในการเรียนเรื่องต่อไปหรือในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในชั้นที่สูงต่อไป เช่น การเรียนเรื่องการบวกก่อนการเรียนเรื่องการคูณ การเรียนเรื่องลำดับและอนุกรมก่อนการเรียนเรื่องแคลคูลัส

นอกจากนี้ยังมีนักคณิตศาสตร์ศึกษาบางท่านได้กล่าวถึงวิชาคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เป็นความจริงที่รู้ได้โดยสัญชาตญาณการหยั่งรู้ (Intuition) เป็นความรู้ที่มีมาแต่กำเนิด ไม่ต้องพิสูจน์ รู้ได้จากสามัญสำนึกว่าเป็นจริง เช่น จากการมองคูไม้ 2 ท่อนที่วางอยู่ เราสามารถเปรียบเทียบความยาวของไม้ทั้งสองท่อนได้ว่าเป็นอย่างไร อันหนึ่งยาวกว่าอีกอันหนึ่งหรือไม่ หรือกองขนมที่วางอยู่ เราสามารถบอกได้ว่าขนมกองใดมีปริมาณมากกว่ากัน

วิชาคณิตศาสตร์มีความหมายเป็นตรรกวิทยา (Logicalism) คือมีความเป็นเหตุเป็นผลในตัวของมันเอง

วิชาคณิตศาสตร์มีความเป็นแบบแผน (Formalism) ในด้านโครงสร้างจึงทำให้เกิดกฎเกณฑ์และทฤษฎีต่าง ๆ ขึ้น เช่น ในการพิสูจน์ทฤษฎีบทเกี่ยวกับเรขาคณิต ต้องอาศัยสัจพจน์ (Axiom) บทนิยาม (Definition) และทฤษฎีบทที่เรียนมาก่อน เพื่อใช้พิสูจน์หรือในการพิสูจน์โดยใช้วิธีอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematics Induction) จะเห็นวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มี

ลักษณะเฉพาะ และเป็นวิชาที่มีความสำคัญและจำเป็นสำหรับนักเรียนทุกคน และการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม

### 3. วิสัยทัศน์

การศึกษาคณิตศาสตร์สำหรับหลักสูตรสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2546 เป็นการศึกษาเพื่อปวงชนที่เปิดโอกาสให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องและตลอดชีวิตตามศักยภาพ ทั้งนี้เพื่อให้เยาวชนเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่พอเพียงสามารถนำความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นไปพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดียิ่งขึ้น รวมทั้งสามารถนำไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ และเป็นพื้นฐานสำหรับการศึกษาต่อ ดังนั้นจึงเป็นความรับผิดชอบของสถานศึกษาที่ต้องจัดสาระการเรียนรู้ที่เหมาะสมแก่ผู้เรียนแต่ละคน ทั้งนี้เพื่อให้บรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ (กรมวิชาการ, 2545 : 2)

สำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์และต้องการเรียนคณิตศาสตร์มากขึ้น ให้ถือเป็นหน้าที่ของสถานศึกษาที่จะต้องจัดโปรแกรมการเรียนการสอนให้แก่ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้คณิตศาสตร์เพิ่มเติมตามความถนัดและความสนใจ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนมีความทัดเทียมกับนานาชาติอารยประเทศ

### 4. เป้าหมายสำคัญของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการคิดการคำนวณ และใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนและมีชีวิตที่มีคุณภาพ จึงเป็นสิ่งที่จำเป็นที่ผู้เรียนจะต้องได้รับประสบการณ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ ที่เหมาะสมที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้เจริญเติบโตและได้พัฒนาตนเองให้มีคุณลักษณะต่อไปนี้ (ศิริพร ทิพย์คง, 2545 : 5)

4.1 มีความรู้และความเข้าใจในคณิตศาสตร์พื้นฐานและทักษะการคิดคำนวณ สามารถเลือกหลักการ กฎ หรือสูตรมาใช้ในการแก้ปัญหาได้

4.2 มีเหตุผลเชิงตรรกะในการคิด สามารถถ่ายทอดความคิดได้อย่างชัดเจน

4.3 มีความประทับใจ มองเห็นถึงความสำคัญและประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ ตลอดจนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

4.4 มีความสามารถในการใช้ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ มีทักษะในการเรียนรู้ และสามารถนำความรู้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

### 5. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 6 สาระ 19 มาตรฐานการเรียนรู้ ดังนี้ (กรมวิชาการ, 2545 : 6)

สาระที่ 1 : จำนวนและการดำเนินการ

สาระที่ 2 : การวัด

สาระที่ 3 : เรขาคณิต

สาระที่ 4 : พีชคณิต

สาระที่ 5 : การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

สาระที่ 6 : ทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาระดับพื้นฐาน

สาระที่ 1 : จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจในระบบจำนวนและสามารถนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้ได้

สาระที่ 2 : การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดได้

มาตรฐาน ค 2.3 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดได้

สาระที่ 3 : เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติได้

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนึกภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial Reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric Model) ในการแก้ปัญหาได้

สาระที่ 4 : พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 อธิบายและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์และฟังก์ชันต่าง ๆ ได้

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหาได้

สาระที่ 5 : การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลได้



มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหาได้

สาระที่ 6 ทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 6.2 มีความสามารถในการให้เหตุผล

มาตรฐาน ค 6.3 มีความสามารถในการสื่อสารความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ

มาตรฐาน ค 6.4 มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้

มาตรฐาน ค 6.5 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

## 6. การจัดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มคณิตศาสตร์

6.1 การจัดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของสถานศึกษา ต้องจัดให้สอดคล้องกับปรัชญา เป้าหมายของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิสัยทัศน์ และสภาพแวดล้อมของสถานศึกษา ที่สำคัญคือต้องจัดภายใต้กรอบสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งเป็นผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง (Expected Learning Outcomes) ที่แสดงถึงจุดมุ่งหมายในการพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะพึงประสงค์ ทั้งด้านความรู้ ความคิด ทักษะและกระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ซึ่งเป็นผลการเรียนรู้เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน และเมื่อจบแต่ละช่วงชั้น

6.2 มาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์นี้เป็นมาตรฐานการเรียนรู้ที่คาดหวังสำหรับ ผู้เรียนทุกคนต้องบรรลุทั้งด้านความรู้ กระบวนการ และเจตคติ คุณธรรม ค่านิยม เพื่อเป็นพื้นฐานในการดำรงชีวิต และสำรวจความถนัด ความสนใจของตนเอง ซึ่งทัดเทียมกับมาตรฐานของนานาชาติ สอดคล้องกับสังคม วัฒนธรรม ภูมิปัญญา และวิถีชีวิตของไทย

6.3 สถานศึกษาจะต้องจัดสาระการเรียนรู้รายปี/รายภาคให้เป็นไปตามกรอบมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ทั้งมาตรฐานด้านทักษะและกระบวนการเรียนรู้ สถานศึกษาต้องนำมาตรฐานดังกล่าวไปจัดในการเรียนการสอนทุกสาระ ทุกช่วงชั้น

6.4 สำหรับผู้เรียนที่มีความถนัด มีความสนใจ หรือมีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ และต้องการเรียนคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้นเพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับการศึกษาต่อใน

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ	
ห้องสมุดงานวิจัย	
วันที่.....	24 ก.ค. 2555
เลขทะเบียน.....	247420
เลขเรียกหนังสือ.....	

ระดับอุดมศึกษา ให้สถานศึกษาจัดสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เพิ่มความลุ่มลึกขึ้นตามศักยภาพของผู้เรียน ซึ่งสถานศึกษาสามารถจัดได้อย่างยืดหยุ่นและหลากหลาย เช่น อาจจัดโปรแกรมสำหรับนักเรียนที่จะเรียนต่อสายวิทยาศาสตร์ โปรแกรมเข้มสำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถสูง (Honors Program) เป็นต้น

## บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

### 1. ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นกระบวนการเรียนการสอน โดยใช้สื่อคอมพิวเตอร์ ในการนำเสนอเนื้อหาเรื่องราวต่าง ๆ มีลักษณะเป็นการเรียนโดยตรง และเป็นการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive) คือสามารถโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ได้ เช่นเดียวกับการสอนระหว่างครูกับนักเรียนที่อยู่ในห้องตามปกติ (<http://www.thai.net/rakpasa/18.html>)

ขนิษฐา ชานนท์ (2532 : 7) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอน โดยที่เนื้อหาวิชา แบบฝึกหัด และการทดสอบจะถูกพัฒนาขึ้นในรูปแบบของบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งมักเรียกว่า Courseware ผู้เรียนจะเรียนบทเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยคอมพิวเตอร์จะสามารถเสนอเนื้อหาวิชา ซึ่งอาจจะเป็นทั้งในรูปแบบตัวหนังสือและกราฟิก สามารถถามคำถาม รับคำตอบจากผู้เรียน ตรวจสอบคำตอบและแสดงผลการเรียนในรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ให้แก่ผู้เรียน

ราชบัณฑิตยสถาน (2535 : 32) ได้บัญญัติศัพท์เกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ไว้ หมายถึง การสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ ตรงกับภาษาอังกฤษว่า Computer Assisted Instruction

ประวิทย์ บุญเต็ม (2536 : 9) ได้กล่าวถึงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนรายบุคคล ในลักษณะสื่อที่มีประสิทธิภาพ ที่สามารถทำงานได้ดีกว่าสื่อชนิดอื่น ๆ

ถนอมพร เลาหจรัสแสง (2541: 7) ได้กล่าวถึงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า หมายถึง สื่อการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่งซึ่งนำเสนอสื่อประสมอันได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง กราฟิก แผนภูมิ กราฟ ภาพเคลื่อนไหว วิดิทัศน์ และเสียง เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียนให้ใกล้เคียงกับการสอนจริงในห้องเรียนมากที่สุด คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นตัวอย่างที่ดีของสื่อการศึกษาในลักษณะตัวต่อตัวซึ่งผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์หรือการโต้ตอบ

พร้อมทั้งได้รับผลป้อนกลับ นอกจากนี้ยังเป็นสื่อที่ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล สามารถประเมินผลการเรียนและตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนได้ตลอดเวลา

ปาริชาติ สุวรรณมา (2542 : 24) ได้กล่าวถึงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนรายบุคคลในลักษณะใช้ป็นสื่อให้นักเรียนเกิดการ เรียนรู้มากที่สุด โดยกระบวนการในการเรียนการสอนนั้น นักเรียนสามารถค้นคว้าหาคำตอบ และ เรียนรู้ได้ด้วยตนเองจากบทเรียนที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้นในรูปแบบต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับการเรียน การสอน ซึ่งคอมพิวเตอร์เป็นสื่อที่มีประสิทธิภาพ สามารถทำงานได้ดีกว่าสื่อแบบอื่น ๆ ซึ่งจะช่วยให้ การเรียนรู้สมบูรณ์มากขึ้น

อมรฤทธิ์ อุทรักษ์ (2545 : 10) ได้กล่าวถึงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอน นักเรียนสามารถเรียนเนื้อหาจากบทเรียนใน คอมพิวเตอร์ โดยคอมพิวเตอร์จะเสนอเนื้อหาทั้งที่เป็นรูปภาพ ตัวหนังสือและภาพกราฟิกต่าง ๆ ซึ่งในระหว่างการเรียนการสอนจะมีการโต้ตอบระหว่างนักเรียนกับคอมพิวเตอร์ นักเรียนสามารถ ศึกษาด้วยตนเองตามความพร้อม ความถนัดและความสนใจ

อัญชฎา พัวไพบูลย์ (2545 : 15) ได้กล่าวถึงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า หมายถึง การนำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยครูในการเรียนการสอน การทบทวน การทำแบบฝึกหัด หรือการ วัดผล โดยอาศัยโปรแกรม สำหรับการเรียนการสอนที่บรรจุเนื้อหาในเรื่องที่ครูต้องการสอน นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองแบบเป็นลำดับ ขั้นตอน สามารถตอบได้และควบคุมอัตรา ความก้าวหน้าในการเรียนนั้นได้ จึงสนองต่อความสามารถของแต่ละบุคคลที่แตกต่างกัน เมื่อ นักเรียนทำผิดพลาดหรือทำผิดขั้นตอน คอมพิวเตอร์ยังสามารถบอกข้อบกพร่องของนักเรียน ทำให้ ครูตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนได้

