

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการศึกษาค้นคว้า เรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์
3. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
4. ความพึงพอใจ
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

##### 1. ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction) มีผู้ให้ความหมายไว้หลายท่าน ดังต่อไปนี้

กรมวิชาการ (2546, หน้า1) ได้ให้ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อนำไปช่วยสอน โดยที่กิจกรรมการเรียนการสอนนั้นได้ใช้สื่อหรือวิธีการสอนอื่น ๆ เป็นหลักอยู่แล้ว เช่น มีครูสอนในห้องเรียนเป็นหลักแล้ว ครูอาจนำสื่อนี้มาช่วยเสริมความรู้สำหรับผู้เรียนที่จำเป็นหรือต้องการทบทวนเนื้อหาที่เรียนไปแล้ว ศึกษาเนื้อหาใหม่เพื่อเป็นการเตรียมตัวก่อนเข้าชั้นเรียน ทำแบบฝึกปฏิบัติเพื่อเพิ่มพูนทักษะหรือเพื่อทดสอบความรู้ตนเอง สื่อคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอนที่ผู้ผลิตมีเป้าหมายที่จะพัฒนาขึ้นเพื่อใช้เป็นสื่อหลักในการเรียนการสอน เช่น ใช้สอนแทนครูได้เลยจะเรียกว่า **Computer-Based Learning** เรียกย่อว่า **CBL** เมื่อนำไปใช้ในการฝึกอบรมจะเรียกว่า **Computer-Based Training** หรือ **CBT** หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐานหรือเป็นหลักในการเรียนรู้ โดยอาจมีครู สื่อสิ่งพิมพ์ หรือสื่ออื่น ๆ เป็นสื่อเสริม

ถนอมพร (ต้นพิพัฒน์) เลาหจรัสแสง (2541, หน้า 7) กล่าวว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง สื่อการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่งซึ่งใช้ความสามารถของ

คอมพิวเตอร์ในการนำเสนอสื่อประกอบ อันได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง กราฟิก แผนภูมิ กราฟ ภาพเคลื่อนไหว วิดีทัศน์และเสียง เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียนหรือองค์ความรู้ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับการสอนจริงในห้องเรียนมากที่สุด

วุฒิชัย ประสารสอย (2543, หน้า 10) ให้ความหมายว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าเป็นการจัดโปรแกรมเพื่อการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อช่วยถ่ายทอดเนื้อหาความรู้ไปสู่ผู้เรียน

กิดานันท์ มลิทอง (2536, หน้า 168) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์เป็นสื่อการสอนที่เป็นเทคโนโลยีระดับสูง เมื่อมีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน ทำให้การเรียนการสอนมีการโต้ตอบได้ระหว่างนักเรียนกับคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ยังมีความสามารถในการตอบสนองต่อข้อมูลที่นักเรียนป้อนเข้าได้ในทันที มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ ซึ่งเป็นการช่วยเสริมแรงให้แก่ นักเรียน สามารถประเมินผลการตอบสนองของนักเรียนได้

สุรางค์ ไคว์ตระกูล (2537, หน้า 237) อธิบายว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้เป็นรายบุคคล โดยใช้หลักการเรียนรู้จากทฤษฎีการเรียนรู้

ผดุง อารยะวิญญู (2527, หน้า 41-42) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องช่วยครูในการเรียนการสอนแทนที่ครูจะสอนเนื้อหาด้วยตนเองครูก็บรรจุเนื้อหาลงในโปรแกรม นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง คอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงเป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเองโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นผู้ถ่ายทอดวิชาแทนครู

บุญชม ศรีสะอาด (2537, หน้า 123) ให้ความหมายคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction) คือ การใช้คอมพิวเตอร์ในการสอนรายบุคคลโดยใช้โปรแกรมที่ดำเนินการสอนภายใต้การควบคุมของคอมพิวเตอร์ซึ่งจะช่วยผู้เรียนมีความก้าวหน้าตามอัตราของตนเอง เป็นการสอนที่ตอบสนองความต้องการของผู้เรียนแต่ละคน

สุกรี รอดโพธิ์ทอง (2532, หน้า 61) ให้ความหมาย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ บทเรียนที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อในการนำเสนอเนื้อหา ซึ่งอาจเป็นกิจกรรมในรูปแบบต่าง ๆ ที่เน้นให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน เป็นบทเรียนที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนและกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้

อเลสซีและโทรลลิป (Alessi and Trollip, 1985, p. 19) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการสอนที่ประกอบด้วยการเล่นเนื้อหา การให้คำแนะนำแก่ผู้เรียน การให้ผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกฝนและมีการประเมินผลการเรียนของผู้เรียน การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อให้สามารถทำกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งหรือการผสมผสานของกิจกรรม

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง สื่อการเรียนการสอนรูปแบบหนึ่งที่ใช้คอมพิวเตอร์นำเสนอเนื้อหา โดยการสร้างโปรแกรมบทเรียนเพื่อเรียนในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ประกอบด้วยบทเรียน แบบฝึกทักษะและแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้กราฟิก สร้างข้อความ ตัวหนังสือ ภาพ สี เสียงและคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง มีปฏิสัมพันธ์ได้ตอบกับโปรแกรมที่เสนอบทเรียน โปรแกรมจะประเมินการตอบสนองของผู้เรียนและให้ข้อมูลป้อนกลับ เพื่อเสริมแรงให้ผู้เรียนเลือกเรียนสิ่งเร้าตามลำดับต่อไปจนจบบทเรียน

## 2. ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ถนอมพร (ต้นพิพัฒน์) เลหาจรัสแสง (2541, หน้า 8) ได้ให้ข้อเสนอว่า คุณลักษณะที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมี 4 ประการ คือ

2.1 สารสนเทศ (Information) ในที่นี้หมายถึง เนื้อหาสาระ (Content) ที่ได้เรียบเรียงแล้วเป็นอย่างดี ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้หรือได้รับทักษะอย่างหนึ่งอย่างใดตามที่ผู้สร้างได้กำหนดวัตถุประสงค์ไว้ โดยอาจเป็นการนำเสนอเนื้อหาในลักษณะทางตรง ได้แก่ การนำเสนอเนื้อหาในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทติวเตอร์ ซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รับเนื้อหาสาระและทักษะต่าง ๆ อย่างตรงไปตรงมาจากการอ่าน จำ ทำความเข้าใจ ฝึกฝนและตัวอย่างการนำเสนอเนื้อหาในลักษณะทางอ้อม ได้แก่ การนำเสนอเนื้อหาในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกมและการจำลองสถานการณ์ ซึ่งเนื้อหาสาระหรือทักษะที่ผู้เรียนได้รับจะถูกแอบแฝงเอาไว้ในรูปแบบของเกมต่าง ๆ เพื่อให้ผู้ใช้ได้ฝึกทักษะทางความคิด การจำ การสำรวจสิ่งต่าง ๆ รอบตัวและเพื่อสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่สนุกสนานเพลิดเพลิน จูงใจให้ผู้เรียนมีความต้องการที่จะเรียนมากขึ้น

สารสนเทศเป็นคุณลักษณะสำคัญประการหนึ่งของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ช่วยแยกความแตกต่างระหว่างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกม ออกจากซอฟต์แวร์เกม ซึ่งมุ่งเน้นแต่ความบันเทิงของผู้ใช้โดยไม่ได้คำนึงถึงการให้ความรู้หรือทักษะแก่ผู้เรียนแต่อย่างใด อย่างไรก็ตามก็ตีซอฟต์แวร์เกมบางชนิดก็อาจจัดว่าเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทหนึ่งได้ แต่ทั้งนี้

เกมเหล่านั้นจะต้องมีคุณลักษณะสำคัญ คือ จะต้องมีความหมายรวมหรือวัตถุประสงค์ในการที่จะนำเสนอเนื้อหา สารความรู้หรือทักษะอย่างใดอย่างหนึ่งให้แก่ผู้เรียน

**2.2 ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individualization)** การตอบสนองของความแตกต่างระหว่างบุคคล คือ ลักษณะที่สำคัญประการหนึ่งของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน บุคคลแต่ละบุคคลมีความแตกต่างกันทางการเรียนรู้ซึ่งเกิดจากบุคลิกภาพ สติปัญญา ความสนใจ พื้นฐานความรู้ที่แตกต่างกันออกไป คอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งเป็นสื่อการเรียนการสอนรายบุคคลประเภทหนึ่งจึงต้องได้รับการออกแบบให้มีลักษณะที่ตอบสนองต่อความแตกต่างส่วนบุคคลให้มากที่สุด กล่าวคือ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องมีความยืดหยุ่นมากพอที่ผู้เรียนจะมีอิสระ ในการควบคุมการเรียนการสอนของตน ซึ่งมีลักษณะที่สำคัญ ๆ ได้แก่ การควบคุมเนื้อหา การเลือกที่จะเรียนส่วนใดส่วนใด ออกจากบทเรียนเมื่อใดหรือย้อนกลับมาเรียนในส่วนที่ยังไม่ได้ศึกษา เช่น มีเมนูหรือรายการที่แยกเนื้อหาตามหัวข้ออย่างชัดเจนหรือปุ่มควบคุมต่าง ๆ ในการสืบไป (Navigate) ในบทเรียน การควบคุมลำดับของการเรียน การเลือกที่จะเรียนส่วนใดก่อนหลังหรือการสร้างลำดับการเรียนด้วยตนเอง เช่น ในลักษณะการเรียนเนื้อหาแบบโยงใยหรือสื่อหลายมิติ (Hypermedia) ซึ่งผู้เรียนสามารถที่กดเลือกข้อมูลที่ต้องการเรียนตามความสนใจ ความถนัดหรือตามพื้นฐานความรู้ของตนได้ การควบคุมการฝึกปฏิบัติหรือการทดสอบ ความต้องการที่จะต้องฝึกปฏิบัติหรือทำแบบทดสอบหรือไม่ หากทำจะทำมากน้อยเพียงใด เช่น การมีปุ่มควบคุมต่าง ๆ จัดหาไว้ทุกหน้าที่จำเป็น เช่น ปุ่มเลิกทำ ปุ่มกลับไปหน้าเดิม เป็นต้น

นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สมบูรณ์แบบอาจจะต้องมีการนำระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System) หรือระบบปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) มาประยุกต์ใช้เพื่อที่จะสามารถตอบสนองต่อความแตกต่างของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น การจัดเนื้อหาหรือแบบฝึกหัด ในระดับความยากง่ายที่ตรงกับพื้นฐานความสามารถและความสนใจของผู้เรียน เป็นต้น

**2.3 การโต้ตอบ (Interaction)** คือ การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รูปแบบการเรียนการสอนที่ดีที่สุด คือ การเรียนการสอนในลักษณะที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนได้มากที่สุด นอกจากนี้ การที่มนุษย์สามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นหาได้เกิดจากขึ้นเพียงจากการสังเกตเท่านั้น หากจะต้องมีการโต้ตอบหรือปฏิสัมพันธ์โดยเฉพาะอย่างยิ่งการได้มีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอน ดังนั้น คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้รับการออกแบบมาอย่างดีจะต้องเอื้ออำนวยให้เกิดการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์อย่าง

ต่อเนื่องและตลอดทั้งบทเรียน การอนุญาตให้ผู้เรียนเพียงแค่การคลิกเปลี่ยนหน้าจอไปเรื่อย ๆ ที่ละหน้าไม่ถือว่าเป็นปฏิสัมพันธ์ที่เพียงพอสำหรับการเรียนรู้

**2.4 การให้ผลป้อนกลับโดยทันที (Immediate Feedback)** การให้ผลป้อนกลับโดยทันทีตามแนวคิดของสกินเนอร์ (Skinner) แล้วผลป้อนกลับหรือการให้คำตอบนี้ถือเป็นการเสริมแรง (Reinforcement) อย่างหนึ่ง การให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียนในทันทีหมายรวมไปถึงการที่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สมบูรณ์จะต้องมีการทดสอบหรือประเมินความเข้าใจของผู้เรียนในเนื้อหาหรือทักษะต่าง ๆ ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ด้วย ซึ่งการให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียนเป็นวิธีที่อนุญาตให้ผู้เรียนตรวจสอบการเรียนรู้ของตนได้ ทั้งนี้มีงานวิจัยหลายชิ้นซึ่งสนับสนุนว่าการให้ผลป้อนกลับโดยทันทีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้เองที่ถือได้ว่าเป็นจุดเด่นหรือข้อได้เปรียบประการสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเทียบกับสื่อประเภทอื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็นสื่อสิ่งพิมพ์หรือสื่อโสตทัศนวัสดุ เนื่องจากสื่ออื่น ๆ นั้นไม่สามารถที่จะประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนพร้อมกับการให้ผลป้อนกลับโดยฉับพลันเช่นเดียวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ดังนั้น ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นบทเรียนที่สามารถให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาได้ด้วยตนเอง สามารถโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ได้ เช่น แบบฝึกปฏิบัติแบบทดสอบ ควรให้อิสระต่อผู้เรียน ไม่ควรจำกัดเวลา เปิดโอกาสให้เรียนตามความต้องการของผู้เรียนเอง เนื้อหาบทเรียนควรมีทางเลือกหลากหลาย