ธีระ ดิษยรัตน์ (2546 : 8) ได้กล่าวถึงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า หมายถึง การนำ คอมพิวเตอร์มาใช้เป็นสื่อการสอน ด้วยการนำเสนอเนื้อหาสาระที่ต้องการให้เรียนรู้ตาม วัตถุประสงค์ โดยผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์และได้รับผลป้อนกลับโดยทันที

จากความหมายต่าง ๆ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พอจะสรุปได้ว่าเป็นการเรียน การสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง สามารถ กำหนดความก้าวหน้าในการเรียนได้ด้วยตนเอง โดยสามารถทบทวนความรู้เดิม ศึกษาเนื้อหาใหม่ ทำแบบฝึกหัด การทดสอบ วัดผลและประเมินผลได้ นอกจากนี้ยังสามารถตอบสนองต่อข้อมูลที่ ผู้เรียนป้อนเข้าไปในทันที



## 2. องค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

มีผู้กล่าวถึงองค์ประกอบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไว้ดังนี้

วุฒิชัย ประสารสอย (2543 : 17) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยสรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีองค์ประกอบ ดังนี้

1. ข้อความ (Text) สื่อที่นำเสนอเนื้อหาจะประกอบด้วยข้อความที่แสดงผลทางหน้าจอภาพคอมพิวเตอร์ นักเรียนจะใช้สายตาในการอ่านข้อความ ตัวอักษร ตัวเลขหรือสัญลักษณ์พิเศษอื่น ๆ

2. กราฟิก (Graphics) ใช้เพื่อดึงดูดความสนใจและเป็นตัวบ่งชี้แบ่งแยกความแตกต่างในการนำเสนอเนื้อหา โดยการแสดงผลด้วยเส้น วงกลม สีเหลี่ยมและแสงเงา

3. รูปภาพ (Images) ได้แก่ ภาพขาวดำ ภาพนิ่ง ภาพสี ภาพจากเอกสารสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ เพื่อแสดงภาพที่เหมือนจริงที่สื่อความหมายและจัดประสบการณ์ให้กับนักเรียน

4. เสียง (Audio) ได้แก่ เสียงธรรมชาติ เสียงประดิษฐ์ เสียงดนตรี ใช้เพื่อกระตุ้นความสนใจและอธิบายข้อเท็จจริงแก่นักเรียนผ่านทางประสาทสัมผัสทางการได้ยิน

5. ดิจิตอลวิดีโอ (Digital Video) ใช้เพื่ออธิบายข้อเท็จจริงของภาพเหตุการณ์ที่ต่อเนื่อง เช่น ภาพที่สร้างขึ้นให้สามารถเคลื่อนไหวได้

กรมวิชาการ (2544 : 13) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยสรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีองค์ประกอบ ดังนี้

1. ข้อความ (Text) อาจจะเป็นตัวอักษรหรือตัวเลขหรือเครื่องหมายเว้นวรรคตอนที่มีแบบหลากหลาย มีความแตกต่างกันทั้งตัวพิมพ์ ขนาด และสี รูปแบบของตัวอักษรแต่ละแบบยังสามารถส่งเสริมหรือเป็นข้อจำกัดในการแสดงข้อความได้ ดังนั้นการนำเสนอเนื้อหาจึงไม่สามารถยึดติดกับรูปแบบของตัวอักษรใด ๆ เพราะตัวอักษรแบบหนึ่งอาจจะเหมาะสมในการใช้เป็นตัวเรื่อง ในขณะที่อีกแบบหนึ่งสามารถใช้อธิบายเนื้อหาได้อย่างดีเพราะมีความชัดเจน อ่านง่ายไม่ต้องใช้สายตามาก ส่วนขนาดของตัวอักษรสามารถเลือกใช้เพื่อการเขียนหัวเรื่องและเนื้อหาให้มองเห็นได้อย่างชัดเจน

2. ภาพนิ่ง (Still Picture) ภาพนิ่ง หมายถึง ภาพถ่ายและภาพลายเส้น ซึ่งภาพนิ่งอาจจะมีสีขาวดำหรือสีอื่น ๆ ได้ อาจเป็นภาพ 2 มิติ 3 มิติ โดยขึ้นอยู่กับความสามารถของคอมพิวเตอร์ที่ใช้ อยู่ ส่วนขนาดของภาพนิ่งอาจมีขนาดใหญ่เต็มจอภาพหรือขนาดเล็กกว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีภาพนิ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญเพราะมนุษย์ได้รับอิทธิพลมาจากการรับรู้ด้วยภาพเป็นอย่างดี เมื่อครูออกแบบบทเรียนด้วยตนเอง ครูอาจใช้เครื่องมือวาดภาพในซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ซึ่งจะช่วยประหยัดเวลา ไม่จำเป็นต้องฝึกฝนตนเองให้มีความชำนาญเท่ากับช่างศิลป์ก็สามารถที่จะ

วาดภาพได้ นอกจากนี้บางโปรแกรมยังมีภาพกราฟิกให้เรียกใช้ได้อย่างรวดเร็วเนื่องจากกำหนดรูปพื้นฐาน แก่โครงภาพและสำเนาภาพได้ แต่ข้อจำกัดประการหนึ่งคือ ภาพนิ่งจะใช้หน่วยความจำมากกว่าข้อมูลที่เป็นตัวอักษรหลายเท่า

3. ภาพเคลื่อนไหว (Animation Picture) ภาพเคลื่อนไหวจะช่วยส่งเสริมในเรื่องของการเคลื่อนที่และการเคลื่อนไหวที่ไม่สามารถอธิบายด้วยตัวอักษรหรือภาพเพียงไม่กี่ภาพ ภาพเคลื่อนไหวมีคุณลักษณะเด่นช่วยสร้างความสนใจของผู้เรียนได้ทั้งการเคลื่อนไหวที่เปลี่ยนตำแหน่ง รูปทรงของภาพและการเคลื่อนที่ที่เปลี่ยนเฉพาะตำแหน่งหน้าจอแต่ไม่ได้เปลี่ยนรูปทรงของภาพ

4. เสียง (Sound) เสียงที่ใช้กับคอมพิวเตอร์มีอยู่ 3 ชนิด คือ เสียงพูด เสียงดนตรี และเสียงประกอบ เสียงพูดอาจจะเป็นเสียงบรรยายหรือเสียงบทสนทนาที่ใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับเสียงดนตรีจะเป็นทำนองของเสียงเครื่องดนตรีต่าง ๆ และเสียงประกอบ คือ เสียงพิเศษที่เพิ่มเติมเข้ามา เช่น เสียงรถยนต์ เสียงร้องของแมว เป็นต้น ในการเรียนรู้จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ได้อาศัยเสียงช่วยสร้างความเข้าใจแก่นักเรียนมากยิ่งขึ้น

5. การเชื่อมโยงแบบปฏิสัมพันธ์ (Interaction Link) คือ การรับรู้ข้อมูลเพิ่มเติมเป็นตัวอักษรโดยใช้โปรแกรมเชื่อมโยงที่เรียกว่า Hypermedia ส่วนโปรแกรมที่เชื่อมโยงเรียกว่า Hyper Graphics จะให้ข้อมูลอธิบายเพิ่มเติมด้วยภาพ วิธีเช่นนี้ นักเรียนจะใช้เมาส์ ชี้ไปยังส่วนใดส่วนหนึ่งของหน้าจอภาพ เช่น ภาพปุ่ม ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวหรือบนตัวอักษร แล้วคลิกข้อมูลเพิ่มเติมจะปรากฏให้เห็น

นอกจากนี้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังมีลักษณะเด่นอีกประการหนึ่งคือ สามารถให้ข้อมูลที่ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อตอบสนองหรือปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนได้ทันที แต่ผู้ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมควรพิจารณาให้โอกาสนักเรียนในการตอบผิดซ้ำ ๆ อย่างเหมาะสม การให้โอกาสนักเรียนตอบผิดซ้ำมากเกินไปจะทำให้นักเรียนขาดแรงจูงใจ การให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อเสริมแรงอาจทำได้โดยใช้คำกล่าวชมเชยเมื่อนักเรียนตอบคำถามถูกต้องแต่ควรอยู่ในระดับที่เหมาะสม

ชลอรัตน์ ศิริเชตรกรณ์ (2545 : 26) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

1. ข้อความ (Text) หมายถึงตัวหนังสือ และข้อความที่สามารถสร้างได้หลายรูปแบบหลายขนาด การออกแบบให้ข้อความเคลื่อนไหวให้สวยงาม แปลกตา และน่าสนใจได้ตามต้องการ ทั้งยังสามารถสร้างข้อความให้มีการเชื่อมโยงกับคำสำคัญอื่น ๆ ซึ่งอาจเน้นคำสำคัญเหล่านั้นด้วยสีหรือขีดเส้นใต้ ที่เรียกว่า (Hypertext) ซึ่งสามารถทำได้โดยการเน้นสีตัวอักษร (Heavy Index)

เพื่อให้ผู้ใช้ทราบตำแหน่งที่จะเข้าสู่คำอธิบายเพิ่มเติม ทั้งนี้คำอธิบายเหล่านั้นอาจสร้างไว้ในรูปแบบที่น่าสนใจ เช่น Pop – up Boxes , Animation , Video , Sound เป็นต้น

2. เสียง (Sound) เป็นการนำเสียงประกอบในการนำเสนอ เช่น เสียงดนตรี เสียงบรรยาย เสียงจากธรรมชาติ เพื่อประกอบการนำเสนอที่เหมือนจริง และให้ผู้ใช้รู้สึกว่าได้อยู่ในเหตุการณ์จริง

3. ภาพ (Picture) นำเสนอด้วยภาพวาด ภาพถ่าย หรือนำเสนอในรูปไอคอนแทนการนำเสนอภาพทั้งหมดในเวลาเดียวกัน ซึ่งไอคอนนี้ผู้ใช้สามารถเข้าไปดูรายละเอียดทั้งหมดได้

3.1 ภาพนิ่ง (Still Picture) สามารถสร้างโดยใช้เครื่องสแกนภาพมาเก็บไว้หรือใช้โปรแกรมสำหรับสร้างภาพขึ้นมา เช่น โปรแกรมประเภท CAD 3D Studio

3.2 ภาพเคลื่อนไหว (Motion Picture) ภาพเคลื่อนไหวเกิดจากการนำภาพนิ่งที่ต่อเนื่องกัน มาแสดงติดต่อกัน ด้วยความเร็วที่สายตาไม่สามารถจับได้ จำนวนภาพที่ใช้สำหรับทีวีทั่วไป 30 ภาพต่อวินาที ภาพนิ่ง 1 ภาพ เรียกว่า 1 เฟรม เนื่องจากการสร้างสีต้องใช้หน่วยความจำเป็นจำนวนมาก จึงได้มีการคิดค้นการบีบอัดสัญญาณให้มีจำนวนหน่วยความจำน้อยลงเรียกว่า Video Compression หรือที่รู้จักกันดี คือ MPEG Moving Picture Expert Group ซึ่งสามารถบีบอัดได้ทั้งภาพ และเสียงระบบวีดิทัศน์คอมพิวเตอร์ชั้นทำให้ใช้ CD บันทึกภาพได้ทั้งเรื่อง ปัจจุบันนำมาใช้กับมัลติมีเดียพีซีในการดูภาพยนตร์

4. การเชื่อมโยงแบบปฏิสัมพันธ์ (Interactive Links) หมายถึง การที่ผู้ใช้มัลติมีเดียสามารถเลือกข้อมูลได้ตามต้องการ โดยใช้อักษรหรือปุ่มสำหรับตัวอักษร ที่สามารถเชื่อมโยงได้ จะเป็นตัวอักษรที่มีสีแตกต่างจากตัวอักษรตัวอื่น ๆ ส่วนปุ่มก็มีลักษณะคล้ายกับปุ่มรีโมทคอนโทรล วิทยุ โทรทัศน์ ที่สามารถเลือกข้อมูลเพิ่มเติมได้

จากที่ได้กล่าวมาพอจะสรุปได้ว่า องค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถแบ่งได้ดังนี้

1. ข้อความ (Text) หมายถึง ตัวหนังสือและข้อความที่สามารถสร้างได้หลายรูปแบบโดยการออกแบบให้สวยงาม แปลกตาและน่าสนใจ อ่านง่าย ชัดเจน มีจำนวนไม่มากจนเกินไป เพื่อให้ นักเรียนได้อ่านเพื่อทำความเข้าใจในเนื้อหา

2. ภาพนิ่ง (Still Picture) หมายถึง ภาพขาวดำ ภาพสี ภาพถ่าย ภาพจากเอกสารสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ และภาพลายเส้น อาจเป็น 1 มิติ 2 มิติ และ 3 มิติก็ได้ เพื่อที่จะแสดงภาพที่เหมือนจริงและสื่อความหมายทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น