### 3. ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรมวิชาการ (2546, หน้า 3) ได้สรุปประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่แบ่งตามกระบวนการสอน อาจแบ่งออกเป็น 5 ประเภทใหญ่ ๆ ไว้ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทสอนเนื้อหา (tutorial)
2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัด (drill)
3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทสถานการณ์จำลอง (simulation)
4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกมการสอน (game)
5. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบทดสอบ (test)

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทสอนเนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอนในคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้ อาจคล้ายกับการเรียนการสอนจริงในชั้นเรียน มีการนำเข้าสู่บทเรียนให้ข้อมูลพื้นฐานก่อนเริ่มเรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความพร้อมและความสนใจที่จะเรียนรู้ มีการทบทวนความรู้เดิมหรือให้ความรู้เพิ่มเติมก่อนที่จะเสนอเนื้อหาใหม่ มีการประเมินในรูปแบบฝึกหัดหรือการทดสอบ ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญหลังจากที่ผู้เรียนได้ศึกษาเนื้อหาเป็นช่วง

ตามความเหมาะสม คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทสอนเนื้อหาสามารถใช้ได้กับการสอนวิชาต่าง ๆ แทบทุกวิชา ไม่ว่าจะเป็นวิชาทางด้านมนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์หรือวิทยาศาสตร์ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้เหมาะกับการนำเสนอกฎเกณฑ์และหลักการต่าง ๆ หรือใช้การเรียนรู้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา

2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัด เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่นำเสนอข้อคำถามโดยใช้วิธีการและรูปแบบต่าง ๆ แบบปรนัยหลายตัวเลือกแบบจับคู่ แบบถูก-ผิดและแบบให้ระบุส่วนประกอบ โดยมีวัตถุประสงค์ให้ผู้เรียนฝึกฝนและปฏิบัติจนเข้าใจและจดจำเนื้อหาที่ต้องการ โดยการฝึกจะช่วยให้ผู้เรียนประยุกต์เอาความรู้ หลักการและทฤษฎีต่าง ๆ ที่ศึกษาจากชั้นเรียนมาแก้ปัญหาโจทย์ต่าง ๆ ในวิชาที่เกี่ยวข้องกับกฎเกณฑ์ เช่น คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และภาษาต่างประเทศ โปรแกรมประเภทนี้จะไม่สอนเนื้อหาใหม่ แต่จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทบทวนกฎเกณฑ์ แนวคิดและหลักการต่าง ๆ หากผู้เรียนต้องการโปรแกรมประเภทแบบฝึกหัดโดยทั่วไปมิได้มุ่งที่จะสอน จึงควรใช้หลังจากที่ได้เรียนรู้เนื้อหามาแล้ว โดยอาจใช้หลังจากที่ได้ใช้โปรแกรมประเภทสอนเนื้อหา ประเภทสถานการณ์จำลองหรือจากการที่ผู้เรียนได้อ่านตำราหรือได้เรียนในชั้นเรียนมาแล้ว

3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทสถานการณ์จำลอง เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่นำเสนอบทเรียนในรูปแบบการจำลองสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้สัมผัสกับเหตุการณ์ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับประสบการณ์จริง เพื่อทำความเข้าใจสถานการณ์ เรียนรู้ที่จะปฏิบัติตนในสถานการณ์ต่าง ๆ ควบคุมสถานการณ์หรือตัดสินใจแก้ปัญหา โดยมีคำแนะนำเพื่อช่วยในการตัดสินใจของผู้เรียนและการแสดงผลลัพธ์จากการตัดสินใจนั้น ๆ สถานการณ์จำลองช่วยให้เกิดความปลอดภัยในการเรียนรู้ภายใต้สถานการณ์จริงอาจไม่ปลอดภัยหรือช่วยลดต้นทุนในการเรียนการสอนที่หากใช้สถานการณ์จริงอาจมีค่าใช้จ่ายมากโดยสถานการณ์จำลองนี้อาจจะเป็นการจำลองการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ทางวิศวกรรมศาสตร์ การเลือกตั้ง การซื้อขายหุ้น การสอนจริยธรรม สถานการณ์จำลองเป็นเทคนิคการสอนที่มีผลต่อการเรียนรู้สูงมาก นอกจากจะช่วยสร้างแรงจูงใจในการเรียนแล้วผู้เรียนยังได้ทดลองมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งที่คล้ายกับความจริงของโลกที่เขาจะได้พบ การจำลองสถานการณ์มักจะมีการย่อความเป็นจริงโดยการมองข้ามหรือเปลี่ยนแปลงสภาพความเป็นจริงบางอย่างไปบ้าง แต่นั่นก็เพื่อให้ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจสถานการณ์ได้ง่ายขึ้น

4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกมการสอน คือ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะ โดยวิธีการกระตุ้นความต้องการที่จะเรียนโดยการสร้างแรงจูงใจ ได้แก่ ความ

ท้าทาย ความอยากรู้อยากเห็น จินตนาการและความรู้สึกว่าคุณเป็นผู้ควบคุมบทเรียน การใช้เกม การสอนเป็นการสร้างสิ่งแวดล้อมที่มีจุดประสงค์ให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะความชำนาญในเรื่องใด เรื่องหนึ่งคล้ายสถานการณ์จำลอง แต่เกมอาจสร้างจากสถานการณ์ที่เป็นจริงหรือจากการคิดฝัน ขึ้นมาโดยมีการสร้างฉาก (Scenario) เช่น สนามแข่งรถ ห้วงอวกาศ ต้องมีการกำหนดกฎในการเล่นหรือในการแข่งขัน มีการลงโทษเมื่อทำผิดกฎ อาจมีการให้ผู้เล่นเลือก ระดับความยากง่าย ผู้เล่นต้องเคลื่อนไหวหรือมีปฏิสัมพันธ์กับโปรแกรมอยู่ตลอดเวลาบนความ ไม่แน่นอนของข้อคำถาม คำตอบ โจทย์ปัญหา ขนาดหรือทิศทาง ซึ่งเปลี่ยนแปลงไปโดยการสุ่มของเครื่อง คอมพิวเตอร์ เพื่อให้เกิดความท้าทาย มีการให้คะแนน การตัดสินผลการแพ้ชนะและการให้รางวัล การสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกมการสอนแตกต่างจากโปรแกรมเกม มุ่งที่ความบันเทิงอย่างเดียว โดยไม่มีจุดประสงค์ว่าจะสอนอะไร คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกมไม่มีการ ทบทวนสรุปเนื้อหาที่จำเป็นหรือการแนะนำแหล่งความรู้อื่น ๆ ที่เป็นประโยชน์ในการศึกษาเพิ่มเติมให้ ผู้เรียน ไม่มีการปูพื้นฐานความรู้ก่อนเรียนหรือการทดสอบก่อนเรียน

5. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบทดสอบ เป็นการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการ ประเมินผล ซึ่งสามารถทำได้ 2 วิธี วิธีแรก เป็นการนำคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือช่วย สร้างแบบทดสอบ เก็บแบบทดสอบไว้ในลักษณะคลังข้อสอบ ช่วยสุ่มเลือกแบบทดสอบเพื่อพิมพ์ ลงกระดาษและช่วยคิดคะแนน วิธีนี้ผู้เรียนทำข้อสอบบนกระดาษ วิธีที่สองเป็นการใช้คอมพิวเตอร์ เป็นเครื่องมือในการสอบ โดยผู้เรียนทำข้อสอบด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์โดยตรง มีงานวิจัยหลาย ชิ้นพบว่า ผู้เรียนชอบการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์มากกว่าการทดสอบด้วยกระดาษเพราะ สามารถให้ผลป้อนกลับในทันที

กิดานันท์ มลิทอง (2548, หน้า 55) แบ่งประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบการสอน (Tutorial Instruction) เป็นบทเรียนที่ใช้ในการ นำเสนอเนื้อหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องข้อเท็จจริงหรือนำเสนอเนื้อหาใหม่ เพื่อการเรียนรู้ด้านกฎเกณฑ์ ด้านวิธีการหรือการแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยโปรแกรมจะนำเสนอเนื้อหาเป็นหน่วยย่อย ๆ แก่ผู้เรียนใน รูปแบบของข้อความ ภาพ เสียงหรือทุกรูปแบบรวมกัน แล้วให้ผู้เรียนตอบคำถามซ้ำและยังคิดจะ มีการให้เนื้อหาเพื่อทบทวนใหม่จนกว่าผู้เรียนจะตอบถูก

2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกปฏิบัติ (Drill and Practice) เป็นบทเรียนที่ไม่มีการ นำเสนอเนื้อหาแก่ผู้เรียนแต่จะมีการให้คำถามหรือปัญหาเพื่อให้ผู้เรียนตอบภายใต้เงื่อนไขกระทำ ซ้ำ ๆ จนกว่าผู้เรียนจะตอบคำถามหรือแก้ปัญหานั้นจนถึงระดับที่น่าพอใจ ดังนั้น ในการใช้ คอมพิวเตอร์เพื่อฝึกปฏิบัติผู้เรียนจำเป็นต้องมีความคิดรวบยอดและมีความรู้ความเข้าใจใน

เรื่องราวและกฎเกณฑ์เกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ เป็นอย่างดีมาก่อนจึงจะสามารถตอบคำถามและแก้ปัญหาได้

3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation) เป็นบทเรียนที่จำลองความเป็นจริงหรือนำกิจกรรมที่ใกล้เคียงความเป็นจริงมาให้ผู้เรียนได้ศึกษาเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พบเห็นภาพจำลองของเหตุการณ์ เพื่อการฝึกทักษะและการเรียนรู้โดยไม่ต้องเสี่ยงภัยหรือค่าใช้จ่าย บทเรียนจะนำเสนอข้อมูลความรู้ แนะนำการฝึกปฏิบัติให้ชำนาญและการเข้าถึงซึ่งการเรียนรู้ต่างๆ

4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมเพื่อการศึกษา (Instruction Games) เป็นบทเรียนที่สามารถกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความสนใจอยากเรียนรู้ได้ง่าย เพราะเป็นสื่อที่ให้ความรู้แก่ผู้เรียนในรูปแบบเกมการแข่งขัน ลักษณะบทเรียนจะเป็นเรื่องของกฎเกณฑ์ แบบแผนของระบบกระบวนการทัศนคติ ตลอดจนทักษะต่าง ๆ และเกมยังช่วยสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ให้ดีอีกด้วย รูปแบบโปรแกรมของบทเรียนจะคล้ายกับการจำลองสถานการณ์แต่แตกต่างกันโดยเพิ่มบทบาทของผู้แข่งขันเข้าไป

5. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบการค้นพบ (Discovery) เป็นบทเรียนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากประสบการณ์ของตนเองมากที่สุด โดยการเสนอปัญหาให้ผู้เรียนแก้ไขด้วยการลองผิดลองถูก จนกว่าจะได้ข้อสรุปที่ดีที่สุด

6. การแก้ปัญหา (Problem Solving) เป็นบทเรียนที่ฝึกให้ผู้เรียนคิดตัดสินใจ โดยมีการกำหนดเกณฑ์ให้แล้วให้ผู้เรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์นั้น

7. การทดสอบ (Test) เป็นบทเรียนที่วัดความรู้ของผู้เรียนและเป็นแนวทางให้ผู้สอนนำไปใช้ปรับปรุงแบบทดสอบให้มีคุณภาพขึ้น ผู้เรียนจะนำความรู้ความสามารถต่างๆมาใช้ในการตอบคำถาม การทดสอบจะอยู่ในลักษณะที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกับเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นเรื่องน่าสนุกและน่าสนใจ

จากการศึกษาประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากเอกสาร ตำรา ซึ่งมีนักการศึกษาได้แบ่งประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ในลักษณะที่คล้ายคลึงกันและคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแต่ละประเภทก็มีคุณลักษณะและความเหมาะสมในการนำมาใช้ในลักษณะที่แตกต่างกันออกไป ผู้ศึกษาเห็นว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทสอนเนื้อหา มีความเหมาะสมสำหรับนำมาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้เนื่องจากมีกระบวนการสอนครบอยู่ในแต่ละขั้นตอน เริ่มจากส่วนนำ มีการแนะนำบทเรียน มีการนำเสนอเนื้อหาและตัวอย่าง มีแบบฝึกหัดและคำถามให้นักเรียนได้ฝึกทักษะและมีการแบบทดสอบ ประเมินผลการเรียน ในการเรียนแต่ละขั้นตอนเมื่อผู้เรียนไม่