3. ภาพเคลื่อนไหว (Animation Picture) หมายถึง ภาพที่เกิดจากการนำภาพนิ่งที่ต่อเนื่องกัน มาแสดงติดต่อกัน ด้วยความเร็วที่สายตาไม่สามารถจับได้ จำนวนภาพที่ใช้สำหรับทีวีทั่วไป 30 ภาพต่อวินาที ภาพนิ่ง 1 ภาพ เรียกว่า 1 เฟรม โดยภาพเคลื่อนไหวจะช่วยส่งเสริมในเรื่องของการ

เคลื่อนที่และการเคลื่อนไหวที่ไม่สามารถอธิบายด้วยตัวอักษรหรือภาพเพียงไม่กี่ภาพ ภาพเคลื่อนไหวมีคุณลักษณะเด่นช่วยสร้างความสนใจของผู้เรียนได้ทั้งการเคลื่อนไหวที่เปลี่ยนตำแหน่ง รูปทรงของภาพและการเคลื่อนที่ที่เปลี่ยนเฉพาะตำแหน่งหน้าจอดีไม่ได้เปลี่ยนรูปทรงของภาพ

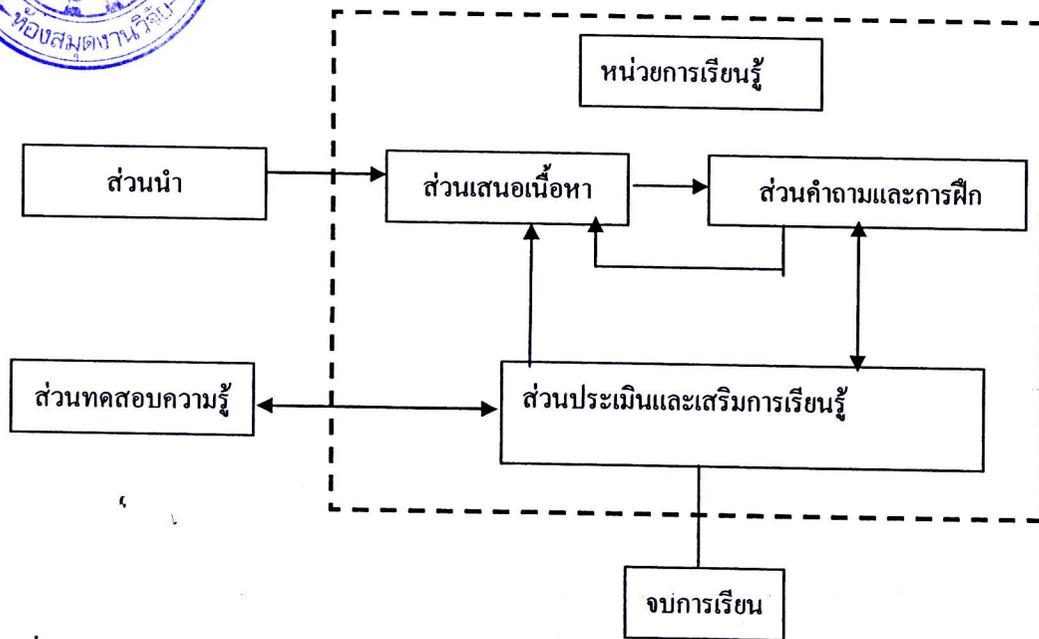
4. เสียง (Sound) หมายถึง เสียงที่ใช้กับคอมพิวเตอร์มีอยู่ 3 ชนิด คือ เสียงพูด เสียงดนตรี และเสียงประกอบ เพื่อประกอบการนำเสนอที่เหมือนจริง และให้ผู้เรียนรู้สึกว่าได้อยู่ในสถานการณ์จริง และกระตุ้นความสนใจ อธิบายข้อเท็จจริงแก่ผู้เรียน เพื่อสร้างความเข้าใจแก่นักเรียนมากขึ้น

5. การเชื่อมโยงแบบปฏิสัมพันธ์ (Interaction Link) หมายถึง การที่ผู้เรียนสามารถเลือกข้อมูลได้ตามต้องการ โดยอาศัยอักษร ปุ่ม หรือรูปภาพเพื่อเชื่อมโยงหรือให้ได้รับข้อมูลเพิ่มเติม

### 3. ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

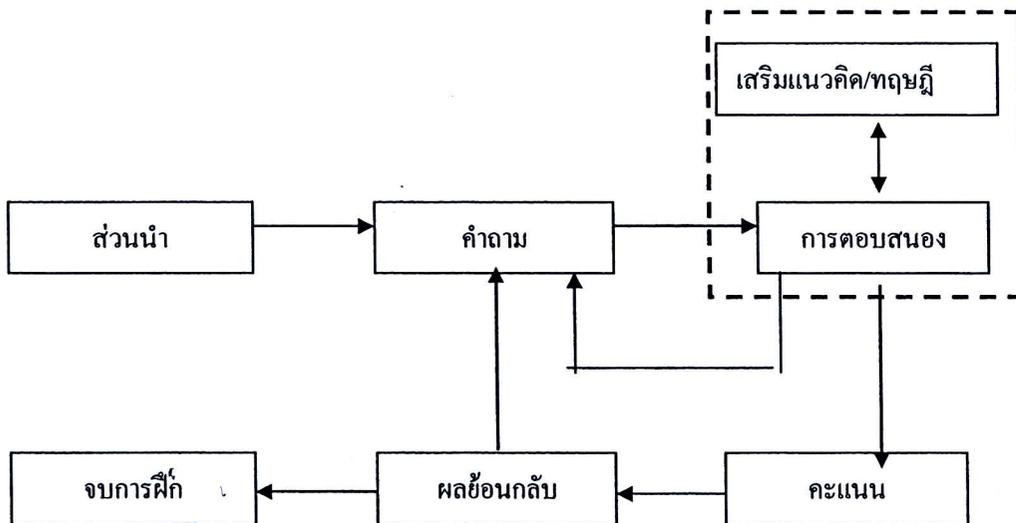
ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีหลายรูปแบบทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแนวคิดของนักวิชาการและนักการศึกษาแต่ละท่าน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้อยู่ทั่วไป แบ่งออกเป็นประเภทต่างๆ ดังนี้ (กิดานันท์ มลิทอง. 2543 : 245-248, สุกกรี รอดโพธิ์ทอง. 2544 : 25 – 32, กรมวิชาการ. 2544: 25-32, ไชยยศ เรื่องสุวรรณ. 2545 : 16-19 )

3.1 แบบนำเสนอเนื้อหา (Tutorial instruction) เป็นรูปแบบในการสอนเนื้อหาอาจคล้ายกับการเรียนการสอนจริงในชั้นเรียน มีการนำเข้าสู่บทเรียน ให้ข้อมูลพื้นฐานก่อนการเริ่มเรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีความพร้อมและเกิดความสนใจที่จะเรียนรู้ มีการทบทวนความรู้เดิม หรือให้ความรู้เพิ่มเติมก่อนจะศึกษาเนื้อหาใหม่ มีการประเมินในรูปแบบฝึกหัดหรือการทดสอบ และมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ ถ้าผู้เรียนตอบถูกก็จะเสนอเนื้อหากรอบต่อไป แต่ถ้าตอบผิดก็จะมีการช่วยเหลือหรือสอนเสริมเสียก่อนแล้วจึงกลับไปถามคำถามเดิม เป็นบทเรียนที่นิยมใช้กันมาก



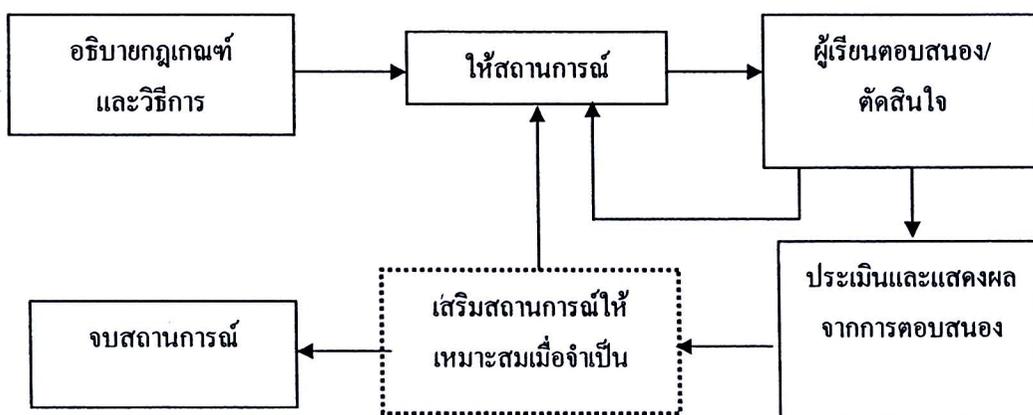
ภาพที่ 2.1 โครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบเนื้อหา  
ที่มา : กรมวิชาการ. 2544 : 26.

3.2 แบบฝึกหัด (Drill and Practice) เป็นบทเรียนที่ให้ผู้เรียนฝึกทำแบบฝึกหัดหลังจากที่ได้เรียนเนื้อหาต่างๆ แล้ว หรือมีการฝึกทำซ้ำหรือฝึกแก้ปัญหาที่หลากหลายมากขึ้นเพื่อให้เกิดทักษะ เนื้อหาที่นิยมให้มีการฝึกเพิ่มเติมส่วนมากจะเป็นเนื้อหา ที่เกี่ยวข้องกับการสอนกฎเกณฑ์ ทฤษฎี และทักษะต่างๆ อาจเป็นทักษะทางด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภาษาอังกฤษ เช่น การอ่าน การสะกดตัวอักษร จุดสำคัญของการฝึกทักษะก็เพื่อเสริมการสอนของครู และช่วยให้นักเรียนหาทักษะเพิ่มเติมจากการฝึกซ้ำๆ บทเรียนช่วยสอนประเภทนี้จึงมักจะต้องใช้ควบคู่กับกิจกรรมอย่างอื่น เช่น ใช้ควบคู่กับการเรียนการสอนปกติในห้องเรียน การให้แบบฝึกหัดเพิ่มเติม และการเรียนเสริม เป็นต้น ซึ่งแตกต่างจากรูปแบบแรกที่เป็นรูปแบบที่สมบูรณ์ในตัวเอง สามารถใช้ในการเรียนการสอนได้ทั้งในและนอกโรงเรียน



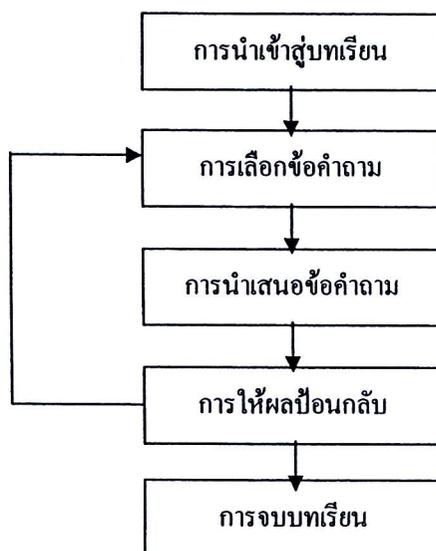
ภาพที่ 2.2 โครงสร้างทั่วไปของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบฝึกหัด  
ที่มา : กรมวิชาการ. 2544 : 29.