เข้าใจหรือทำแบบฝึกทักษะแล้วไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ก็สามารถกลับมาศึกษาเนื้อหาและตัวอย่างเพิ่มเติมได้ ผู้ศึกษาจึงเลือกใช้นโยบายสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทสอนเนื้อหาในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ในครั้งนี้

#### 4. โครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

โครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยทั่วไปมี 2 รูปแบบ คือ แบบเส้นตรง (Linear) และแบบสาขา (Branching) (บุปผชาติ ทัพพิภกรณ. 2544, หน้า32-35)

1. แบบเส้นตรง (Linear) เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีรูปแบบคล้ายกับบทเรียนแบบโปรแกรม การนำเสนอเนื้อหาและแบบฝึกจะนำเสนอเรียงต่อกันไป เมื่อเข้าสู่บทเรียนแล้วผู้เรียนจะศึกษากรอบเนื้อหาต่าง ๆ เป็นลำดับจากง่ายไปหายากตั้งแต่เริ่มต้นจนจบ ผู้ออกแบบอาจประเมินการเรียนรู้โดยแทรกกรอบคำถามหรือแบบฝึกหัดเป็นช่วงสั้น ๆ ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาในกรอบแรกก่อนที่จะศึกษาในกรอบต่อไป โครงสร้างแบบเส้นตรงนี้จะไม่ค่อยตอบสนองของความแตกต่างระหว่างบุคคล เนื่องจากผู้เรียนทุกคนจะศึกษาเนื้อหาและทำแบบฝึกหัดเป็นลำดับขั้นตอนเดียวกันทั้งหมด

2. แบบสาขา (Branching) เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีความยืดหยุ่น ในการเลือกรูปแบบการเรียนและกิจกรรมการเรียนมากขึ้น ผู้เรียนสามารถเลือกศึกษาเนื้อหาและกิจกรรมในบทเรียนได้อย่างหลากหลายตามความสนใจ ผู้ออกแบบแบบทดสอบพื้นความรู้ผู้เรียนด้วยข้อสอบวัดระดับความรู้ เพื่อกำหนดระดับความรู้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียนที่ออกแบบไว้ การออกแบบเฟรมเสริมเนื้อหาเพื่ออธิบาย ยกตัวอย่าง ให้คำแนะนำหรือแสดงผลป้อนกลับที่หลากหลายรูปแบบ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดค้นแสวงหาหรือเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจ สามารถนำผู้เรียนไปยังจุดหมายปลายทางที่ต้องการได้

โครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นการนำเสนอเนื้อหาลักษณะของรูปแบบที่นำเสนอจะเป็นแบบโปรแกรมเส้นตรงสาขาและโปรแกรมแบบแตกแขนงซึ่งโปรแกรมแบบแตกแขนงเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีความยืดหยุ่นในการเลือกรูปแบบการเรียนและกิจกรรมการเรียนมากขึ้น ผู้เรียนสามารถศึกษาเนื้อหาได้หลากหลาย ตามความสนใจ โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลเป็นหลัก ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้จึงมีลักษณะโปรแกรมแบบแตกแขนง เพื่อยืดหยุ่นในการเรียนของผู้เรียนให้เลือกเรียนตามความถนัดและความสนใจ ซึ่งคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

## 5. ข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ถนอมพร (ต้นพิพัฒน์) เลขาจรัสแสง (2541, หน้า 12) ได้กล่าวถึงข้อดีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไว้ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เกิดจากความพยายามในการที่จะช่วยให้ผู้เรียนที่เรียนอ่อนสามารถใช้เวลาในเวลาเรียนในการฝึกฝนทักษะและเพิ่มเติมความรู้เพื่อที่จะปรับปรุงการเรียนของตนให้ทันผู้เรียนอื่นได้ ดังนั้นผู้สอนจึงสามารถนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ช่วย ในการสอนเสริมหรือทบทวนการสอนปกติในชั้นเรียนได้ โดยที่ผู้สอนไม่จำเป็นต้องเสียเวลาในการสอนซ้ำกับผู้เรียนที่ตามไม่ทันหรือจัดการสอนเพิ่มเติม

2. ผู้เรียนสามารถนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ในการเรียนด้วยตนเอง ในเวลาและสถานที่ซึ่งผู้เรียนสะดวก เช่น แทนที่จะต้องเดินทางมายังชั้นเรียนตามปกติ ผู้เรียนก็สามารถเรียนด้วยตนเองจากที่บ้านได้ นอกจากนี้ยังสามารถเรียนในเวลาใดก็ได้ที่ต้องการ เป็นต้น

3. ข้อได้เปรียบที่สำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ก็คือคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้รับการออกแบบมาอย่างดีถูกต้องตามหลักของการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น สามารถที่จะจูงใจผู้เรียนให้เกิดความกระตือรือร้น (Motivated) ที่จะเรียนและสนุกสนานไปกับการเรียนตามแนวคิดของการเรียนรู้ในปัจจุบันที่ว่า "Learning is fun" ซึ่งหมายถึง การเรียนรู้เป็นเรื่องสนุก

จากประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นมีมากมาย พอสรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประโยชน์ทั้งต่อผู้สอนและนักเรียน สามารถช่วยแก้ปัญหาในการจัดการเรียนการสอนของครูได้ แต่ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สำคัญ คือ ช่วยพัฒนาและส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี

## 6. การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ได้รับการยอมรับจากนักการศึกษา มีหลายรูปแบบด้วยกัน ที่จะกล่าวถึงคือ โมเดลแสดงขั้นตอนการออกแบบของ Roblyer และ Hall และโมเดลของ Gagne' (บุปผชาติ ทัพทิกธรร 2544 , หน้า 44-45)

การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของ Roblyer และ Hall

Roblyer และ Hall ได้แบ่งขั้นตอนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 เป็นการกำหนดเป้าหมายการสอน วิเคราะห์รูปแบบการสอน ซึ่งประกอบด้วย การกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กำหนดวิธีการประเมินผลและการออกแบบกลวิธีการสอน ซึ่งกำหนดอย่างชัดเจนตั้งแต่เริ่มต้นวางแผนออกแบบบทเรียน

ขั้นตอนที่ 2 เป็นการออกแบบบทเรียนโดยเขียนเป็นผังงาน สร้างกรอบแสดงเรื่องราว (Storyboard) ของบทเรียนว่าจะประกอบด้วยอะไรบ้าง มีข้อความ การเสริมแรงผลป้อนกลับ การดำเนินขั้นตอนของเนื้อหา ขั้นสุดท้ายของขั้นตอนนี้ก็คือการทบทวนการออกแบบก่อนนำไปสร้างโปรแกรมบทเรียนและในขั้นนี้ควรจัดทำเอกสารหรือคู่มือประกอบสำหรับผู้เรียนและผู้สอนด้วย

ขั้นตอนที่ 3 เป็นการทดลองสร้างโปรแกรมบทเรียน มีการทดสอบการใช้และแก้ไขปรับปรุงบทเรียนให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการออกแบบบทเรียน

โมเดลของ Roblyer และ Hall ในแต่ละขั้นตอนหลัก 3 ขั้นตอนนี้ จะมีกระบวนการป้อนกลับเพื่อทดสอบและปรับปรุงอยู่เสมอ

การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของ Gagne'

Gagne' ได้กล่าวถึงขั้นตอนสำคัญ 2 ประการในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. ผู้ออกแบบต้องวิเคราะห์ให้ได้ว่าบทเรียนนั้นๆ ต้องการให้ผู้เรียนได้รับความรู้และทักษะในลักษณะใด Gagne' เรียกผลลัพธ์ที่เกิดจากการเรียนรู้นี้ว่า ผลการเรียนรู้ (Learning outcome) ผลการเรียนรู้ที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนนี้ จะสัมพันธ์กับการกำหนดวัตถุประสงค์ของบทเรียน และการกำหนดพฤติกรรมที่ต้องการให้ผู้เรียนแสดงออกทางใดทางหนึ่ง

Gagne' ได้แบ่งผลการเรียนรู้ออกเป็น 5 แบบ ดังนี้

1.1 ความรู้ที่เป็นลักษณะตัวอักษร (Verbal information) หมายถึง การแสดงออกถึงความรู้และความจำที่ผู้เรียนสามารถระบุหรืออธิบายเป็นคำหรือประโยค เช่น การบอกชื่อบุคคลสำคัญ ชื่อเมืองหรืออธิบายความหมายของ "สารสนเทศ" เป็นต้น

1.2 ทักษะเชิงสติปัญญา (Intellectual skills) เป็นการแสดงออกของผู้เรียนที่เกี่ยวข้องกับความรู้ความเข้าใจ ความสามารถประยุกต์หลักการและแนวคิดต่างๆ เพื่อแก้ปัญหา ค้นหาคำตอบ แยกแยะหรือใช้กฎเกณฑ์ต่างๆ เพื่ออธิบายสิ่งต่างๆ ในเชิงลึกได้ เช่น อธิบายคำว่า "กรวย" "ครอบครัว" และ "ความสัมพันธ์ระหว่างเข็มนาฬิกาและวินาที" ได้ ในขั้นสูงขึ้นไปจะเกี่ยวข้องกับการใช้หลักการหรือกฎเกณฑ์ต่างๆ เพื่อแก้ปัญหา การวิเคราะห์และสังเคราะห์ปัญหา หรือแม้กระทั่งการคิดค้นกฎเกณฑ์ขึ้นมาใหม่ เป็นต้น

1.3 กลวิธีทางความคิด (Cognitive strategies)

1.4 ทักษะการเคลื่อนไหว (Motor skills)

1.5 ทศนคติ (Attitudes)

2. กำหนดกลวิธีการออกแบบบทเรียนการสอน เพื่อสนับสนุนกระบวนการเรียนการสอนให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์และได้ผลการเรียนรู้ที่ต้องการ Gagne' ได้แบ่งกลวิธีการออกแบบบทเรียนเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ไว้ 9 ขั้นตอน ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ

2.1 ได้รับความสนใจ การเรียนรู้มีความจำเป็นอย่างยิ่ง ที่ผู้เรียนควรได้รับการกระตุ้นจิตใจให้เกิดความสนใจและความต้องการเรียนเนื้อหา นั้น ๆ ดังนั้นบทเรียนจึงควรเริ่มด้วยลักษณะของการใช้ภาพ สีและเสียง ประกอบกันหลาย ๆ อย่าง การได้รับความสนใจผู้เรียนในขั้นแรกนั้นก็คือการสร้าง Title ของบทเรียน ซึ่งทำได้หลายรูปแบบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้เรียน เนื้อหาที่จะสอนและความพร้อมด้านอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ช่วย เด็ก ๆ อาจชอบสี ชอบภาพเคลื่อนไหว ชอบการ์ตูน ชอบเสียงที่เร้าใจ สนุกสนาน แต่กลุ่มผู้ใหญ่อาจต้องการความสมบูรณ์เรียบง่าย ภาพที่คล้ายหรือเหมือนจริง ตัวอักษรที่ไม่ใหญ่เทอะทะ ต้องการเสียงที่ชัดเจนน่าฟัง

2.2 บอกวัตถุประสงค์การเรียนรู้ การนำเสนอวัตถุประสงค์ของการเรียนในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้เรียนจะรู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหาเค้าโครงของเนื้อหาอย่างกว้าง ๆ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถผสมผสานแนวคิดในรายละเอียดหรือส่วนย่อยของเนื้อหาให้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหาส่วนใหญ่ได้ มีผลทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพขึ้น จากการวิจัยยังพบว่า ผู้เรียนที่ทราบวัตถุประสงค์ของการเรียน จะสามารถเรียนรู้และเข้าใจเนื้อหาได้ดีกว่า การนำเสนอวัตถุประสงค์ของบทเรียนทำได้หลายแบบ อาจเป็นวัตถุประสงค์กว้าง ๆ หรือวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีหลักการสำคัญอย่างหนึ่งคือ ข้อความที่เสนอบนหน้าจอควรเป็นข้อความที่สั้นได้ใจความและข้อความที่เสนอนั้นถ้าเป็นไปได้ควรมีส่วนดึงดูดใจผู้เรียนด้วย นิยมใช้ข้อความที่สั้นและโน้มน้าวใจผู้เรียน

2.3 ทบทวนความรู้เดิม ผู้เขียนโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ควรคำนึงถึงหลักเกณฑ์ในการออกแบบ เพื่อทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียน ไม่ควรคาดเดาว่าผู้เรียนมีความรู้พื้นฐาน ก่อนการศึกษาเนื้อหาใหม่เท่ากัน ควรมีการให้ความรู้หรือทดสอบ เพื่อเป็นการทบทวนให้ผู้เรียนพร้อมที่จะรับความรู้ใหม่

2.4 ให้ความรู้และเนื้อหาใหม่ เนื้อหาความรู้ที่นำเสนอควรมีการออกแบบวิธีการนำเสนอให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น อาจเสนอเป็นภาพ ข้อความ หรือคำอธิบาย ซึ่งในแต่ละกรอบไม่ควรมีมากเกินไป เพราะจะทำให้ผู้เรียนรู้สึกเบื่อที่ต้องนั่งอ่านเฉย ๆ โดยไม่ได้ทำอะไรเลย นอกจากกดเมาส์หรือคีย์บอร์ด นอกจากนี้การบรรจุข้อความมาก ๆ และเบียดเสียดกันยังทำให้อ่านยากอีกด้วย

2.5 ชี้นำแนวทางการเรียนรู้ ผู้เรียนจะเข้าใจและจำเนื้อหาได้ดี หากจัดระบบการเสนอเนื้อหาที่ดีและสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมของผู้เรียน ทฤษฎีบางทฤษฎีได้กล่าวว่า วิธีเดียวที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย คือ การวิเคราะห์และตีความเนื้อหาใหม่บนพื้นฐานความรู้และประสบการณ์เดิม หน้าที่ของผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในขั้นนี้คือ พยายามหาเทคนิคที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาหาความรู้ใหม่ และหาวิธีที่จะทำให้การศึกษาค้นคว้าความรู้ใหม่ของผู้เรียนนั้นมีความกระตือรือร้นที่จะทำได้ เทคนิคการใช้ภาพเปรียบเทียบ เทคนิคการให้ตัวอย่างและเทคนิคการให้ตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่าง อาจช่วยทำให้ผู้เรียนเปรียบเทียบและเข้าใจความคิดรวบยอดต่าง ๆ ชัดเจนขึ้น

2.6 กระตุ้นผู้เรียนให้แสดงความรู้ ทฤษฎีการเรียนรู้หลายทฤษฎีกล่าวว่า การเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพมากหรือน้อยนั้นเกี่ยวข้องกับระดับขั้นตอนของการประมวลผลข้อมูล หากผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมคิดร่วมทำกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา การถามและการตอบย่อมเข้าใจและเรียนรู้ได้ดีกว่าการเรียนรู้โดยการอ่านหรือการคัดลอกข้อความจากผู้อื่นเพียงอย่างเดียว

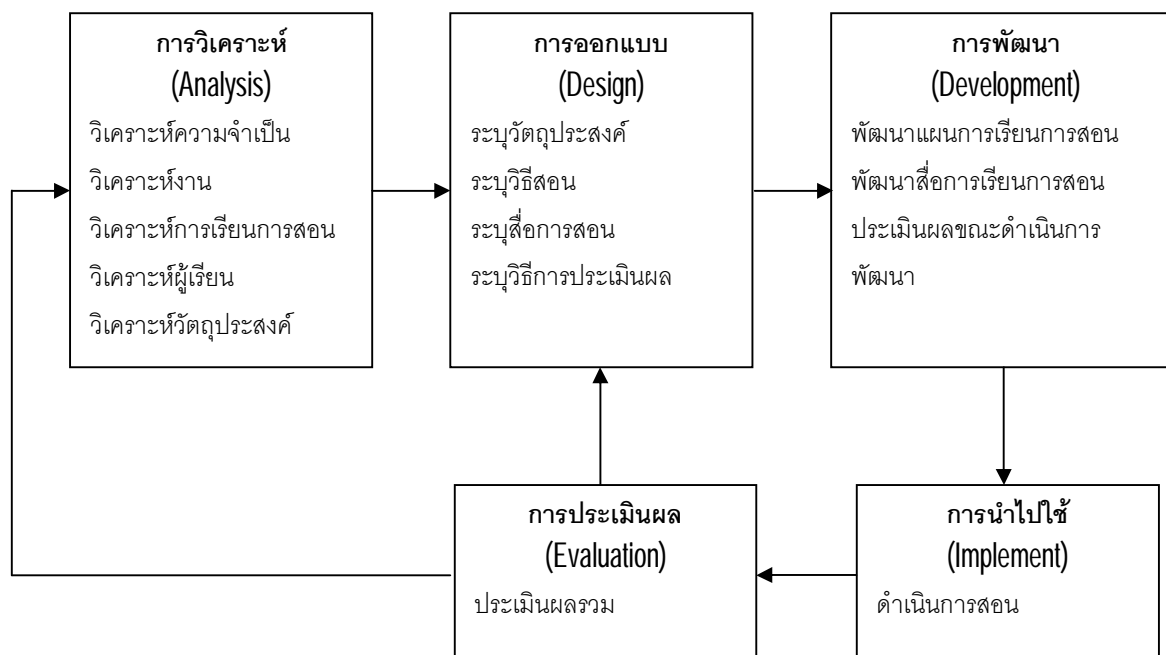
2.7 ให้ผลป้อนกลับทันทีที่ผู้เรียนตอบสนอง ให้ผู้เรียนทราบว่าตอบถูกหรือผิด และถูกหรือผิดเพราะเหตุผลอะไร แสดงคำถาม คำตอบและผลป้อนกลับบนแฟรมเดียวกัน ในช่วงของการเรียนรู้ควรเฉลยคำตอบที่ถูก หลังจากผู้เรียนทำผิด 1-2 ครั้ง

2.8 ทดสอบความรู้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจัดเป็นบทเรียนแบบโปรแกรม การทดสอบความรู้ใหม่ ซึ่งอาจจะเป็นการทดสอบระหว่างบทเรียนและการทดสอบในช่วงท้ายของบทเรียน เป็นสิ่งจำเป็นการทดสอบดังกล่าวอาจเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบตอบเองเป็นการทดสอบเพื่อเก็บคะแนน หรือเป็นการทดสอบเพื่อวัดว่าผู้เรียนผ่านเกณฑ์ต่ำสุด หรือเพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียนมีความพร้อมที่จะศึกษาเนื้อหาต่อไปหรือไม่อย่างไรอย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

2.9 การจำและนำความรู้ไปใช้ ในการเตรียมการสอนสำหรับชั้นปกติตามข้อเสนอแนะของ Gagne นั้น ในขั้นสุดท้ายนี้จะเป็นกิจกรรมสรุปเฉพาะประเด็นสำคัญ รวมทั้งข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสนทวนหรือซักถามปัญหาก่อนการจบบทเรียน ในขั้นนี้ผู้สอนจะได้แนะนำการนำความรู้ใหม่ไปใช้หรืออาจจะแนะนำการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม

รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการสอนของ ซील และกลาสโกลว์ (1990) ที่มีชื่อว่า **Generic ID Model** เป็นอีกรูปแบบหนึ่งที่ใช้กันและเป็นที่ยอมรับกันทั่วโลก โดยแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

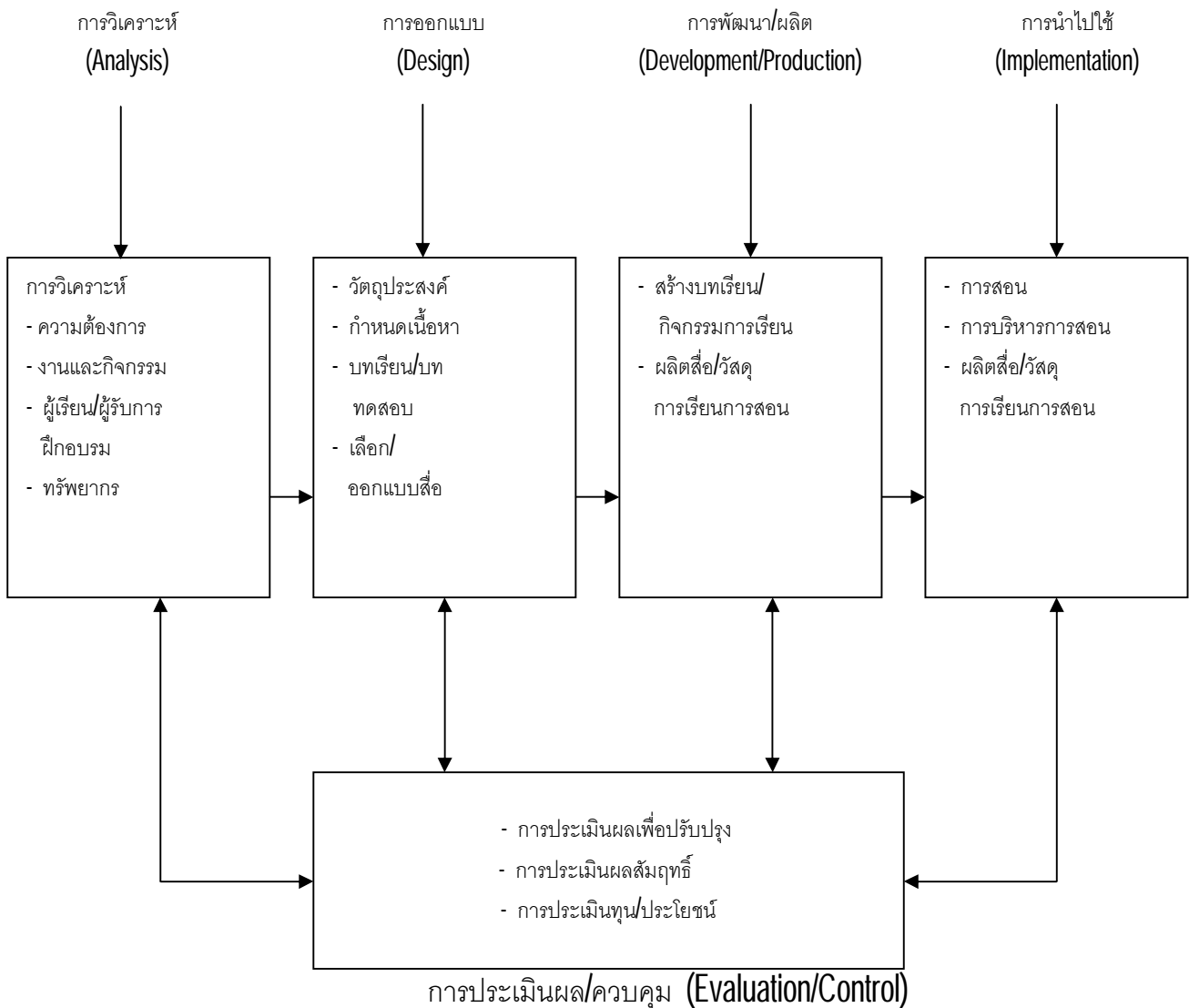
1. **ขั้นการวิเคราะห์ (Analysis)** เป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการออกแบบระบบการเรียนการสอน ในขั้นตอนนี้ ผู้ออกแบบจะต้องกำหนดความจำเป็นในการเรียน ทำการวิเคราะห์เนื้อหาหรือกิจกรรมการเรียนการสอน คุณลักษณะของผู้เรียนและวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน เพื่อรวบรวมข้อมูลสำหรับใช้เป็นแนวทางในการกำหนดขอบเขตของบทเรียน
2. **ขั้นการออกแบบ (Design)** เป็นกระบวนการกำหนดว่าจะดำเนินการเรียนการสอนอย่างไร โดยมีการเขียนวัตถุประสงค์จัดทำลำดับขั้นตอนของการเรียน กำหนดวิธีสอน เลือกสื่อการเรียนการสอนที่เหมาะสมและกำหนดวิธีการประเมินผลว่าผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่
3. **ขั้นการพัฒนา (Development)** เป็นกระบวนการดำเนินการพัฒนาหรือสร้างแผนการเรียนการสอน เลือกใช้สื่อการเรียนการสอนโดยพิจารณาสื่อที่มีอยู่ว่าเหมาะสมที่จะใช้ ควรปรับปรุงก่อนใช้ หรือควรต้องสร้างสื่อใหม่ และทำการประเมินผลขณะดำเนินการพัฒนา หรือสร้างเพื่อปรับปรุง/แก้ไขให้ได้ระบบการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ
4. **ขั้นการนำไปใช้ (Implementation)** เป็นขั้นตอนของการดำเนินการเรียนการสอนตามที่ได้ทำการออกแบบและพัฒนา
5. **ขั้นการประเมินผล (Evaluation)** เป็นขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการออกแบบระบบการเรียนการสอน เพื่อประเมินผลขั้นตอนต่าง ๆ ว่าเป็นไปตามที่ได้วางแผนหรือไม่และทำการปรับปรุง/แก้ไขให้ได้ระบบการสอนที่มีประสิทธิภาพ



ภาพ 1 ระบบการสอน Generic ID Model

ขั้นตอนหลักทั้ง 5 ขั้นตอนนี้ ซีล (Seels, 1990) ให้ชื่อว่า Generic ID Model โดยกล่าวว่า ขั้นตอนการวิเคราะห์นั้นเป็นกระบวนการค้นหาสิ่งที่จะต้องเรียนรู้ ขั้นตอนการออกแบบ เป็นกระบวนการของรายละเอียดว่าจะเรียนรู้อย่างไร ขั้นตอนการพัฒนาเป็นกระบวนการเขียนการผลิตวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ในการเรียนรู้ ขั้นตอนการนำไปทดลองใช้เป็นขั้นตอนการนำเอาโครงการที่จัดทำขึ้นมาแล้วใช้ในบริบทของสภาพที่เป็นจริง ส่วนขั้นสุดท้ายคือ ขั้นตอนการประเมินผลเป็นกระบวนการเพื่อนำไปสู่การตัดสินใจ ถึงความเหมาะสมพอเพียงในการสอนหรือการนำโครงการที่จัดทำมาแล้วไปใช้ได้