3.3 แบบจำลองสถานการณ์ (Simulation) เป็นการนำเสนอปรากฏการณ์ที่จำลองมาจากของจริงหรือจำลองสถานการณ์ให้ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริงเพราะบางครั้งประสบการณ์จริงเสี่ยงเกินไปหรือแพงเกินไป เช่น การเรียนขับเครื่องบินด้วยเครื่องจำลอง การบิน เป็นต้น แบบจำลองสถานการณ์เป็นการให้นักเรียนศึกษาอย่างใกล้ชิดเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ทักษะในการตัดสินใจแบบต่างๆ และเห็นผลการตัดสินใจนั้นทันที ในบทเรียนสถานการณ์จำลองมักจะมีโปรแกรมสาธิต (Demonstration) แทรกอยู่ด้วยซึ่งโปรแกรมจะสาธิตให้ผู้เรียนดูเพียงอย่างเดียว



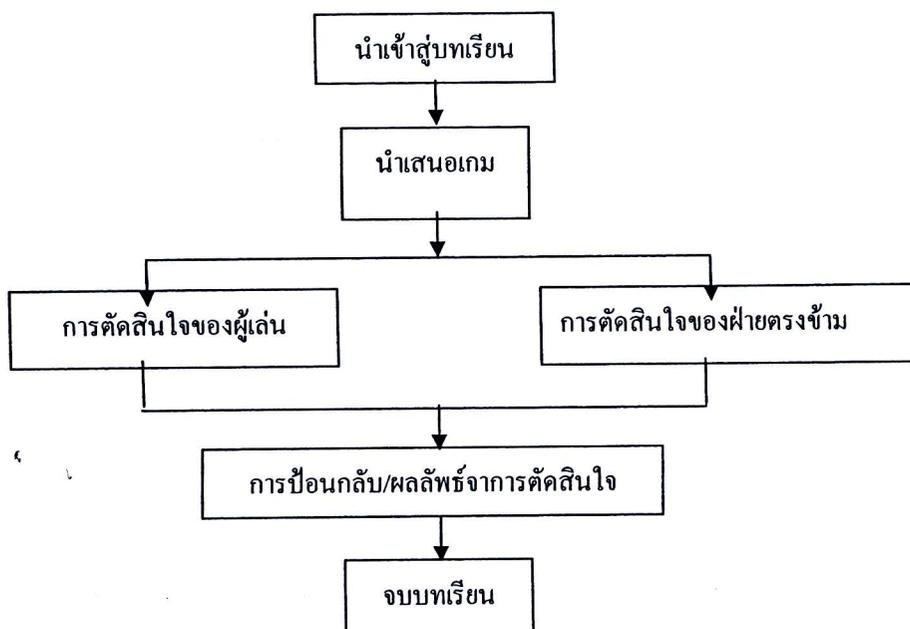
ภาพที่ 2.3 โครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบจำลองสถานการณ์  
ที่มา : กรมวิชาการ. 2544 : 31.

3.4 แบบทดสอบ (Test) บทเรียนคอมพิวเตอร์ประเภทนี้เป็นรูปแบบที่ผลิตง่ายกว่ารูปแบบอื่น ความมุ่งหมายหลักก็เพื่อทดสอบความรู้ ความเข้าใจของผู้เรียน การสอนดังกล่าวอาจเป็นการทดสอบก่อนการเรียน (Pre-test) หรือหลังการเรียน (Post-test) หรือทั้งก่อนและหลังการเรียนแล้ว แต่การออกแบบถ้าเป็นโครงสร้างที่ใหญ่ขึ้นข้อสอบต่างๆอาจถูกเก็บ ในรูปแบบของคลังข้อสอบ เพื่อสะดวกต่อการสุ่มมาใช้ในลักษณะของข้อสอบจะอยู่ในรูปแบบที่คอมพิวเตอร์สามารถประเมินถูกผิดได้ เช่น แบบเลือกตอบ (Multiple Choice) หรือแบบถูกผิด การตั้งคำถามอาจผสมผสานบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบสร้างสถานการณ์จำลองเข้าร่วมด้วยก็ได้



ภาพที่ 2.4 โครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบทดสอบ  
ที่มา : กรมวิชาการ. 2544 : 33.

3.5 แบบเกมการศึกษา (Instructional Games) เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่นิยมใช้กันมาก เนื่องจากเป็นสิ่งที่สามารถกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความอยาก ซึ่งเรียนรู้ได้ง่าย และฝึกให้ผู้เรียนเรียนรู้จากการเล่นเกมเพื่อพัฒนาการเรียน ความคิด การอ่านต่าง ๆ ได้ดียิ่งขึ้นช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับหลักวิชาการที่นักเรียนยังไม่เคยเรียนมาก่อนทำให้นักเรียนได้ความรู้และสนุกสนานเพลิดเพลินไปพร้อมกัน เกมการเรียนการสอนมีเป้าหมายสำคัญ คือ ช่วย让孩子ได้เรียนรู้เป็นสำคัญ ส่วนที่มีลักษณะเหมือนเกมทั่วไป ๆ เป็นการแข่งขันเพื่อชัยชนะซึ่งเป็นการนำไปสู่การเรียนรู้นั่นเอง



ภาพที่ 2.5 โครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกม

ที่มา : กรมวิชาการ. 2544 : 26.

จากประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์สรุปได้ว่า รูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์มีหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับกระบวนการเรียนการสอน ที่รู้จักกันแพร่หลายในปัจจุบันซึ่งได้แก่ บทเรียนโปรแกรมนำเสนอเนื้อหา แบบฝึกหัด แบบสถานการณ์จำลอง แบบเกมการศึกษา แบบทดสอบ ซึ่งแต่ละประเภทจะมีจุดอ่อนไปคนละด้าน อย่างไรก็ตามการจัดการจัดประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีการประยุกต์เทคนิคและหลักการของบทเรียนอื่นๆ ไม่ว่าจะเป็นแบบนำเสนอเนื้อหา แบบฝึกหัด แบบสถานการณ์จำลอง แบบเกมการศึกษา หรือแบบทดสอบ เข้ามาร่วมอยู่ด้วยกันตามความเหมาะสม โดยอยู่ภายใต้พื้นฐานของธรรมชาติของจุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหาที่ผลิตด้วย ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ใช้รูปแบบการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ประเภทนำเสนอเนื้อหาใหม่ เป็นรูปแบบการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพราะเป็นรูปแบบที่มีความเหมาะสมกับธรรมชาติวิชาคณิตศาสตร์ กล่าวคือ มีการนำเข้าสู่บทเรียน ให้ข้อมูลพื้นฐานก่อนการเริ่มเรียน มีการทบทวนความรู้เดิม หรือให้ความรู้เพิ่มเติมก่อนจะศึกษาเนื้อหาใหม่ มีการประเมินในรูปของแบบฝึกหัดหรือการทดสอบ และมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ

#### 4. หลักการพัฒนาและออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้มีนักวิชาการหลายท่านเสนอ ขั้นตอนหรือวิธีการพัฒนาหลายแนวความคิด มีขั้นตอนในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทั้งคล้ายคลึงและแตกต่างกันบ้าง

อุบลรัตน์ วัฒนวงศ์ (2540 : 18 – 21) กล่าวถึงหลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

1. การออกแบบสิ่งเร้าหรือเนื้อหาที่จะสอน (Design of the Stimulus) นักเรียนสามารถมองเห็นข้อมูลได้บนจอภาพ เน้นวิธีการแสดงข้อมูล ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจและจำได้ ขั้นตอนการนำเสนอข้อมูลนั้นต้องเข้าใจง่าย คำถามจะต้องออกแบบเป็นรูปกิจกรรม เป็นส่วนที่นักเรียน ได้มีการโต้ตอบหรือเร้าเหมือนกับการฟังและการเห็น คำสั่งแต่ละกิจกรรมจะต้องชัดเจน แสดงตัวอย่างของคำสั่งนั้น บรรยายเนื้อหาในส่วนที่เป็นสาระสำคัญ แสดงแผนภูมิ หรือ เอาท์ไลน์ (Outline) เพื่อให้เห็นว่าเนื้อหานั้น มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับรายวิชาอย่างไร บรรยายข้อมูลในรูปของการเปรียบเทียบ อุปมาอุปมัยเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องที่นักเรียนเคยรู้จัก ตั้งคำถามให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ มีคำถามก่อนบทเรียน ระหว่างบทเรียนแต่ละตอน และหลังบทเรียน ขณะตอบคำถามไม่ควรให้ผู้เรียนย้อนกลับไปดูคำบรรยายหรือคำตอบได้ แต่ควรจะให้คำอธิบายพร้อมการให้ข้อมูลย้อนกลับแทน เมื่อจบกรอบเนื้อหา ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทบทวนเนื้อหาก่อนตอบคำถาม มีการกระตุ้นให้ผู้เรียนตอบคำถามโดยใช้สี การขีดเส้นใต้ ตีกรอบ ใช้ลูกศร เพื่อเน้นความสนใจของผู้เรียน ควรอธิบายสิ่งที่นักเรียนต้องทำในตอนต้นของบทเรียน ออกแบบให้ผู้เรียนสามารถเลือกระดับความยากง่าย

2. การตอบสนองของผู้เรียน ผู้เรียนต้องมีความรู้ในคำสั่งต่าง ๆ ที่ใช้ควบคุมบทเรียน รวมทั้งมีความรู้พื้นฐานของคอมพิวเตอร์ ที่สำคัญที่สุดคือ การป้อนข้อมูลไม่จำเป็นต้องให้ผู้เรียนตอบสนองอย่างเปิดเผย ใช้ศิลปะในการตั้งคำถามหรือคำสั่งในการทบทวน เพื่อกระตุ้นให้มีการตอบสนองโดยไม่เปิดเผย เมื่อต้องการประเมินผลหรือให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ควรใช้การตอบสนองอย่างเปิดเผย ให้ผู้เรียนประเมินระดับความเข้าใจของตนเองในแต่ละเนื้อหา ผู้เรียนในระดับเด็กเล็กควรให้ตอบโดยกดแป้นคีย์เพียง 1 – 2 คีย์ แต่ผู้เรียนในระดับสูง ที่ต้องใช้ความคิดมาก ๆ ควรใช้แป้นคีย์มากกว่า 1 คีย์ ผู้เรียนในระดับสูงถ้าให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบเอง ต้องเขียนโปรแกรมให้สามารถรับคำตอบ ซึ่งบางครั้งอาจมีการสะกดผิด และคำตอบที่ไม่คาดคิดมาก่อน

3. การให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) จะให้ตอนไหนนั้นขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ถ้าเป็นบทเรียนเกี่ยวกับความจำควรให้ข้อมูลย้อนกลับทุกครั้ง แต่ถ้าเป็นการเรียนระดับสูงหรือเป็นนามธรรมควรให้ตอนท้ายของบทเรียน ต้องให้ทันทีทันใดหลังจากผู้เรียนตอบคำถามหลักเสียง

ข้อมูลย้อนกลับชนิด ถูก/ผิด เพราะเป็นเพียงการยืนยันคำตอบ เมื่อตอบถูก ต้องให้ข้อมูลย้อนกลับให้ทราบว่าคำตอบนั้นถูกและทำไมจึงถูก และให้ข้อมูลย้อนกลับเมื่อนักเรียนตอบผิดว่าคำตอบนั้นทำไมจึงผิด และคำตอบที่ถูกคืออะไร เมื่อนักเรียนตอบคำถามผิด ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนตอบคำถามเดิมอีกครั้ง ถ้าผู้เรียนยังตอบผิดอีก ก็บอกคำตอบที่ถูกและอธิบายว่าทำไมจึงถูก ควรจัดข้อมูลย้อนกลับแตกต่างกันตามระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยผู้เรียนที่เรียนอ่อนควรให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีการอธิบายเพิ่มเติมและการช่วยเหลือหรือกระตุ้น ไม่ควรให้ซ้ำ ๆ เหมือน ๆ กัน หรือให้เป็นแบบแผนตายตัว ควรจะเปลี่ยนให้แตกต่างกันไป ควรให้ที่มีลักษณะเป็นการเสริมสร้าง คือ มีทั้งข้อมูลและความน่าสนใจมากกว่าเป็นข้อเสนอแนะหรือการติชมอย่างง่าย ๆ

4. การควบคุมบทเรียน ควรมีการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนที่ได้คะแนนสูงสามารถเลือกวิธีเรียนและระดับความยากง่ายของบทเรียนได้ แต่นักเรียนที่ได้คะแนนทดสอบก่อนเรียนต่ำควรให้เรียนไปตามลำดับขั้นตอนของบทเรียน ควรให้คำแนะนำกับผู้เรียนเกี่ยวกับตัวเลือกในการควบคุมบทเรียนก่อนการเรียนรู้ จัดลำดับความยากง่ายของคำถามให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์และผู้เรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายโดยเรียงคำถามจากง่ายไปหายาก และคำนึงถึงชนิดของเนื้อหาและความสัมพันธ์ของเนื้อหาด้วย ควรมีตัวอย่างคำถามและคำตอบในบทเรียน และไม่ควรให้ผู้เรียนข้ามกรอบตัวอย่าง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเลือกจำนวนคำถามตามความต้องการได้ และหลังจากตอบคำถามแบบฝึกหัดแต่ละข้อแล้ว ผู้เรียนสามารถที่จะเลือกที่จะทำแบบฝึกหัดข้อต่อไป หรือเลือกที่จะเรียนเรื่องต่อไป นักเรียนสามารถเลิกหรือเริ่มบทเรียนได้ทุกขณะ เช่น ในขณะที่กำลังทำแบบฝึกหัด นักเรียนสามารถหยุดและกลับไปยังบทเรียนได้ หลังจบบทเรียนแล้ว ควรแสดงคะแนนความก้าวหน้าของผู้เรียน

กรมวิชาการ (2544 : 43 – 45) กล่าวถึงการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นั้นมีองค์ประกอบสำคัญอยู่ 2 ส่วน คือ องค์ประกอบด้านการออกแบบการสอน และองค์ประกอบด้านการออกแบบหน้าจอ (Screen Design) องค์ประกอบด้านการออกแบบการสอนนั้นจะให้ความสำคัญที่การนำเอาแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน และทฤษฎีด้านจิตวิทยามาประยุกต์ใช้ในการออกแบบบทเรียน โดยจะเริ่มตั้งแต่การประมวลเนื้อหาวิชาที่สอน การวิเคราะห์เนื้อหา การแบ่งหน่วยเนื้อหา การกำหนดรูปแบบและกิจกรรมการสอน การมีปฏิสัมพันธ์ และการประเมินการเรียนรู้ องค์ประกอบด้านการออกแบบหน้านั้นจะเกี่ยวข้องกับเทคนิคในการนำเสนอเนื้อหาบนจอภาพคอมพิวเตอร์ การจัดองค์ประกอบของหน้าจอ การใช้ภาพ กราฟิก เสียง สี และตัวอักษร เพื่อการนำเสนอเนื้อหาที่สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ และทฤษฎีการรับรู้ นอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องกับการออกแบบหน้าจอเพื่อให้ผู้เรียนสามารถควบคุมกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพตามความถนัด และความสามารถของแต่ละคน

กรมวิชาการ (2544 : 47 – 55) กล่าวถึงการนำหลักการสอนของกานเย่(Gagne) มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สรุปได้ดังนี้

1. เร้าความสนใจ กระตุ้น จูงใจผู้เรียนให้เกิดความสนใจและต้องการเรียนเนื้อหา นั้น ๆ ดังนั้นบทเรียนจึงควรเริ่มด้วยลักษณะของการใช้ภาพ สี และเสียง ประกอบกันหลาย ๆ อย่าง การเร้าความสนใจของผู้เรียนในขั้นแรกนี้ก็คือ การสร้าง Title ของบทเรียน ซึ่งทำได้หลายรูปแบบ

2. นำเสนอวัตถุประสงค์ ผู้เรียนจะรู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหา เค้าโครงของเนื้อหาอย่างกว้าง ๆ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถผสมผสาน แนวคิดในรายละเอียดหรือส่วนย่อยของเนื้อหาให้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหาส่วนใหญ่ได้ มีผลทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพขึ้น การนำเสนออาจเป็นวัตถุประสงค์กว้าง ๆ หรือวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีหลักการสำคัญอย่างหนึ่งคือ ข้อความที่เสนอบนหน้าจอ ควรเป็นข้อความที่สั้น ได้ใจความและควรจะมีส่วนจูงใจผู้เรียนด้วย

3. ทวนความรู้เดิม เป็นการให้ผู้เรียนได้ย้อนคิดในสิ่งที่เคยเรียนรู้มาก่อนจะช่วยในการเรียนรู้สิ่งใหม่ อาจออกแบบ โปรแกรมเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดย้อนหลังถึงสิ่งที่ได้เรียนมาก่อนหน้านี้ ด้วยคำพูด (คำอ่าน) หรือภาพ หรือผสมผสานกันแล้วแต่ความเหมาะสม

4. การเสนอเนื้อหาใหม่ เนื้อหาความรู้ที่นำเสนอควรมีกลยุทธ์ออกแบบวิธีการนำเสนอให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้นอาจเสนอเป็นภาพ ข้อความ หรือคำอธิบาย ซึ่งในแต่ละกรอบไม่ควรมีมากจนเกินไป การเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ประกอบคำอธิบายสั้น ๆ ที่ง่ายและได้ใจความเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ การใช้ภาพประกอบจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น และมีความคงทนในการจำดีกว่าบทเรียนที่ใช้คำพูดหรือคำอ่านเพียงอย่างเดียว

5. ชี้แนวทางการเรียนรู้ ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในขั้นนี้พยายามหาเทคนิคที่กระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาความรู้ใหม่ และหาวิธีที่จะทำให้ การศึกษาความรู้ใหม่ของผู้เรียนนั้นมีความกระจำจชัดเท่าที่จะทำได้ ใช้เทคนิคการใช้ภาพ เปรียบเทียบเทคนิคการให้ตัวอย่าง

6. กระตุ้นการตอบสนอง การเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพมากหรือน้อยนั้นเกี่ยวข้องกับระดับขั้นตอนของการประมวลผลข้อมูล หากผู้เรียนมีโอกาสร่วมคิดร่วมทำกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา การถาม การตอบ ย่อมเข้าใจและเรียนรู้ได้ดีกว่าการเรียน โดยการอ่าน หรือการคัดลอกข้อความจากผู้อื่นเพียงอย่างเดียว คอมพิวเตอร์มีข้อได้เปรียบเหนืออุปกรณ์อื่น ๆ เพราะผู้เรียนสามารถทำกิจกรรม ได้หลายลักษณะ และการโต้ตอบกับเครื่องทำให้ผู้เรียนไม่รู้สึกละเมื่อย

7. ให้ผลป้อนกลับ กระตุ้นความสนใจจากผู้เรียนมากขึ้น ถ้าบทเรียนนั้นทำทนายผู้เรียน โดยการบอกจุดหมายที่ชัดเจน การให้ผลป้อนกลับเป็นภาพเพื่อบอกว่าขณะนั้นผู้เรียนอยู่ตรงไหน ห่างจากเป้าหมายเท่าใด จะช่วยเร้าความสนใจยิ่งขึ้น

8. ทดสอบความรู้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจัดเป็นบทเรียนโปรแกรมการทดสอบ ความรู้ใหม่ ซึ่งอาจจะเป็นการทดสอบระหว่างบทเรียน และการทดสอบในช่วงท้ายของบทเรียน ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็น การทดสอบดังกล่าวอาจเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบตนเอง เป็นการทดสอบเพื่อเก็บคะแนน หรือเป็นการทดสอบเพื่อวัดว่าผู้เรียนผ่านเกณฑ์ต่ำสุด หรือเพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียนมีความพร้อมที่จะศึกษาเนื้อหาต่อไปหรือไม่อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ซึ่งการทดสอบดังกล่าว นอกจากจะเป็นการประเมินการเรียนแล้ว ยังมีผลต่อการจำระยะยาวของผู้เรียนอีกด้วย ข้อสอบจึง ควรถามเรียงลำดับตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน

9. การจำและการนำไปใช้ เป็นกิจกรรมสรุปเฉพาะประเด็นสำคัญ รวมทั้งข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสทบทวนก่อนจบบทเรียน ควรให้ผู้เรียนทราบว่าความรู้ใหม่มีส่วนสัมพันธ์กับความรู้เดิม หรือประสบการณ์ที่ผู้เรียนคุ้นเคยแล้ว อย่างไรก็ตามเสนอแนะสถานการณ์ที่ความรู้ใหม่อาจถูกนำไปใช้ประโยชน์

ไพโรจน์ ตรีธนะกุล ไพบุลย์ เกียรติโกมล และเสกสรรค์ แยมพิณี (2546 : 54 – 68) ได้เสนอขั้นตอนในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถทำการแจกแจงได้ 5 ช่วง ขั้นตอนหลัก และแบ่งเป็น 16 ขั้นตอนย่อย สรุปได้ดังนี้

#### 1. ช่วงของการวิเคราะห์เนื้อหา (Analysis)

การวิเคราะห์เนื้อหาเป็นขั้นตอนแรกของการพัฒนาบทเรียน เพื่อผู้พัฒนาได้ทำความเข้าใจกับเนื้อหาสาระที่จะนำมาใส่บทเรียน เพื่อกำหนดให้ชัดเจนว่าจะให้ผู้เรียนเรียนอะไรบ้าง เรียนอะไรก่อน เรียนอะไรหลัง มากหรือน้อย ยากหรือง่าย ในการวิเคราะห์เนื้อหานั้นมีขั้นตอนย่อย 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 การสร้างแผนภูมิระดมสมอง (Brain Storm Chart Creation) ใช้เทคนิคระดมสมองเข้ามาประยุกต์ใช้ เพื่อรวบรวมหัวเรื่องที่ควรจะมีอยู่ในบทเรียน

ขั้นที่ 2 การสร้างแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ (Concept Chart Creation) จัดกลุ่มหัวเรื่องที่ระดมสมองได้ ให้เป็นกลุ่มหรือหมวดหมู่ที่สัมพันธ์กัน ศึกษาความถูกต้องสอดคล้องของทฤษฎี หลักการ เหตุผล ความสัมพันธ์ และความต่อเนื่องกันของหัวเรื่อง มีการ ตัด ย้าย หรือยุบรวมหัวเรื่องต่าง ๆ ให้สัมพันธ์กัน

ขั้นที่ 3 การสร้างแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา (Content Network Chart Creation) นำเรื่องที่ได้จากแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์มาจัดลำดับความสัมพันธ์ของเนื้อหา โดยพิจารณาลำดับก่อนหลัง หรือคู่ขนานกันตามความจำเป็น

## 2. ช่วงการออกแบบหน่วยการเรียนรู้ (Design)

เป็นกระบวนการในการออกแบบหน่วยการเรียนรู้และกระบวนการสอนหลังจากที่ได้เนื้อหาที่ถูกระบุว่าโครงสร้างลำดับความสัมพันธ์ไว้อย่างถูกต้องแล้ว

ขั้นที่ 4 กำหนดวิธีในการนำเสนอและเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหา โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการเรียนรู้เพื่อให้เหมาะสมกับการเรียนแต่ละครั้ง ลำดับแผนการนำเสนอโดยโครงสร้างแผนภูมิหน่วยการเรียนรู้วิชา และเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหาแต่ละหน่วยการเรียนรู้

ขั้นที่ 5 การออกแบบแผนภูมิการนำเสนอในแต่ละหน่วยการเรียนรู้เป็นการออกแบบการสอน และการวางแผนการสอน

## 3. ช่วงการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ (Development)

ขั้นที่ 6 การเขียนรายละเอียดเนื้อหาบทประกอบการสอน (Script) เขียนลงบนกรอบที่ออกแบบไว้ เขียนไปที่ละกรอบตามลำดับเนื้อหาและวิธีการสอนที่ได้ออกแบบไว้เขียนจนกระทั่งครบทุกเนื้อหา

ขั้นที่ 7 การจัดลำดับประกอบการสอน เป็นการนำประกอบการสอนมาตรวจสอบลำดับการนำเสนอตามที่ได้วางแผนไว้ ว่ามีความต่อเนื่องเหมาะสมกันหรือไม่ในเนื้อหาในหน่วยเรียนเดียวกัน และตรวจสอบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมครบถ้วนหรือไม่ตรวจสอบความเชื่อมโยงของเนื้อหาแต่ละหน่วยการเรียนรู้ เนื้อหาทั้งหมดที่ได้เป็นข้อมูลบนกระดาษที่ฉายภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ครบ ซึ่งเรียกว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ (Course Ware)

ขั้นที่ 8 การตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา นำ Course Ware ที่พัฒนาขึ้นไปทำการตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาที่พัฒนาขึ้น โดยการตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการนำไปทดลองกับกลุ่มเป้าหมายที่จะเรียนเนื้อหานั้น ๆ

ขั้นที่ 9 การเขียนและประเมินคุณภาพของแบบทดสอบ เริ่มจากการสร้างแบบทดสอบตามหลักการพัฒนาของสอบวัดผลสัมฤทธิ์ นำไปทดลองกับกลุ่มที่เคยเรียนเนื้อหานั้นมาแล้ว ประมาณ 30 – 100 คน นำผลทดสอบมาหาความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ความเชื่อมั่น และความเที่ยง พร้อมทั้งจะนำไปจัดทำเป็นโปรแกรมต่อไป



#### 4. ช่วงการพัฒนาเนื้อหาหลักสูตรบนคอมพิวเตอร์

ขั้นที่ 10 การเลือกโปรแกรมที่จะนำเสนอบทเรียน เลือกโปรแกรมสำเร็จรูปที่เหมาะสมและสามารถสนองต่อความต้องการที่กำหนดไว้เป็น ผู้จัดการเสนอบทเรียนบนคอมพิวเตอร์

ขั้นที่ 11 การพัฒนาและจัดเตรียมสื่อที่จะใช้ประกอบบทเรียน จัดเตรียมสื่อต่าง ๆ ได้แก่ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง ภาพกราฟิกต่าง ๆ