การเปลี่ยนแปลงของสังคมและสิ่งแวดล้อม ทำให้โมเดลของ ADDIE เริ่มด้วยรูปแบบขั้นตอนของการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ได้เสนอให้เพิ่มมิติอื่น ๆ ของ ADDIE ดังภาพ



ภาพ 2 แสดงขั้นตอนหลักของการออกแบบและพัฒนาระบบการสอน

### 7. การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การหาประสิทธิภาพของสื่อการสอน เช่น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สนับสนุนการเรียนรู้รายบุคคลของวชิระ อินทร์อุดมและทิพย์สุดา จงกล ใช้วิธีการหาประสิทธิภาพของกระบวนการ ( $E_1$ ) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_2$ ) เขียนในรูปแบบ ดังนี้

$E_1/E_2$  โดยกำหนดให้

$E_1$  เป็นค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ

$E_2$  เป็นค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์

ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ หมายถึง ตัวเลขคิดเป็นร้อยละที่บ่งบอกถึงประสิทธิภาพของการปฏิบัติกิจกรรมตามที่กำหนดให้ภายในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของ



ผู้เรียนหรือเป็นตัวเลขคิดเป็นร้อยละของคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดในระหว่างที่ผู้เรียนกำลังเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ หมายถึง ตัวเลขคิดเป็นร้อยละที่บ่งบอกถึง ประสิทธิภาพของการปฏิบัติกิจกรรมหลังการเรียนของบทเรียนของผู้เรียนหรือตัวเลขคิดเป็นร้อยละของคะแนน ที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คำนวณจากสูตร

$$E_1 = \frac{\sum x_1}{N} \times 100$$

$$E_2 = \frac{\sum x_2}{N} \times 100$$

เมื่อ	$E_1$	คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$E_2$	คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum x_1$	คือ ผลรวมของคะแนนแบบฝึกหัดที่ผู้เรียนทำได้
	$\sum x_2$	คือ ผลรวมของคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนที่ผู้เรียนทำได้
	A	คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด
	B	คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน
	N	คือ จำนวนนักเรียน

การกำหนดเกณฑ์ที่ยอมรับว่าสื่อหรือนวัตกรรมมีประสิทธิภาพ คือ ด้านความรู้ ความจำ  $E_1/E_2$  มีค่า 80/80 ขึ้นไป ด้านทักษะปฏิบัติ มีค่า 75/75 ขึ้นไป โดยที่ค่า  $E_1/E_2$  ต้องไม่แตกต่างกันเกินกว่าร้อยละ 5

### ขั้นตอนการทดลองหาประสิทธิภาพ

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2533. หน้า 127-130) กล่าวถึง วิธีการหาประสิทธิภาพของสื่อ การสอนโดยมีวิธีตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. 1:1 (แบบเดี่ยว) คือทดลองกับผู้เรียน 3 คน โดยใช้เด็กอ่อน ปานกลางและเด็ก เก่ง คำนวณหาประสิทธิภาพเสร็จแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดลองแบบ

เดียว จะได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาก แต่ไม่ต้องวิตกเมื่อปรับปรุงแล้ว จะสูงขึ้นมากก่อนนำไปทดลองแบบกลุ่ม ในขั้นนี้  $E_1/E_2$  ที่ได้จะมีค่าประมาณ 60/60

2. 1:10 (แบบกลุ่ม) คือทดสอบกับผู้เรียน 6-10 คน (คณะผู้เรียนที่เก่งกับอ่อน) คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุง ในคราวนี้คะแนนของผู้เรียนจะเพิ่มขึ้นอีกเกือบเท่าเกณฑ์ โดยเฉลี่ยจะห่างจากเกณฑ์ประมาณ 10% นั่นคือ  $E_1/E_2$  ที่ได้จะมีค่าประมาณ 70/70

3. 1:100 (ภาคสนาม) ทดลองกับผู้เรียนทั้งชั้น 40-100 คน คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วทำการปรับปรุง ผลลัพธ์ที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากต่ำจากเกณฑ์ไม่เกิน 2.5% ก็ให้ยอมรับ หากแตกต่างกันมากผู้สอนต้องกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพชุดการสอนใหม่โดยยึดสภาพความเป็นจริงเป็นเกณฑ์

สรุปได้ว่าในการออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ ใช้รูปแบบและการพัฒนาการสอนของซีล และกลาสโกลว์ ที่มีชื่อว่า Generic ID Model หรือ ADDIE MODEL มาใช้ทำการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ใช้ง่ายและเป็นรูปแบบพื้นฐานที่ใช้ในการออกแบบและพัฒนาระบบการสอนทั่วไปที่คนทั่วไปรู้จักนิยมมีขั้นตอนในการดำเนินการที่สามารถตรวจสอบได้และขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นได้ทดลองกับ 3 กลุ่มตามขั้นตอนการหาประสิทธิภาพข้างต้น และใช้เกณฑ์การหาประสิทธิภาพ 75/75 เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้มีการวัดทักษะการปฏิบัติ

## 8. การออกแบบหน้าจอคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรมวิชาการ (2546, หน้า 16) ได้เสนอ หลักการออกแบบหน้าจอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยการนำสื่อหลากหลายชนิดที่เรียกว่า สื่อประสม (Multimedia) มาใช้ดึงดูดความสนใจและช่วยการเรียนรู้ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

8.1 **ข้อความ** ข้อความในคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบด้วย รูปแบบและขนาดตัวอักษร ความหนาแน่นของตัวอักษร สีของข้อความ และการวางรูปแบบข้อความ

8.1.1 **รูปแบบและขนาดตัวอักษร** สิ่งที่ต้องคำนึงถึงเป็นหลักในการเลือกรูปแบบและขนาดตัวอักษรที่เหมาะสม คือ ระดับของผู้เรียน ผู้เรียนที่จัดอยู่ในเกณฑ์กลุ่มผู้อ่านช้าขนาดของตัวอักษรต้องใหญ่กว่าผู้เรียนในกลุ่มที่อ่านคล่อง งานวิจัยที่เกี่ยวกับขนาดของตัวอักษรชี้ว่าขนาดตัวอักษรสำหรับหัวเรื่องควรอยู่ระหว่าง 19-37 พอยต์ (point) ในขณะที่ขนาดตัวอักษรปกติควรมีขนาดระหว่าง 12-19 พอยต์ ช่องว่างระหว่างบรรทัดไม่ควรชิดหรือห่างเกินไป ช่องว่างที่ห่างเกินไปทำให้สูญเสียความต่อเนื่องของมโนทัศน์

**8.1.2 ความหนาแน่นของตัวอักษร** ผลจากการวิจัยพบว่า ผู้เรียนชอบจอภาพที่มีความหนาแน่นของตัวอักษรประมาณร้อยละ 40-50 ของพื้นที่หน้าจอมากที่สุด และพบว่าในวิชาที่มีเนื้อหายากผู้เรียนจะชอบจอภาพที่มีความหนาแน่นสูง เนื่องจากจอภาพที่มีความหนาแน่นขององค์ประกอบต่างๆ สูงจะมีข้อมูลที่ช่วยในเกิดความเข้าใจเนื้อหาและแนวคิดหลักต่างๆ ชัดเจนและต่อเนื่องขึ้น

**8.1.3 สีข้อความ** สีเป็นตัวกระตุ้นประสาทการรับรู้ที่สำคัญ การใช้สีที่เหมาะสมจะช่วยให้อ่านง่ายและสบายตา การกำหนดสีข้อความต้องพิจารณาสีพื้นหลังประกอบเสมอ เรียกว่า "คู่สี" ผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนส่วนใหญ่ชอบคู่สีอักษรขาวหรือเหลืองบนพื้นสีน้ำเงิน อักษรเขียวบนพื้นสีดำและอักษรดำบนพื้นเหลือง หากใช้พื้นสีเทา คู่สีที่ผู้เรียนชอบ คือ สีฟ้า สีแดง สีม่วง และสีดำ หลักการเกี่ยวกับสีที่สำคัญอีกข้อหนึ่ง คือ ควรใช้พื้นหลังเป็นสีเข้มมากกว่าสีอ่อน เนื่องจากสีเข้มช่วยลดความสว่างของจอภาพ ทำให้รู้สึกสบายตามากกว่าการใช้สีอ่อนเป็นพื้นหลัง และช่วยลดความล้าของสายตาเมื่อต้องมองจอภาพเป็นเวลานาน

**8.1.4 การวางรูปแบบข้อความ** การนำเสนอข้อความให้อ่านง่าย สวยงาม น่าสนใจทำได้หลายวิธี โดยทั่วไปสามารถใช้หลักการออกแบบงานกราฟิกทั่วไปที่คำนึงถึงความสมดุลของหน้าจอโดยรวม (Balance) และความเรียบง่าย (Simplicity) ความสมดุลของหน้าจอโดยรวม คือ การเฉลี่ยน้ำหนักขององค์ประกอบทั้งหมดบนจอภาพทั้งซ้าย ขวา บนและล่าง อย่างเหมาะสม ความเรียบง่ายเป็นคุณสมบัติสำคัญของการออกแบบสื่อทุกประเภท การออกแบบให้มีความเรียบง่ายแต่น่าสนใจด้วยนั้นทำได้ยาก

**8.2 ภาพนิ่ง** การออกแบบสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและสื่อการสอนทุกชนิด ผู้ออกแบบพยายามใช้ภาพประกอบการอธิบายเสมอเพราะการใช้ภาพจะช่วยลดความแตกต่างของผู้เรียน เช่น เพศ ภูมิหลัง พื้นฐานทางวัฒนธรรม พื้นฐานทางสังคม ฯลฯ ให้น้อยลง ช่วยให้ความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนเป็นไปในทิศทางเดียวกันมากขึ้น ผลการวิจัยพบว่า ภาพสีเหมือนจริงให้การรับรู้ได้มากที่สุด ในขณะที่ภาพขาวดำเหมือนจริงให้ประสิทธิภาพสูงสุดในกลุ่มภาพขาวดำด้วยกัน ส่วนในกลุ่มภาพสี ภาพสีเหมือนจริงยังคงให้ประสิทธิภาพต่อการเรียนรู้มากที่สุดเช่นกัน

**8.3 ภาพเคลื่อนไหว** ภาพเคลื่อนไหวที่นำมาใช้ในสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมักเป็นการใช้เพื่อจำลองกระบวนการที่ไม่อาจแสดงให้เห็นได้ง่ายด้วยวิธีการอื่น เช่น การทำงานของอวัยวะภายในร่างกาย การส่งสัญญาณไฟฟ้าในระบบประสาท การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน

การใช้ภาพเคลื่อนไหวเป็นตัวการ์ตูนที่มีลักษณะเป็นตัวละครเดินเรื่อง มักใช้ในสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเด็กเล็ก และในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกม

การใช้ภาพเคลื่อนไหวช่วยในสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความน่าสนใจ แต่ไม่ได้ช่วยให้เกิดการเรียนรู้มากกว่าการใช้ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวที่นำมาใช้พร้อมกันหลายจุดในจอภาพเดียวอาจลดทอนการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนไม่ทราบว่าผู้ออกแบบโปรแกรมต้องการให้พุ่งความสนใจไปที่ใด

**8.4 เสียงประสาทรู** เป็นช่องทางการรับรู้รองลงมาจากประสาทตา หลักการใช้เสียงประกอบในสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสรุปได้ดังนี้

**8.4.1 เสียงบรรยาย** ควรเลือกให้เหมาะสมกับเนื้อเรื่องและระดับของผู้เรียน การออกเสียงมีความชัดเจนถูกต้อง การใช้เสียงเพื่อบอกหน้าที่ของปุ่มหรือรายการให้เลือกต่าง ๆ ควรสั้นและกระชับ ควรให้ผู้เรียนสามารถปรับความดัง-ค่อย ของเสียงหรือแม้กระทั่งปิดเมื่อไม่ต้องการฟังเสียงได้ ไม่ควรออกแบบให้มีเสียงอ่านข้อความที่เป็นเนื้อหา เว้นแต่จะมีวัตถุประสงค์เฉพาะ เช่น การสอนอ่าน