ขั้นที่ 12 นำข้อมูลเนื้อหาหลักสูตร นำข้อมูลเนื้อหาที่พัฒนาไว้บนกรอบการสอน จัดลงโปรแกรม พร้อมสื่อต่าง ๆ ที่ได้จัดเตรียมไว้ เมื่อลงโปรแกรมเสร็จแล้วก็จะได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามที่ต้องการ

#### 5. ช่วงการประเมินผลบทเรียน

ขั้นที่ 13 การตรวจสอบคุณภาพมัลติมีเดียของบทเรียน โดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านมัลติมีเดียเป็นผู้ตรวจสอบ ตรวจสอบคุณภาพเรียบร้อยแล้ว นำมาปรับปรุงให้สมบูรณ์ พร้อมจะนำไปทดลองหาประสิทธิภาพ

ขั้นที่ 14 การทดลองกระบวนการทดสอบหาประสิทธิภาพ เป็นการทดลองขั้นตอน หรือกระบวนการในการทดสอบหาประสิทธิภาพก่อนที่จะหาประสิทธิภาพจริง โดยการนำกลุ่มเป้าหมายจำนวนประมาณ 10 คน ทำการทดลอง พบปัญหาต่าง ๆ ก็เก็บข้อมูลไว้ เพื่อแก้ไขก่อนนำไปทดสอบหาประสิทธิภาพจริง

ขั้นที่ 15 การทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนและประสิทธิผลทางการเรียนใช้กลุ่มเป้าหมายไม่น้อยกว่า 30 คน บทเรียนที่ดีจะต้องมีค่าประสิทธิภาพในกระบวนการเรียนจะใกล้เคียงกับค่าประสิทธิภาพหลังการเรียน ( $E_1/E_2$ ) และค่าประสิทธิผล ( $E_{post}/E_{pre}$ ) ควรจะมีค่าสูงกว่า 60

ขั้นที่ 16 จัดทำคู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อใช้ประกอบการเรียน หรือหากมีปัญหาสงสัยก็สามารถที่จะเปิดดูได้จากคู่มือนี้

จากที่ได้กล่าวมาพอจะสรุปได้ว่า หลักการพัฒนาและออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องคำนึงถึงขั้นตอนในการออกแบบ อันได้แก่ การศึกษาสภาพและความต้องการในการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ เพื่อหาวิธีที่ดีที่สุดในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และบรรลุวัตถุประสงค์ เป็นต้นว่า เราความสนใจเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและต้องการที่จะเรียน แจ่มจุดประสงค์ในการเรียนเพื่อให้นักเรียนรู้ประเด็นที่สำคัญของเนื้อหา มีการทบทวนความรู้เดิมเพื่อให้นักเรียนได้ย้อนคิดในสิ่งที่เคยเรียนมาและช่วยในการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ สอนเนื้อหาใหม่เพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้ใหม่ มีการชี้แนวทางในการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาหาความรู้ใหม่ มีการกระตุ้นการตอบสนองเพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสได้มีส่วนร่วม

ในการคิดและการทำกิจกรรม มีการให้ผลป้อนกลับเพื่อให้ผู้เรียนสนใจเรียนมากขึ้นเข้าใจสภาพการ เรียนของตนเอง มีการทดสอบความรู้เพื่อให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเอง มีการนำไปใช้เพื่อให้ผู้เรียน ได้สรุปประเด็นสำคัญของเนื้อหา ผู้ออกแบบและสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ควรกำหนดวิธีการ นำเสนอเนื้อหา คำนึงถึงวิธีการวัดผลประเมินผล กำหนดตำแหน่งของภาพ ข้อความ คำชี้แจงที่ ปรากฏบนจอภาพ การจัดทำโครงร่างของบทเรียน การสร้างบทเรียน การทดลองใช้และปรับปรุง บทเรียนตลอดจนประเมินบทเรียนที่สร้างขึ้น

## 5. ข้อควรคำนึงในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

มีผู้กล่าวถึงข้อควรคำนึงการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ ดังนี้

พรพิไล สัจฉริตเสรี (2538 : 139) ได้กล่าวไว้ว่า โดยเหตุที่คอมพิวเตอร์เป็นเทคโนโลยี ราคาแพงลักษณะการปฏิบัติของมันยังไม่ก่อความรุนแรงมากนักต่อระบบการศึกษา เพราะผู้ใช้ยังอยู่ในวงแคบ ๆ เท่านั้น แต่เราไม่อาจปฏิเสธว่าระบบมัลติมีเดียบนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำให้การเรียนที่น่าเบื่อหน่าย กลายเป็นเรื่องสนุกสนานน่าตื่นตื่น รวมทั้งสามารถสร้างความเข้าใจอย่าง ลึกซึ้งในบางวิชา และสร้างทักษะได้อย่างดีในบางรายวิชา ชนิดเกินกว่าที่ครูจะมีความสามารถทำได้ รวมทั้งช่วยลดงาน และเปลี่ยนแปลงบทบาทของครูในบางด้านจากผู้สอนไปเป็นผู้แนะนำช่วยเหลือ (Facilitators) มากขึ้น

ปัญหาที่อยู่ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระบบการศึกษานี้ เป็นเรื่องของอนาคต แม้ว่า องค์การของรัฐที่เกี่ยวข้องของเรื่องนี้เริ่มจัดสรรงบประมาณลงมาเพื่อสร้างความพร้อมพื้นฐาน และ เพื่อเตรียมสร้างซอฟต์แวร์เพื่อการศึกษาบ้างแล้วก็ตาม แต่เราไม่อาจปฏิเสธว่าการนำคอมพิวเตอร์มา ใช้เพื่อการศึกษาควรมีการวิเคราะห์ให้ถ่องแท้ว่า จะใช้มันอย่างไร ในสภาพแวดล้อมขณะนี้

ปัญหาที่น่าสนใจสามประการที่ผู้คนวิตกกังวล ก็คือ

1. การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระบบการศึกษาจะไม่มีประโยชน์อะไรเลย หากว่าตัวเนื้อหาความรู้และกระบวนการเรียนรู้ของเด็กยังเป็นเช่นเดิม ความแตกต่างจะเกิดขึ้นแต่ เพียงว่า “ความล้าหลัง” นี้จะย้ายจากหนังสือไปอยู่บนจอคอมพิวเตอร์แทน

2. การสร้างโปรแกรมมัลติมีเดียอาจเป็นการลงทุนที่แพงเกินไป เพราะ โปรแกรม คอมพิวเตอร์หนึ่ง ๆ ที่มีการออกแบบอย่างดี อาจมีต้นทุนการผลิตถึง 1 – 2 ล้านบาท ยังไม่นับรวม การสร้างให้เป็นสินค้า (Mass Production)

3. การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาก ๆ อาจทำลายความสัมพันธ์ระหว่างเด็ก ๆ กับชีวิตสังคม และทำให้เขาเข้าใจลึกความเป็นเครื่องจักรมากเกินไป ดังที่คณาจารย์ทางแพทยศาสตร์ บางท่านกล่าวว่า ถ้านักศึกษาแพทย์เรียนในระบบนี้มาก ๆ เขาอาจไม่ตระหนักถึงชีวิตและ

ความหมายอื่น ๆ ในด้านความเป็นมนุษย์ของคนใช้ เพราะเขาเรียนมากับเครื่องจักรและก็เห็นคนใช้เป็น “Case” หนึ่งในระบบที่เขาอาจจัดการคดปุ่มง่าย ๆ ดังที่เขาเรียนมาจากซอฟต์แวร์นั่นเอง

สังคมไทยได้แสดงความวิตกต่อปัญหาเหล่านี้กันอย่างประปราย แต่ยังไม่พิจารณากันอย่างถ่องแท้ และทั้ง ๆ ที่ยังไม่ได้พิจารณาอย่างถ่องแท้ งบประมาณนั้นถูกกำหนดออกมาแล้ว และท่าทีของนักการศึกษาต่อปัญหานี้ยังไม่ปรากฏเป็นทางการมากนัก แต่จะต้องยอมรับความจริงว่าเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ได้ยึดครองฐานะเทคโนโลยีสำหรับยุคข้อมูลข่าวสารไปแล้ว ปัญหาที่แท้จริงอยู่ที่ว่าทำอย่างไรเราจะมีซอฟต์แวร์คุณภาพดี ที่ไม่ทำให้เด็กกลายเป็นเครื่องจักรต่างหาก

วันเพ็ญ เจียนเอี่ยม (2539 : 42) กล่าวว่า การนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการเรียนการสอนนั้น ก่อให้เกิดผลดีและประโยชน์แก่ครูผู้สอนและนักเรียนเป็นอย่างมาก ในขณะที่เดียวกันก็พบปัญหาหรือข้อจำกัดที่ทำให้การนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในโรงเรียนยังไม่แพร่หลายเท่าที่ควร การที่จะนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในห้องเรียนให้เกิดประโยชน์ ควรจะมีการวางแผน และการให้ความรู้กับบุคลากร เพื่อที่จะได้ใช้คอมพิวเตอร์อย่างคุ้มค่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเป็นสื่อที่มีประโยชน์ในวงการศึกษาเป็นอย่างมากถ้าผู้ใช้นำมาใช้ได้อย่างถูกต้อง

ศิริชัย นามบุรี (2542 : 49 – 50) กล่าวถึงการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญหลายสาขาร่วมกันพัฒนา ผู้เชี่ยวชาญด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา (Content Expert) ผู้เชี่ยวชาญทางด้านนี้จะเป็นผู้ที่มีความรู้ในเนื้อหาวิชาที่จะนำมาพัฒนาเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นอย่างดี สามารถที่จะให้คำปรึกษาในขอบข่ายรายละเอียด คำอธิบายของเนื้อหาวิชานั้น ๆ ลำดับของหัวข้อที่จะเรียนความสัมพันธ์และความต่อเนื่องของเนื้อ รวมทั้งจุดที่เป็นปัญหาของเนื้อหาในการทำความเข้าใจของผู้เรียนขณะทำการสอนปกติ โดยทั่วไปมักเป็นผู้มีประสบการณ์ในการสอนวิชาดังกล่าวมาเป็นเวลานาน

2. นักการศึกษา (Educator) ผู้เชี่ยวชาญทางด้านนี้จะเป็นผู้ที่มีความรู้และประสบการณ์ในการเรียนการสอนเป็นอย่างดี รู้จักจิตวิทยาการเรียนรู้ของมนุษย์ การวัดและการประเมินผลในรูปแบบต่าง ๆ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านนี้จะคอยให้คำปรึกษากับทีมงานเกี่ยวกับวิธีการนำเสนอและวิธีการสอนที่เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละกลุ่มเป้าหมายที่จะใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น การออกแบบและการสร้างบทเรียนสำเร็จรูป ตลอดจนวิธีการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เหมาะสมกับบทเรียนที่จะสร้างขึ้น

3. ผู้เชี่ยวชาญทางด้านมัลติมีเดียเทคโนโลยี (Multimedia Technology Expert) ผู้เชี่ยวชาญทางด้านนี้จะเป็นผู้เชี่ยวชาญที่มีความเชี่ยวชาญในการสร้างสื่อพื้นฐานของมัลติมีเดีย (ตัวอักษร ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ภาพกราฟิกและเสียง) ซึ่งจะคอยให้คำปรึกษากับทีมงานในการ

คัดเลือกอุปกรณ์และสร้างสื่อพื้นฐานของมัลติมีเดียที่จะนำเข้ามาประกอบในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น ตัวอย่าง เช่น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทางด้านช่างแขนงหนึ่งซึ่งต้องนำเสนอภาพเกี่ยวกับการทำงานของเครื่องจักรชนิดหนึ่ง ก็สามารถจัดสร้างได้โดยการถ่ายทำเป็นวีดิโอจากสถานการณ์จริง แล้วนำมาแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัลที่สามารถนำมาเสนอบนระบบคอมพิวเตอร์ได้ เป็นต้น

4. โปรแกรมเมอร์ (Programmer) ผู้เชี่ยวชาญทางด้านนี้จะเป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการใช้โปรแกรมต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง โปรแกรมระบบนิพจน์บทเรียน เช่น Author Ware เป็นต้น ซึ่งโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเพื่อนำมาใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ สวยงาม และมีความน่าสนใจ จนสามารถนำมาใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี ผู้เชี่ยวชาญด้านนี้จะคอยให้คำปรึกษาเกี่ยวกับ โปรแกรมที่เหมาะสมในการสร้างบทเรียนตลอดจนฮาร์ดแวร์ที่จะใช้ในการ Run ตัวบทเรียนที่สร้างขึ้นด้วย