**8.4.2 เสียงเอฟเฟกต์ (Sound Effect)** ควรมีความสม่ำเสมอในการใช้เสียง เอฟเฟกต์ประกอบการควบคุมกิจกรรมต่าง ๆ บนจอภาพ เช่น เสียงที่ใช้ประกอบการเลือกปุ่มควบคุมเส้นทางเดินของโปรแกรม การใช้เสียงเป็นตัวป้อนกลับเมื่อตอบคำถามถูกหรือผิดนั้น เมื่อผู้เรียนตอบถูกควรใช้เสียงสูงและเร้าใจ หากตอบผิดควรใช้เสียงสั้นและต่ำ ความยาวของเสียงควรสอดคล้องกับระยะเวลาในการแสดงภาพ

**8.4.3 เสียงดนตรี** ควรตรวจสอบเรื่องลิขสิทธิ์ของดนตรีที่นำมาใช้ กรณีที่ใช้เสียง ดนตรีเป็นเสียงดนตรีพื้นหลัง (Background Music) ไม่ควรให้เสียงดนตรีดังเกินไปจนรบกวนการเรียนรู้ของผู้เรียน

**8.5 วิดีทัศน์** เกิดจากการบันทึกภาพที่เกิดขึ้นจริงในธรรมชาติ เสมือนหนึ่งเป็นการ นำผู้เรียนไปเห็นเหตุการณ์ในสถานการณ์จริง การนำวีดิทัศน์มาใช้ควรคำนึงถึงขนาด หากเล็กเกินไปผู้เรียนอาจเห็นสิ่งที่ต้องการนำเสนอไม่ชัดเจน หากใหญ่เกินไปก็อาจกินเนื้อที่ในหน่วย

ความจำมากหรือเกิดอาการภาพและเสียงสะดุด ควรมีปุ่มสำหรับให้ผู้เรียนคลิกเพื่อหยุดการแสดงผลเมื่อไม่ต้องการดูต่อ และมีปุ่มสำหรับคลิกเพื่อดูวีดิทัศน์นั้นซ้ำ

## 9. ทฤษฎีการเรียนรู้และจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ถนอมพร เลหาจรัสแสง, 2541, หน้า 57 - 67) กล่าวว่า ทฤษฎีที่ส่งผลต่อแนวคิดในการออกแบบโครงสร้างคอมพิวเตอร์ช่วย

สอน เช่น ทฤษฎีพฤติกรรมนิยม (Behaviorism) ทฤษฎีทางปัญญานิยม (Cognitivism) โดยอธิบายไว้ว่า

**9.1 ทฤษฎีพฤติกรรมนิยม (Behaviorism)** เป็นทฤษฎีที่เชื่อว่า จิตวิทยาเป็นเสมือนการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ของพฤติกรรมมนุษย์ (Scientific Study of Human Behavior) และการเรียนรู้ของมนุษย์เป็นสิ่งที่สามารถสังเกตได้จากพฤติกรรมภายนอก นอกจากนี้ยังมีแนวคิดที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนอง (Stimuli and Response) ซึ่งเชื่อว่า การตอบสนองสิ่งเร้าของมนุษย์เป็นพฤติกรรมแบบแสดงออก (Operant Conditioning) ซึ่งมีทฤษฎีการเสริมแรง (Reinforcement Theory) บนพื้นฐานการค้นพบว่าความต้องการในการเรียนรู้ซึ่งเกิดจากแรงจูงใจภายใน (Intrinsic motivation) เช่น ความสนุกสนานจะให้ผลดีต่อการเรียนรู้และความคงทนในการจำดีกว่า การเรียนรู้จากแรงจูงใจภายนอก (Extrinsic motivation) (สุกรี รอดโพธิ์ทอง 2532, หน้า 41) การเสริมแรง (Reinforcement) เป็นตัวการ โดยทฤษฎีนี้จะไม่พูดถึงความคิด ภายในของมนุษย์ความทรงจำ ความรู้สึกในลักษณะการเรียนรู้เป็นพฤติกรรมซึ่งจะต้องเกิดขึ้นตามลำดับแน่ชัดการที่ผู้เรียนจะบรรลุวัตถุประสงค์นั้น จะต้องมีการเรียนตามขั้นตอนเป็นวัตถุประสงค์ ๆ ต่อ ๆ ไปในที่สุด

**9.2 ทฤษฎีปัญญานิยม (Cognitivism)** เกิดขึ้นจากแนวความคิดของชอมสกี (Chomsky) ที่ไม่เห็นด้วยกับ สกินเนอร์ (Skinner) บิดาของทฤษฎีพฤติกรรมนิยม ชอมสกีเชื่อว่าพฤติกรรมของมนุษย์นั้นเป็นเรื่องของภายในจิตใจ มนุษย์ใช้ผ้าขาวเมื่อใส่สีอะไรลงไปก็จะกลายเป็นสีนั้นมนุษย์มีความนึกคิด มีอารมณ์จิตใจและความรู้สึก ภายในที่แตกต่างออกไป ดังนั้นการออกแบบการเรียนการสอนก็ควรจะคำนึงถึงความแตกต่างกันออกไป ดังนั้นการออกแบบการเรียนการสอนก็ควรจะคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลด้วย

**9.3 ทฤษฎีโครงสร้างความรู้ (Scheme Theory)** ภายใต้ทฤษฎีปัญญานิยม (Cognitivism) นี้ยังเกิดทฤษฎีโครงสร้างความรู้ (Schemr Thor) ซึ่งเป็นแนวคิดที่เชื่อว่าโครงสร้างภายในของความรู้ที่มนุษย์อยู่นั้นมีลักษณะเป็นโหนดหรือกลุ่มเชื่อมโยงกันอยู่ในที่มนุษย์เรียนรู้อะไรใหม่ๆ ที่เพิ่งได้รับ นั้นไปเชื่อมโยงกับกลุ่มที่มักอยู่เดิม รูเมลฮาร์ทและออร์ทอรี (Rumelhart and Ortorry) ได้ให้นิยามความหมายของคำ โครงสร้างความรู้ว่าเป็นโครงสร้างของข้อมูลในสมองของมนุษย์ซึ่งรวบรวมความรู้ของเกี่ยวกับวัตถุลำดับเหตุการณ์รายการ กิจกรรมต่างๆ เอาไว้หน้าที่โครงสร้างของรูปร่างนี้ก็คือ การนำไปสู่การรับข้อมูล (Perception) การรับข้อมูลนั้นจะไม่สามารถเกิดขึ้นได้หากขาดโครงสร้างความรู้ (Shema) ทั้งนี้ก็เพราะการรับรู้ข้อมูลนั้นเป็นการสร้างความหมายโดยการถ่ายโอนความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิม ภายในกรอบความรู้เดิมที่มีอยู่และจาก

การกระตุ้นโดยเหตุการณ์หนึ่ง ๆ ที่ช่วยให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้นั้น เข้าด้วยกัน การรับรู้เป็นสิ่งที่ทำให้เกิดการเรียนรู้เนื่องจากไม่มีการเรียนใด เกิดขึ้นได้โดยปราศจากการรับรู้ นอกจากโครงสร้างความรู้จะช่วยใส่การเรียนรู้และการรับรู้แล้วนั้นโครงสร้างความรู้ยังช่วย ในการระลึก (Recall) ถึงสิ่งต่างๆ ที่เราเคยเรียนรู้มา (Anderson,1984)

แนวคิดทางด้านจิตวิทยาพุทธพิสัยเกี่ยวกับการเรียนรู้ของมนุษย์ ที่เกี่ยวเนื่องกับการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แก่ ความสนใจและการรับรู้อย่างถูกต้อง การจดจำ ความเข้าใจ ความกระตือรือร้น ในการเรียน แรงจูงใจ การควบคุมการเรียน การถ่ายโอนการเรียนรู้และการตอบสนองของความแตกต่างระหว่างบุคคล

- ความสนใจและการรับรู้อย่างถูกต้อง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีจะต้องออกแบบให้เกิดการเรียนรู้ที่ง่ายตายและเที่ยงตรงที่สุด การที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจกับสิ่งเร้าและรับรู้สิ่งเร้าต่างๆ ตัวอย่าง ได้แก่ รายละเอียดและความเหมือนจริงของบทเรียน การใช้สื่อประสมและการใช้เทคนิคพิเศษทางภาพต่างๆ เข้ามาเสริมบทเรียนเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจไม่ว่าจะเป็นการใช้เสียง การใช้ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว นอกจากนี้ผู้สร้างยังต้องพิจารณาถึงการออกแบบหน้าจอ การวางตำแหน่งของสื่อต่างๆ บนหน้าจอ รวมทั้งการเลือกชนิดและขนาดของตัวอักษรหรือการเลือกสีที่ใช้ในบทเรียนอีกด้วย

- การจดจำ ผู้สร้างบทเรียนต้องออกแบบบทเรียนโดยคำนึงถึงหลักเกณฑ์สำคัญที่ช่วยในการจดจำได้ดี 2 ประการคือ หลักในการจัดระเบียบหรือโครงสร้างเนื้อหา และหลักในการทำซ้ำ ซึ่งสามารถแบ่งการวางระเบียบหรือการจัดระบบเนื้อหาออกเป็น 3 ลักษณะด้วยกัน คือ ลักษณะเชิงเส้นตรง ลักษณะสาขา และลักษณะสื่อหลายมิติ

- การเข้าใจ ผู้สร้างบทเรียนต้องออกแบบบทเรียนโดยคำนึงถึงหลักการเกี่ยวกับการได้มาซึ่งแนวคิดและการประยุกต์ใช้กฎต่างๆ ซึ่งหลักการทั้งสองนี้เกี่ยวข้องโดยตรงกับแนวคิดในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในการทบทวนความรู้ การให้คำนิยามต่างๆ การแทรกตัวอย่าง การประยุกต์กฎและการให้ผู้เรียนเขียนอธิบายโดยใช้ข้อความของตน โดยมีวัตถุประสงค์ของการเรียนเป็นตัวกำหนดรูปแบบ การนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและกิจกรรมต่างๆ ในบทเรียน เช่น การเลือกออกแบบฝึกหัดหรือ แบบทดสอบในลักษณะปรนัยหรือคำถามสั้นๆ เป็นต้น

- ความกระตือรือร้นในการเรียน ข้อได้เปรียบสำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีเหนือสื่อการสอนอื่น ก็คือความสามารถในการโต้ตอบกับผู้เรียนการที่จะออกแบบบทเรียนที่ทำให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนได้นั้น จะต้องออกแบบให้ผู้มีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน

อย่างสม่ำเสมอและปฏิสัมพันธ์นั้นจะต้องเกี่ยวข้องกับเนื้อหา และเอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน

- แรงจูงใจ ทฤษฎีแรงจูงใจที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แก่ ทฤษฎีแรงจูงใจภายใน และแรงจูงใจภายนอกของเลปเปอร์ (Lepper) ซึ่งเชื่อว่าแรงจูงใจที่ใช้ในบทเรียน ควรที่จะเป็นแรงจูงใจภายในหรือแรงจูงใจที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนมากกว่าแรงจูงใจภายนอก ซึ่งเป็นแรงจูงใจที่ไม่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนที่ทำให้เกิดแรงจูงใจภายในนั้น คือ การสอนที่ผู้เรียนรู้สึกสนุกสนาน เลปเปอร์ได้เสนอแนะเทคนิคในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ทำให้เกิดแรงจูงใจภายในไว้ดังนี้

- (1) การใช้เทคนิคของเกมในบทเรียน
- (2) ใช้เทคนิคพิเศษในการนำเสนอภาพ
- (3) จัดหาบรรยากาศการเรียนรู้ ที่ผู้เรียนสามารถมีอิสระในการเลือกเรียนและหรือสำรวจสิ่งต่าง ๆ รอบตัว

- (4) ให้ออกาสผู้เรียนในการควบคุมการเรียนของตน

- (5) มีกิจกรรมที่ทำทางผู้เรียน

- (6) ทำให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น

แรงจูงใจเป็นปัจจัยที่สำคัญมากในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถที่จะประยุกต์ใช้ทฤษฎีที่ได้อ้างถึงในบทนี้ อย่างไรก็ตามควรที่จะมีการนำไปใช้ได้เหมาะสมและในระดับที่พอดี

- การออกแบบการควบคุมบทเรียน ซึ่งได้แก่ การควบคุมลำดับการเรียน เนื้อหาประเภทของบทเรียน ฯลฯ การควบคุมบทเรียนมีอยู่ 3 ลักษณะด้วยกัน คือการให้โปรแกรมเป็นผู้ควบคุม การให้ผู้เรียนเป็นผู้ควบคุมและการผสมผสานระหว่างโปรแกรมและผู้เรียน ในการออกแบบนั้นควรพิจารณาการผสมผสานระหว่างการให้ผู้เรียนและโปรแกรมเป็นผู้ควบคุมบทเรียน จะมีประสิทธิผลอย่างไรนั้น ก็ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในการออกแบบการควบคุมของทั้ง 2 ฝ่าย