จากที่ได้กล่าวมาพอจะสรุปได้ว่า ข้อควรคำนึงในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีและมีคุณค่านั้น จะต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญหลาย ๆ ด้าน เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องไม่ว่าจะเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา นักการศึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์และมัลติมีเดีย ผู้เชี่ยวชาญด้านโปรแกรมเมอร์ แต่ถึงกระนั้นในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังต้องคำนึงถึงความคุ้มค่าในการลงทุน และความสัมพันธ์ที่กระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียน และการอยู่ร่วมกันในสังคมของผู้เรียน

## 6. การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง ความสามารถของบทเรียนในการสร้างผลสัมฤทธิ์ให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ถึงระดับที่คาดหวังไว้ และครอบคลุมความเชื่อถือได้ ความพร้อมที่จะใช้งาน ความมั่นคงปลอดภัย และความถูกต้องสมบูรณ์ ซึ่งการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น เริ่มต้นจากการตรวจสอบคุณภาพและหาค่าความเชื่อมั่นให้ได้มาตรฐานก่อนที่จะนำไปใช้ด้วยการประเมินจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้และประสบการณ์ในด้านเนื้อหาและสื่อการสอน เพื่อให้เป็นผู้พิจารณา ให้ข้อมูลในการปรับปรุงหรือแก้ไขข้อบกพร่องของบทเรียน โดยสร้างเครื่องมือประเมินความเหมาะสมให้ครอบคลุมองค์ประกอบในด้านต่าง ๆ เช่น ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง ด้านภาพ เสียง และการใช้ภาษา ด้านการออกแบบจอภาพและด้านการจัดบทเรียน เครื่องมือที่สร้างขึ้นนี้จะต้องผ่านการะบวนการหาความเชื่อมั่น ให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นไม่ต่ำกว่า .75 จากนั้นทำการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญแล้วจึงนำเอาไปทดลองสอบหาประสิทธิภาพขั้นต้น

ในกลุ่มเป้าหมาย เรียกว่า การทดสอบบทเรียน (Try Out) เพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องซึ่งเป็นการตรวจสอบที่ได้ข้อมูลเสมือนจริงมากที่สุด หากพบข้อบกพร่องประการใดควรปรับปรุงและแก้ไขเพื่อจำกัดข้อบกพร่องเหล่านั้นก่อนที่จะนำไปใช้จริง เพื่อที่จะนำไปสู่การประเมินคุณภาพ หรือที่เรียกว่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นว่าสามารถนำไปใช้แทนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน (วุฒิชัย ประสานสอย. 2543 : 39)

เกณฑ์มาตรฐานที่ใช้พิจารณารับรองมาตรฐานประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ควรอยู่ที่ระดับ 80/80 ขึ้นไป แต่ทั้งนี้เราสามารถยืดหยุ่นได้ร้อยละ 75 ขึ้นไป (บุญชม ศรีสะอาด. 2546 : 154) เกณฑ์มาตรฐาน 80/80 หรือ  $E_1 / E_2$  มีความหมายดังนี้ 80 ตัวแรก หรือ  $E_1$  เป็นคะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม ซึ่งหมายถึง นักเรียนทุกคนทำบทเรียนรวมกันแล้วเฉลี่ยได้ร้อยละ 80 หาประสิทธิภาพได้ดังนี้

$$E_1 = \left( \frac{\text{คะแนนเฉลี่ย}}{\text{คะแนนเต็ม}} \right) \times 100 \%$$

$$\text{คะแนนเฉลี่ย} = \left( \frac{\text{คะแนนรวมทั้งหมด}}{\text{จำนวนนักเรียนทั้งหมด}} \right)$$

80 ตัวหลัง หรือ  $E_2$  เป็นคะแนนผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน ซึ่งหมายถึง นักเรียนทุกคนทำแบบทดสอบหลังบทเรียนรวมกันแล้ว เฉลี่ยได้ร้อยละ 80 หาประสิทธิภาพได้ดังนี้

$$E_2 = \left( \frac{\text{คะแนนเฉลี่ย}}{\text{คะแนนเต็ม}} \right) \times 100 \%$$

$$\text{คะแนนเฉลี่ย} = \left( \frac{\text{คะแนนรวมทั้งหมด}}{\text{จำนวนนักเรียนทั้งหมด}} \right)$$

สำหรับขั้นตอนในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผู้กำหนดไว้ดังนี้

ชูศักดิ์ เพรสคอตท์ (2540 : 131 – 135) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไว้ดังนี้

#### 1. ตรวจสอบความถูกต้องสมบูรณ์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.1 ตรวจสอบความถูกต้องสมบูรณ์ของชุด เช่น คู่มือการใช้ คำแนะนำการใช้ บทเรียน กิจกรรม แบบทดสอบ สื่อประกอบอื่น ๆ

1.2 ตรวจสอบความสมบูรณ์ขององค์ประกอบว่า ในแต่ละองค์ประกอบมีความพร้อมที่จะนำมาใช้ร่วมกันหรือไม่ มีความความชัดเจนสมบูรณ์พร้อมที่จะนำไปใช้งานหรือไม่



1.3 ตรวจสอบการทำงานขององค์ประกอบ เช่น ฮาร์ดแวร์ ระบบปฏิบัติการ (Operating system) และบทเรียน (Courseware) ว่าทำงานร่วมกันได้อย่างเหมาะสมหรือไม่

1.4 ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของโครงสร้างและเนื้อหา เป็นการทดลองตรวจสอบการใช้งานเป็นไปตามที่ออกแบบไว้ทั้งหมด เพื่อตรวจสอบความชัดเจนของคำสั่งต่าง ๆ และความถูกต้องชัดเจนเหมาะสมของเนื้อหาที่ต้องการให้เรียนรู้ ถือเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุด

2. แนวทางการทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ก่อนการนำไปใช้จริง ควรมีการทดสอบหาประสิทธิภาพ ดังนี้

2.1 การทดสอบหาประสิทธิภาพด้าน โครงสร้างและการนำเสนอ ได้แก่ การนำเสนอเนื้อหาและกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งต้องกะทัดรัด ชัดเจน มีคำตอบหรือทางออกที่ดี ในกรณีผู้เรียนตอบคำถามไม่ได้ ต้องมั่นใจว่าใช้กราฟิกและเสียง ที่ใช้หน่วยความจำมากเครื่องจะชะงักค้าง (Hang) หยุดการทำงานและการใช้แบบทดสอบจะต้องเป็นไปตามวัตถุประสงค์ ผู้เรียนสามารถเข้าใจคำถามตรงกันและมีรูปแบบของการเฉลยคำตอบที่เหมาะสม

2.2 การทดสอบหาประสิทธิภาพด้านสัมฤทธิ์ผลทางการเรียน โดยหลักการแล้ว จะมีวิธีการและขั้นตอนดังนี้

2.2.1 ขั้นตอนการทดสอบหาประสิทธิภาพ โดยทั่วไปมี 3 ขั้นตอน คือ

2.2.2 การทดลองแบบเดี่ยว (แบบ 1 ต่อ 1) แล้วปรับปรุงแก้ไข

2.2.3 การทดลองแบบกลุ่ม 7 – 10 คน แล้วปรับปรุงแก้ไข

2.2.4 การทดลองภาคสนาม เป็นการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

2.3 เกณฑ์การทดสอบหาประสิทธิภาพ การทดสอบทุกครั้งมีเกณฑ์กำหนดไว้ชัดเจน โดยทั่วไปมี 2 แบบ คือ

2.3.1 แบบเกณฑ์ความก้าวหน้า หมายถึง การทดสอบเปรียบเทียบกับก่อนเรียนกับหลังเรียน

2.3.2 แบบเกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง การตั้งตามแนวทางการวัดผลประเมินผลหากเป็นไปได้ ก่อนการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปประเมินภาคสนาม ควรมีการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ ถ้าเป็นไปได้ควรให้ผู้ทรงคุณวุฒิทางเทคโนโลยีทางการศึกษาจำนวน 3 – 5 ท่าน ประเมินเพื่อให้ข้อคิด ข้อเสนอแนะ เพื่อปรับปรุงแก้ไขก่อนทดลองภาคสนามต่อไป และมีการประเมินภาคสนามแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

2.3.2.1 การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งมีหลายวิธีแต่ที่นิยม คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์

2.3.2.2. การประเมินเพื่อทดสอบปัญหาในการใช้และความพึงพอใจของนักเรียน ในการประเมินเพื่อหาค่าความพึงพอใจนั้น อาจจะประเมินทั้งในส่วนที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน สถานที่และการให้บริการ โดยเฉพาะเกี่ยวกับตัวบทเรียน อาจจะประเมินในสิ่งต่อไปนี้ เช่น การใช้กราฟิก ภาพเคลื่อนไหว รูปแบบตัวอักษร สี เสียง ลักษณะของการมีปฏิสัมพันธ์ เวลาที่ใช้สำหรับแต่ละบทเรียนและคุณภาพของเนื้อหาที่ปรากฏในบทเรียนเป็นต้น

มนิสรา สุภกิจ (2545 : 11) กล่าวถึงลำดับขั้นตอนในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

1. การทดลองแบบเดี่ยว (1: 1) เป็นการทดลองใช้สื่อกับนักเรียนที่เป็นตัวแทนของผู้ที่จะเรียนจากสื่อ 1:1 หมายความว่าในการทดลองแต่ละครั้งประกอบด้วยผู้ทดสอบหนึ่งคน และนักเรียนหนึ่งคน

2. การทดลองแบบกลุ่มเล็ก (1 : 10) เป็นการทดลองใช้สื่อที่ปรับปรุงแล้วจากขั้นตอนที่ 1 กับนักเรียนที่เป็นตัวแทนของผู้ที่จะเรียนจากสื่อ 1: 10 หมายความว่าในการทดลองสอนแต่ละครั้งประกอบด้วยผู้ทดสอบ 1 คน และนักเรียนประมาณ 10 คน

3. การทดลองภาคสนาม เป็นการทดสอบขั้นสุดท้ายของกระบวนการทดสอบประสิทธิภาพของสื่อ การทดสอบในขั้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้สร้างมั่นใจได้ว่าสื่อที่สร้างขึ้นมานั้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และสามารถนำไปใช้ในการสอนได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

สรุปได้ว่า การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของบทเรียนที่สร้างขึ้นโดยมีขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

1. ตรวจสอบความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญพร้อมปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

2. นำไปทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งแบ่งเป็น 3 ลักษณะ คือ การทดลองแบบ 1 ต่อ 1 การทดลองแบบกลุ่มเล็ก และการทดลองภาคสนาม

## 7. ความพึงพอใจในบทเรียนคอมพิวเตอร์

### 7.1 ความหมายของความพึงพอใจ

ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง อันเนื่องมาจากความสำเร็จ ความประสงค์ในสิ่งที่ตนคาดหวังไว้เป็นความรู้สึกที่สามารถปรับเปลี่ยนได้เสมอขึ้นอยู่กับสภาพการณ์ สภาพแวดล้อม ช่วงเวลาในขณะนั้นๆ ความพึงพอใจเป็นพลังแห่งการ

สร้างสรรค์สามารถกระตุ้นให้เกิดความภูมิใจ มั่นใจ (วราภรณ์ ช่วนุกิจ. 2538 : 8) ความพึงพอใจมีแหล่งกำเนิดมาจาก

1. การอบรมตั้งแต่เล็กๆเป็นไปในลักษณะค่อยๆซึมจากการเลียนแบบพ่อแม่ และคนข้างเคียง ไม่ต้องมีใครสอน ดังนั้น ความพึงพอใจจึงเป็นเรื่องของการเรียนรู้

2. ประสบการณ์ของบุคคล

3. การรับการถ่ายทอดจากความพอใจที่มีอยู่แล้ว

4. สื่อมวลชน

แก้วตา คณะวรรณ (2524 : 59-60) ได้กล่าวว่าถึง สาเหตุของการล้มเหลวผู้เรียนรู้สิ่งใดแล้ว ปรากฏว่า การเรียนรู้นั้นไม่ได้คงที่ตลอดไป สาเหตุที่ทำให้ล้ม คือ