- การถ่ายโอนการเรียนรู้ โดยปกติแล้วการเรียนรู้จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น จะเป็นการเรียนรู้ในขั้นแรกก่อนที่จะมีการนำไปประยุกต์ใช้จริง การนำความรู้ที่ได้จากการเรียนในบทเรียนและขัดเกลาแล้วนั้นไปประยุกต์ใช้ในโลกก็คือการถ่ายโอนการเรียนรู้นั่นเอง สิ่งที่มีอิทธิพลต่อความสามารถของมนุษย์ในการถ่ายโอนการเรียนรู้ ได้แก่ ความเหมือนของบทเรียน ประเภทปริมาณและความหลากหลายของปฏิสัมพันธ์ การถ่ายโอนการเรียนรู้จึงถือเป็นผลการเรียนรู้ที่พึงปรารถนาที่สุด

- ความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้เรียนแต่ละคนมีความเร็วช้าในการเรียนรู้แตกต่างกันไป การออกแบบใบ้บทเรียนมีความยืดหยุ่นเพื่อที่จะตอบสนองความสามารถทางการเรียนของผู้เรียนแต่ละคนได้เป็นสิ่งสำคัญ

#### 9.4 ทฤษฎีการสื่อสาร

ทฤษฎีการสื่อสาร หรือ การสื่อความหมาย (Communication) หมายถึง การถ่ายทอดเรื่องราว การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การแสดงออกของความคิดและความรู้สึก เพื่อการติดต่อสื่อสารข้อมูลซึ่งกันและกัน (กิดานันท์ มลิทอง, 2548, หน้า75) รูปแบบของการสื่อสาร แบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ คือ

1. การสื่อสารทางเดียว (One-Way Communication) เป็นการส่งข่าวสารหรือการสื่อความหมายไปยังผู้รับแต่เพียงฝ่ายเดียว โดยที่ผู้รับไม่สามารถตอบสนองทันที (Immediate Response) กับผู้ส่ง แต่อาจจะมีผลป้อนกลับไปยังผู้ส่งในภายหลังได้ การสื่อสารในรูปแบบนี้จึงเป็นการที่ผู้ส่งและผู้รับไม่สามารถมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันได้ทันที

2. การสื่อสารสองทาง (Two-Way Communication) เป็นการสื่อสารหรือการสื่อความหมายที่ผู้รับมีโอกาสตอบสนองมายังผู้ส่งได้ในทันที โดยที่ผู้ส่งและผู้รับอาจจะอยู่ต่อหน้ากันหรืออาจอยู่คนละสถานที่ก็ได้ แต่ทั้งสองฝ่ายจะสามารถมีการเจรจาหรือการโต้ตอบกันไปมา โดยที่ต่างฝ่ายต่างผลัดกันทำหน้าที่เป็นทั้งผู้ส่งและผู้รับในเวลาเดียวกัน

ดังนั้น ในการที่จะเกิดการเรียนรู้ขึ้นได้นี้ มักจะพบว่าต้องอาศัยกระบวนการของการสื่อสารในรูปแบบของการสื่อสารทางเดียวและการสื่อสารสองทาง ในลักษณะของการให้สิ่งเร้าเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนมีการแปลความหมายของเนื้อหาบทเรียนนั้น และให้มีการตอบสนองเพื่อเกิดเป็นการเรียนรู้ขึ้น

กิดานันท์ มลิทอง (2548, หน้า 18) กล่าวว่า สื่อนับว่าเป็นสิ่งที่มีบทบาทอย่างมากในการเรียนการสอน เนื่องจากเป็นตัวกลางที่ช่วยให้การสื่อสารระหว่างผู้สอนและผู้เรียนดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเนื้อหาบทเรียนได้ตรงกับที่ผู้สอนต้องการ การใช้สื่อการสอนนั้นผู้สอนจำเป็นต้องศึกษาถึงลักษณะเฉพาะ และคุณสมบัติของสื่อแต่ละชนิดเพื่อเลือกสื่อให้ตรงกับวัตถุประสงค์การสอน และสามารถจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับผู้เรียน เพื่อให้กระบวนการเรียนการสอนดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

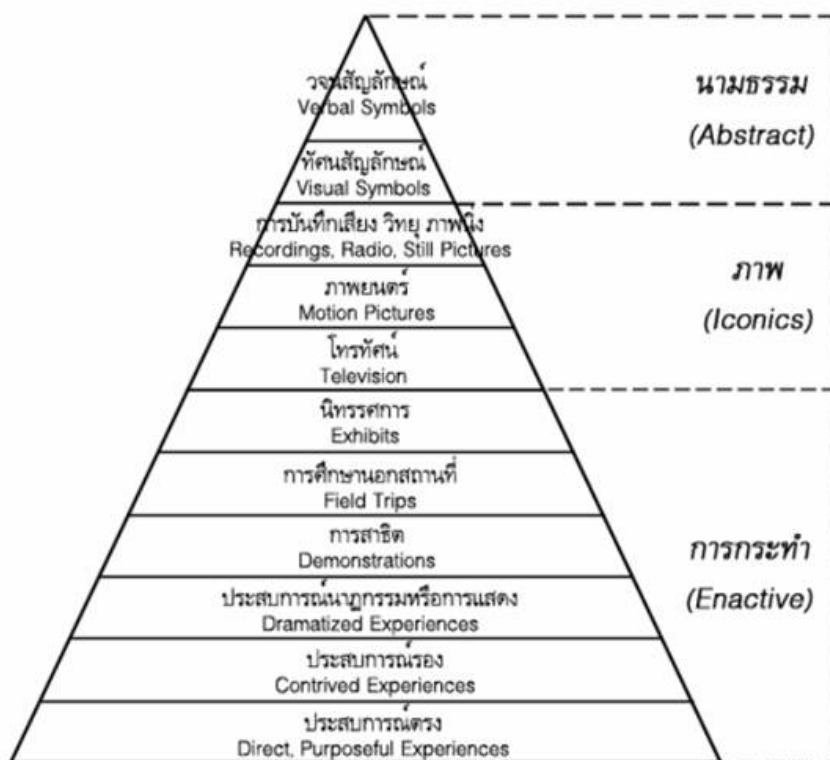
สื่อการสอน (Instructional Media) หมายถึง สื่อชนิดใดก็ตามไม่ว่าจะเป็นเทปบันทึกเสียง สไลด์ วิดีโอ โทรทัศน์ วีดิทัศน์ แผนภูมิ ภาพนิ่ง ฯลฯ ซึ่งบรรจุเนื้อหาเกี่ยวกับการเรียนการสอน เพื่อใช้เป็นเครื่องมือหรือช่องทางสำหรับผู้สอนส่งไปถึงผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์หรือจุดมุ่งหมายที่ผู้สอนวางไว้ได้เป็นอย่างดี



เอ็ดการ์ เดล (Edgar Dale) ได้จัดแบ่งสื่อการสอนเพื่อเป็นแนวทางในการอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างสื่อทัศนูปกรณ์ต่าง ๆ ในขณะเดียวกันก็เป็นการแสดงขั้นตอนของประสบการณ์การเรียนรู้ และการใช้สื่อแต่ละประเภทในกระบวนการเรียนรู้ด้วย โดยพัฒนาความคิดของ Bruner ซึ่งเป็นนักจิตวิทยา นำมาสร้างเป็น "กรวยประสบการณ์" (Cone of Experiences) โดยแบ่งเป็นขั้นตอนดังนี้

1. ประสบการณ์ตรง โดยการให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากของจริง เช่น การจับต้อง และการเห็น เป็นต้น
2. ประสบการณ์รอง เป็นการเรียนโดยให้ผู้เรียนเรียนจากสิ่งที่ใกล้เคียงความเป็นจริงที่สุด ซึ่งอาจเป็นการจำลองก็ได้
3. ประสบการณ์นาฏกรรมหรือการแสดง เป็นการแสดงบทบาทสมมติหรือการแสดงละคร เนื่องจากข้อจำกัดด้วยยุคสมัยเวลา และสถานที่ เช่น เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในประวัติศาสตร์ หรือเรื่องราวที่เป็นนามธรรม เป็นต้น
4. การสาธิต เป็นการแสดงหรือการทำเพื่อประกอบคำอธิบายเพื่อให้เห็นลำดับขั้นตอนของการกระทำนั้น
5. การศึกษาออกสถานที่ เป็นการเรียนรู้จากประสบการณ์ต่าง ๆ ภายนอกสถานที่เรียน อาจเป็นการเยี่ยมชมสถานที่ การสัมภาษณ์บุคคลต่าง ๆ เป็นต้น
6. นิทรรศการ เป็นการจัดแสดงสิ่งของต่าง ๆ เพื่อให้สาระประโยชน์แก่ผู้ชม โดยการนำประสบการณ์หลายอย่างผสมผสานกันมากที่สุด
7. โทรทัศน์ โดยใช้ทั้งโทรทัศน์การศึกษาและโทรทัศน์การสอนเพื่อให้ข้อมูลความรู้แก่ผู้เรียนหรือผู้ชมที่อยู่ในห้องเรียนหรืออยู่ทางบ้าน
8. ภาพยนตร์ เป็นภาพที่บันทึกเรื่องราวลงบนฟิล์มเพื่อให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ทั้งภาพและเสียงโดยใช้ประสาทตาและหู
9. การบันทึกเสียง วิทยุ ภาพนิ่ง อาจเป็นทั้งในรูปของแผ่นเสียง เทปบันทึกเสียง วิทยุ รูปภาพ สไลด์ ข้อมูลที่อยู่ในขั้นนี้จะให้ประสบการณ์แก่ผู้เรียนที่ถึงแม้จะอ่านหนังสือไม่ออกแต่ก็จะสามารถเข้าใจเนื้อหาได้
10. ทัศนสัญลักษณ์ เช่น แผนที่ แผนภูมิ หรือเครื่องหมายต่าง ๆ ที่เป็นสัญลักษณ์แทนสิ่งของต่าง ๆ
11. วจนสัญลักษณ์ ได้แก่ตัวหนังสือในภาษาเขียน และเสียงพูดของคนในภาษาพูด การใช้กรวยประสบการณ์ของเดลจะเริ่มต้นด้วยการให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมอยู่ในเหตุการณ์หรือการ

กระทำจริงเพื่อให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ตรงเกิดขึ้นก่อน แล้วจึงเรียนรู้โดยการเฝ้าสังเกตในเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นขั้นต่อไปของการได้รับประสบการณ์รอง ต่อจากนั้นจึงเป็นการเรียนรู้ด้วยการรับประสบการณ์โดยผ่านสื่อต่าง ๆ และท้ายที่สุดเป็นการให้ผู้เรียนเรียนจากสัญลักษณ์ซึ่งเป็นเสมือนตัวแทนของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น



ภาพ 3 แสดงกรวยประสบการณ์ของเอดการ์ เดล (Edgar Dale) เปรียบเทียบกับการเรียนรู้ของBruner

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เหมาะสม ต้องนำหลักจิตวิทยา หลักการสอน ทฤษฎีการสื่อสารและทฤษฎีสื่อการเรียนรู้ มาช่วยในการออกแบบการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อที่จะสร้างบทเรียนให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาของบทเรียนได้ตรงตามความต้องการ ตรงตามวัตถุประสงค์การสอน ให้สอดคล้องกับวัย ทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์นี้ ผู้ศึกษาค้นคว้าออกแบบบทเรียนโดยใช้ 5 ขั้นตอน ของ (Generic ID Model) เริ่มจากการวิเคราะห์ปัจจัยต่าง ๆ และออกแบบบทเรียนโดยใช้

คำนี้ถึงทฤษฎีและแนวคิดที่ศึกษาข้างต้น เพื่อให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจ เพื่อนำไปความสำเร็จทางการเรียน เช่น ออกแบบบทเรียนให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจได้ง่าย โดยเสนอเป็นรูปภาพ ข้อความไปสู่สัญลักษณ์ มีการเสริมแรง โดยโต้ตอบหรือมีปฏิสัมพันธ์ ชมเชย ยกย่อง ให้กำลังใจผู้เรียน เป็นต้น จากนั้นดำเนินการตามขั้นตอนการพัฒนาเพื่อหาคุณภาพของสื่อ ทดลองใช้และนำไปประเมินผล ตามลำดับ

## หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์

### 1. การจัดหลักสูตรสำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551, หน้า 1-3)

#### 1.1 เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เปิดโอกาสให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง ตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนดังนี้

- จำนวนและการดำเนินการ: ความคิดรวบยอดและความรู้สึกเชิงจำนวน ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง การดำเนินการของจำนวน อัตราส่วน ร้อยละ การแก้ปัญหเกี่ยวกับจำนวน และการใช้จำนวนในชีวิตจริง
- การวัด: ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ การแก้ปัญหเกี่ยวกับ การวัด และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ
- เรขาคณิต: รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติ สองมิติ และสามมิติ การนัยภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิต (geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (translation) การสะท้อน (reflection) และการหมุน (rotation)