1. การเลือนหายไปโดยไม่ได้ใช้

2. เกิดการบิดเบือนเลือนร่อยรอยความจำ

3. เกิดการยับยั้งการเรียนรู้

4. เกิดแรงจูงใจที่จะล้ม

ผู้วิจัยได้ศึกษาแล้วสรุปได้ว่า ความหมายของความพึงพอใจที่กล่าวมาข้างต้น หมายถึง ความรู้สึกในทางบวกที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้ขึ้นอยู่กับสภาพการณ์ และสภาพแวดล้อม ความพึงพอใจสามารถกระตุ้นให้เกิดความภูมิใจ มั่นใจ ในการปฏิบัติตนต่อสิ่งนั้น ๆ

แอปเปิลไวท์ (Applewhite. 1965 : 6) ได้กล่าวไว้ว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกส่วนตัวของบุคคลในการปฏิบัติงาน ซึ่งมีความหมายกว้างรวมไปถึงความพึงพอใจในสภาพแวดล้อมทางกายภาพด้วยกรณีมีความสุขที่ทำงานร่วมกับผู้อื่นที่เข้ากันได้ มีทัศนคติที่ดีต่องานด้วย

กู๊ด (Good. 1973 : 161) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง สภาพหรือระดับความพึงพอใจที่มีผลมาจากความสนใจและเจตคติของบุคคลที่มีต่องาน

สลใจ วิบูลกิจ(2544 : 42) ได้กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง สภาพของอารมณ์บุคคล ที่มีต่อองค์ประกอบของงานและสภาพแวดล้อมในการทำงานที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของบุคคลนั้น ๆ

#### วิธีวัดความพึงพอใจ

ผู้วิจัยค้นคว้าได้วัดระดับความพึงพอใจของนักเรียนโดยดำเนินการหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนครบทุกหน่วยการเรียนรู้แล้ว โดยใช้แบบสอบถามวัดความพึงพอใจ ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) แบ่งระดับความพึงพอใจเป็น 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด แล้วหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

(S.D.)แล้วนำค่าเฉลี่ยไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ซึ่งผู้ศึกษาค้นคว้าได้ดัดแปลงมาจากแนวคิดของ บุญชม ศรีสะอาด (2543 : 161)

จากความหมายและวิธีวัดความพึงพอใจตามที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ความพึงพอใจเป็นความชอบหรือความพอใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ความรู้สึกพึงพอใจเกิดขึ้นเมื่อบุคคลได้รับในสิ่งที่ต้องการหรือบรรลุจุดหมายในระดับใดระดับหนึ่ง ซึ่งความรู้สึกดังกล่าวจะลดลงหรือไม่นั้น เกิดจากความต้องการหรือจุดหมายนั้นได้รับการตอบสนองหรือไม่ สภาวะของสังคมและจิตใจที่แตกต่างกัน ทำให้คนคาดคะเนว่าสื่อแต่ละประเภทสนองความพึงพอใจได้แตกต่างกันไปด้วย ดังนั้น ลักษณะการใช้สื่อของบุคคลที่มีความต้องการไม่เหมือนกันย่อมจะแตกต่างกันไปซึ่งจะส่งผลถึงความพึงพอใจที่ได้รับจากการใช้สื่อด้วย

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 1. งานวิจัยในประเทศ

บัณฑิต ดั่งซารี (2550 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับกลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 27 คน ที่ต้องเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนบ้านโป่งเจริญ ตำบลท่ากระดาน อำเภอสนมชัย จังหวัดฉะเชิงเทรา ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 2) เปรียบเทียบคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 3) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เครื่องมือในการศึกษาประกอบด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนซึ่งบรรจุในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และแบบสอบถามความคิดเห็นที่ผู้ศึกษาสร้างขึ้น ดำเนินการทดลองโดยให้กลุ่มตัวอย่างเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชนิดเส้นตรง จำนวน 48 กรอบ ใช้เวลาในการเรียนประมาณ 5 คาบเรียน

ผลการศึกษาพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผลิตขึ้น มีประสิทธิภาพ 91.94 นักเรียนมีคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความคิดเห็นในระดับดีมากเกี่ยวกับ การแจ้งผลหลังการทำแบบฝึกหัดและบทเรียนช่วยให้เกิดความเข้าใจ

อัครรินทร์ สุพันธ์ (2550 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องจำนวนเต็มสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 การวิจัยครั้งนี้มี

วัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องจำนวนเต็มสำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้มีประสิทธิภาพ 2) เปรียบเทียบคะแนนทดสอบก่อนเรียนและคะแนนทดสอบหลังเรียน 3) ศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องจำนวนเต็ม

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนหนองหินวิทยาคม ได้มาโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียน 42 คน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง จำนวนเต็ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 1) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 50 ข้อ มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.39-0.92 คำนี B ระหว่าง 0.28-0.79 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.73 2) แบบทดสอบความคิดเห็น 3) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องจำนวนเต็ม

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อ 1) หาประสิทธิภาพของบทเรียนโดยใช้ร้อยละ 2) เปรียบเทียบคะแนนทดสอบหลังเรียนและคะแนนทดสอบก่อนเรียน โดยใช้ Paired-Sample t-test 3) ใช้  $\bar{x}$  , S.D. ในการวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียน

ผลการวิจัยพบว่า 1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพ 100-90.69 2) นักเรียนที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 3) นักเรียนมีความคิดเห็นต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยรวมในระดับดีมาก ว่าขนาดของตัวอักษรในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อ่านได้ชัดเจน ( $\bar{x} = 4.73$ , S.D. = 0.53 ) คำแนะนำการใช้งานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อ่านแล้วทำความเข้าใจได้ง่าย ( $\bar{x} = 4.65$ , S.D. = 0.62 ) และคำบรรยายเนื้อหาที่มีความเข้าใจง่าย ( $\bar{x} = 4.65$ , S.D. = 0.62 )

รัตนพันธุ์ ชาวเรือ (2546 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้จากการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างวิธีการเรียนและคุณลักษณะเฉพาะตัวของนักเรียนผลการวิจัยปรากฏดังนี้ 1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 79.83/77.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้และมีค่าดัชนีประสิทธิผลของบทเรียน(The Effectiveness Index; E.I.) เท่ากับ 0.682 นั่นคือผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนนี้มีความรู้เพิ่มขึ้น ร้อยละ 68.20 2) คุณลักษณะส่วนตัวและวิธีการสอนมีปฏิสัมพันธ์ต่อการมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมีความคงทนในการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีนักเรียนที่มีคุณลักษณะส่วนตัว Type A ที่เรียนแบบกลุ่มย่อย 3 คน และนักเรียนที่มีคุณลักษณะส่วนตัว Type B และ Type C และเรียนแบบกลุ่มย่อย 2 คน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่มีคุณลักษณะส่วนตัว Type C ที่เรียนแบบกลุ่มย่อย

3 คน และเรียนแบบเอกัตภาพ และนักเรียนที่มีคุณลักษณะส่วนตัว Type B ที่เรียนแบบกลุ่มย่อย 2 คนมีความคงทนในการเรียนรู้มากกว่านักเรียนในกลุ่มอื่นๆ แต่ไม่แตกต่างจากนักเรียนที่มีคุณลักษณะส่วนตัว Type C ที่เรียนแบบกลุ่มย่อย 2 คนและนักเรียนที่มีคุณลักษณะส่วนตัว Type B ที่เรียนแบบกลุ่มย่อย 3 คน 3) นักเรียนที่มีความคิดเห็นต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก และส่วนมากมีความคิดว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเร้าความในใจ

ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ และสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนแบบรายบุคคล แบบกลุ่มย่อย 2 คน และแบบกลุ่มย่อย 3 คนได้

## 2. งานวิจัยต่างประเทศ

ชอร์ต (Short. 2003 : 670 ) ได้ศึกษาการสอนคณิตศาสตร์โดยอาศัยคอมพิวเตอร์เป็นฐาน การแยกสาขาที่สร้างเสริม โดยอัตโนมัติ โดยมีความมุ่งหมายเพื่อประเมินผลโปรแกรมซอฟต์แวร์การสอนที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐาน ชื่อ ผู้สำรวจคณิตศาสตร์โรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นอย่างหนึ่ง ผู้ถูกทดลองประกอบด้วย นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนสหศึกษาที่หลากหลายวัฒนธรรม จำนวน 29 คน ในเมืองลองบีช รัฐแคลิฟอร์เนีย เครื่องมือในการศึกษาได้แก่ แบบทดสอบก่อนและหลังการทดลอง และแบบวัดความรู้ ซอฟต์แวร์เขียนขึ้นโดยผู้ทดลองเพื่อระบุมาตรฐานคณิตศาสตร์โรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 9 มาตรฐานที่สร้างขึ้นไว้โดยจัดทำเป็นโปรแกรมเพื่อรวมการแยกสาขาในการซ่อมเสริม โดยอาศัยคำตอบและความต้องการของนักเรียน ผลการศึกษาพบว่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างคะแนนแบบทดสอบก่อนและหลังการทดลองและบ่งชี้ บทเรียนการสอนที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐาน ซึ่งมีการแยกสาขาย่อมมาเสริมนั้นมีประสิทธิผลในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนมัธยมศึกษา

ยัง (Young. 1997 : 2985-A) การวิจัยครั้งนี้ทดสอบการใช้การสอนความเข้าใจโปรแกรม ซิธีรอมที่ใช้มีลติมีเดีย เพื่อการสอนวิชาคณิตศาสตร์เบื้องต้นสำหรับอาจารย์เพื่อทดสอบนักเรียนก่อนการสอน สำหรับเตรียมการสอน ผลของการใช้ภาพเคลื่อนไหวตัวอักษรสามารถอธิบายให้เป็นที่เข้าใจและช่วยในการจำ เพิ่มทักษะในวิชาคณิตศาสตร์ได้ สื่อชนิดนี้เหมาะสำหรับเป็นอุปกรณ์ช่วยในการเรียนการสอนได้

เดซาย (Desai. 1997 : 2990-A) ได้ทำการวิจัยแนวคิดเกี่ยวกับปัจจัยต่างๆ ที่เกิดจากการใช้คอมพิวเตอร์ในองค์กร ปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งก็คือ การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อฝึกอบรมให้พนักงาน แต่ละคนยอมรับและนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้งาน ผู้วิจัยและผู้ที่เกี่ยวข้องจึงคิดค้นหาวิธีใหม่ๆ มาใช้ในการฝึกอบรมกับผู้ใช้คอมพิวเตอร์ โดยงานวิจัยฉบับดังกล่าวได้เน้นถึงการศึกษา

ผลกระทบของสิ่งต่างๆ เหล่านี้คือ 1) ความสัมฤทธิ์ผลในการฝึกอบรม 2) รูปแบบการเรียนรู้แต่ละบุคคล 3) การตอบสนองของการเรียนรู้โดยใช้วิธีการอบรมรูปแบบต่างๆ และ 4) ความหลากหลายของหัวข้อการฝึกอบรมที่เกี่ยวกับความสามารถของแต่ละคนในการรับรู้สิ่งที่จะเรียนรู้ผลการวิจัยระบุว่า การฝึกอบรมโดยใช้ CBT สามารถพัฒนาประสิทธิภาพในการทำงาน ของแต่ละคนได้อย่างมีนัยสำคัญ CBT ที่นำมาใช้มีประสิทธิภาพสูงกว่าการใช้วิทยากรบรรยาย (IBT) ถ้าไม่คำนึงถึงความสามารถก่อนการอบรม การฝึกอบรมโดยใช้ CBT ที่มีการตอบสนอง จะมีประโยชน์ระยะยาว การฝึกอบรมที่มีการตอบสนองนี้ มีนัยสำคัญมากกว่าการฝึกอบรมหรือการมอบหมายงานที่ไม่มีการตอบสนอง

ผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการเรียนการสอนทั้งในและต่างประเทศไม่ว่าจะนำมาใช้ในวิชาใดก็ตามส่วนใหญ่ พบว่า ช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นและช่วยให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น สนุกสนานต่อการเรียนการสอน ผลที่ปรากฏนี้บ่งชี้ได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี จึงควรส่งเสริมให้ผู้ที่มีใจสนใจมีการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในหลายๆ รูปแบบเพื่อให้ความเหมาะสมต่อการเรียนการสอนในวิชาต่างๆ ให้มากยิ่งขึ้น กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มากขึ้น ลดเวลาในการเรียนการสอน สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตัวเองโดยไม่จำกัดเวลา สถานที่ มีความพึงพอใจ ผู้ศึกษาค้นคว้าได้นำความรู้ที่ได้ศึกษาจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยทั้งหมด มาใช้เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เซต กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อให้เป็นสื่อการเรียนรู้สำหรับนักเรียนและสามารถถ่ายทอดความรู้ต่างๆของบทเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