- พีชคณิต: แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซตและการดำเนินการของเซต การให้เหตุผล นิพจน์ สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต อนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิต
- การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น: การกำหนดประเด็น การเขียนข้อคำถาม การกำหนดวิธีการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ค่ากลางและการกระจายของข้อมูล การวิเคราะห์และการแปลความข้อมูล การสำรวจความคิดเห็น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่างๆ และช่วยในการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน
- ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

## 1.2 สาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

### สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่างๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

### สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

### สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนึกภาพ (visualization) ให้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหา

### สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมาย และนำไปใช้แก้ปัญหา

### สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

### สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

**หมายเหตุ** การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีคุณภาพนั้น จะต้องให้มีความสมดุลระหว่างสาระด้านความรู้ ทักษะและกระบวนการ ควบคู่ไปกับคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ ได้แก่ การทำงานอย่างมีระบบ มีระเบียบ มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจรรย์ญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเอง พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ในการวัดและประเมินผลด้านทักษะและกระบวนการ สามารถประเมินในระหว่างการเรียนการสอน หรือประเมินไปพร้อมกับการประเมินด้านความรู้

## 2. แนวทางการจัดการเรียนรู้อาเซียนศึกษา

สสวท. (2545, หน้า 6-9) ได้กล่าวถึงแนวทางการจัดการเรียนรู้อาเซียนศึกษา  
เรียนรู้อาเซียนศึกษา

2.1 หลักการจัดการเรียนรู้อาเซียนศึกษาระดับมัธยมศึกษาที่ผู้เรียนเป็นสำคัญ คือ การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดและแก้ปัญหาด้วยตนเอง ได้ศึกษาค้นคว้าจากสื่อและเทคโนโลยีต่าง ๆ โดยอิสระ ผู้สอนมีส่วนร่วมช่วยในการจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้สอนทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษา ให้คำแนะนำและชี้แนะในข้อบกพร่องของผู้เรียน

2.2 การจัดกิจกรรมประกอบการเรียนรู้อาเซียนศึกษาให้เรียนรู้อาเซียนศึกษาร่วมกันเป็นกลุ่ม เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้อาเซียนศึกษาที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกันคิด ร่วมกันแก้ปัญหา ปรึกษาหารือ อภิปรายและแสดงความคิดเห็นด้วยเหตุผลซึ่งกันและกัน ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทั้งด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการคิด และมีประสบการณ์มากขึ้น ในการจัดกลุ่มให้ผู้เรียนร่วมกันแก้ปัญหา อาจจัดเป็นกลุ่มเล็ก ๆ 2 คน หรือ กลุ่มย่อย 4 - 5 คน หรืออาจจัดเป็นกิจกรรมให้ผู้เรียนร่วมกันแก้ปัญหาเป็นกลุ่มใหญ่ทั้งชั้นเรียนก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อาเซียนศึกษา

2.3 ในชั้นดำเนินการกิจกรรมการเรียนการสอนอาเซียนศึกษา สิ่งสำคัญที่ผู้สอนควรคำนึงถึง คือ ความรู้พื้นฐานของผู้เรียนสำหรับการเรียนรู้อาเซียนศึกษาใหม่ ชั้นเตรียมความพร้อมเพื่อนำเข้าสู่กิจกรรม ผู้สอนสามารถใช้คำถามเชื่อมโยงเนื้อหาหรือเรื่องราวที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปสู่เนื้อหาใหม่ หรือใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ ในการทบทวนความรู้เดิม ในชั้นปฏิบัติการผู้สอนอาจใช้ปัญหาซึ่งมีความเชื่อมโยงกับเรื่องราว ในชั้นเตรียมความพร้อมและใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ ให้ผู้เรียนสามารถสรุปหรือเข้าใจหลักการแนวคิด กฎ สูตร สัจพจน์ ทฤษฎีบทหรือบทนิยามด้วยตนเอง ในขณะที่ผู้เรียนปฏิบัติการกลุ่ม ผู้สอนควรให้อิสระทางความคิดกับผู้เรียน แต่ผู้สอนควรหมุนเวียนไปตาม กลุ่มต่าง ๆ เพื่อคอยสังเกต ตรวจสอบความ เข้าใจและให้คำแนะนำตามความจำเป็น

2.4 การจัดโอกาสให้ผู้เรียนได้ออกมานำเสนอแนวคิดของผู้เรียนแต่ละคนหรือแนวคิดของ กลุ่มก็เป็น สิ่งสำคัญที่ผู้สอนควรปฏิบัติให้มีบ่อย ๆ เพราะในการนำเสนอแต่ละครั้ง ผู้เรียนมีโอกาส ร่วมแสดงแนวคิดเสริมเพิ่มเติมร่วมกัน หรือซักถามหาข้ออธิบายขัดแย้งด้วยเหตุและผล ผู้สอนมีโอกาสเสริมความรู้ ขยายความหรือสรุปประเด็นสำคัญที่เป็นความคิดรวบยอดของสาระที่นำเสนอ นั้น ทำให้การเรียนรู้อาเซียนศึกษาในวงกว้างและลึกมากขึ้น ผู้เรียนสามารถนำความรู้หรือแนวคิดที่ได้จากการนำเสนอไปประยุกต์ หรือเป็นแบบอย่างในการปฏิบัติได้ ผลดีอีกประการหนึ่งของการที่ผู้เรียนได้ออกมานำเสนอผลงาน คือ ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดี มีความภูมิใจในผลงาน เกิดความรู้สึกรักอยากคิด อยากทำ กล้าแสดงออกและจดจำสาระที่ตนเองได้ออกมานำเสนอได้นาน

สำหรับชั้นการฝึกทักษะหรือฝึกปฏิบัติ ผู้เรียนควรได้ฝึกเป็นรายบุคคล หรืออาจฝึกปฏิบัติเป็นกลุ่มก็ได้ตามความเหมาะสมของสาระและกิจกรรม

เนื่องจากลักษณะการเรียนรู้คณิตศาสตร์ต้องอาศัยความรู้พื้นฐานที่ต่อเนื่องกัน ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์สำหรับเด็กเล็กผู้สอนควรให้ผู้เรียนมีโอกาสเรียนรู้จากการปฏิบัติทำกิจกรรม ได้ฝึกทักษะ/กระบวนการ โดยฝึกการสังเกต ฝึกให้เหตุผล และหาข้อสรุปจากสื่อรูปธรรมหรือแบบจำลองต่าง ๆ ก่อน และขยายวงความรู้สู่นามธรรมให้กว้างขึ้นสูงขึ้นตามความสามารถของผู้เรียน ถ้าสาระเนื้อหาหรือกิจกรรมที่ผู้สอนจัดให้นั้นยากเกินไปหรือต้องอาศัยความรู้พื้นฐานที่สูงกว่าที่ผู้เรียนมี ผู้สอนควรสร้างพื้นฐานความรู้ใหม่ อาจใช้วิธีลดรูปของปัญหานั้นให้ง่ายกว่าเดิมหรือจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสริมเพิ่มเติมให้อีกก็ได้

### 3. หลักการสอนคณิตศาสตร์

3.1 การสอนคณิตศาสตร์โดยทั่วไปจะมีจุดมุ่งหมายที่สำคัญ 4 ประการ คือ (สมศักดิ์ โสภณพินิจ , 2543, หน้า 43)

3.1.1 ช่วยให้ผู้เรียนแต่ละคนสามารถพัฒนาพลังทางคณิตศาสตร์ของตนเอง ดังนั้นหลักสูตรจะต้องเตรียมพร้อม เพื่อเปิดโอกาสให้เด็กได้รับเนื้อหาที่สำคัญเพียงพอกับความ ต้องการโครงสร้างของหลักสูตรจะต้องสัมพันธ์กันในแต่ละระดับ และมีความเหมาะสมกับระดับ ความรู้หรือวัยของผู้เรียน

3.1.2 ช่วยสร้างเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ มีโลกทัศน์ทางคณิตศาสตร์สามารถใช้คณิตศาสตร์สื่อความหมายได้อย่างเป็นสากล

3.1.3 สามารถใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานที่ดี ในการเชื่อมโยงกับศาสตร์สาขาอื่น ๆ และสามารถประยุกต์ใช้ได้เหมาะสมในการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผลและเป็นระบบ

3.1.4 เพื่อฝึกฝนและสร้างเสริมประสบการณ์ ซึ่งไม่สามารถจะตัดสินผลสม อย่างใดอย่างหนึ่งออกไปได้ เช่นการปรุงอาหาร การสอนจำเป็นต้องให้เนื้อหาที่จำเป็นอย่าง ครบถ้วน ครูต้องพยายามฝึกทุกคนและปลูกฝังพื้นฐานคณิตศาสตร์ให้กับทุกคนได้ ผลการศึกษา ค้นคว้าและวิจัยของนักคณิตศาสตร์หลายท่านแสดงให้เห็นว่า การสอนคณิตศาสตร์ให้ได้ผล สามารถช่วยเสริมสร้างให้ผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ดีวิธีหนึ่งคือ การสอนให้ผู้เรียนได้เรียนและรู้จักใช้กลวิธีหรือยุทธวิธีในการแก้ไขปัญหาเมื่อพบโจทย์หรือปัญหาที่ ต้องแก้ หรือต้องการหาคำตอบ อันจะเป็นแนวทางให้เขาได้สามารถพัฒนายุทธวิธีเหล่านั้นไปใช้ในการแก้ปัญหาจริง ๆ ในชีวิตของเขาได้ตามสมควรต่อไป

## 3.2 หลักการสอนคณิตศาสตร์

3.2.1 ควรสอนจากเรื่องง่ายไปสู่ยาก เช่นการยกตัวอย่างอาจจะยกเป็นตัวเลขง่าย ๆ เสียก่อนแล้วก็ไปสู่สัญลักษณ์

3.2.2 เปลี่ยนจากรูปธรรมไปสู่นามธรรม ในเรื่องที่สามารถใช้สื่อการเรียนการสอนรูปธรรมประกอบได้ เช่น การแยกตัวประกอบ  $a^3 + b^3$ ,  $a^3 - b^3$  ฯลฯ

3.2.3 สอนให้สัมพันธ์ความคิด เมื่อครูจะทบทวนเรื่องใดก็ควรทบทวนให้หมด การรวบรวมเรื่องที่เหมือนกันเข้าเป็นหมวดหมู่ เช่น เส้นสัมผัส เส้นขนาน คุณสมบัติของสามเหลี่ยมเท่ากันทุกประการ จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจและจำได้แม่นยำขึ้น

3.2.4 เปลี่ยนวิธีการสอน ไม่ซ้ำซากน่าเบื่อหน่าย ผู้สอนควรที่จะสอนให้สนุกสนานและน่าสนใจซึ่งอาจจะมี กลอน เพลง เกม การเล่าเรื่อง การทำภาพประกอบ การ์ตูนปริศนา ต้องรู้จักสอดแทรกสิ่งละอุนพรค์เล็กน้อยให้บทเรียนน่าสนใจ

3.2.5 ใช้ความสนใจของนักเรียนเป็นจุดเริ่มต้น เป็นแรงดลใจที่จะเรียน ด้วยเหตุนี้ในการสอนจึงมีการนำเข้าสู่บทเรียนเข้าใจเสียก่อน

3.2.6 สอนให้ผ่านประสาทสัมผัส ผู้สอนอย่าพูดเฉย ๆ โดยไม่ให้เห็นตัวอักษร ไม่เขียนกระดานดำ เพราะการพูดเฉย ๆ ไม่เหมาะกับวิชาคณิตศาสตร์

3.2.7 ควรจะคำนึงถึงประสบการณ์เดิม และทักษะเดิมที่นักเรียนมีอยู่ กิจกรรมใหม่ควรจะต่อเนื่องกับกิจกรรมเดิม

3.2.8 เรื่องที่สัมพันธ์กันก็ควรสอนไปพร้อม ๆ กัน เช่น เซตที่เท่ากันกับเซตที่เทียบเท่ากัน ยูเนียนกับอินเตอร์เซกชัน

3.2.9 ให้ผู้เรียนมองเห็นโครงสร้าง ไม่ใช่เน้นแต่เนื้อหา

3.2.10 ไม่ควรเป็นเรื่องยากเกินไป ผู้สอนบางคนชอบให้โจทย์ยาก ๆ เกินหลักสูตรซึ่งอาจจะทำให้ผู้เรียนที่เรียนอ่อนท้อถอย แต่ถ้าผู้เรียนที่เรียนเก่ง ก็อาจจะชอบ ควรจะส่งเสริมเป็นราย ๆ ไป การสอนต้องคำนึงถึงหลักสูตรและเลือกเนื้อหาเพิ่มเติมให้เหมาะสม

3.2.11 สอนให้นักเรียนสามารถสรุปความคิดรวบยอดหรือมโนคติ (Concept) ให้นักเรียนได้คิดสรุปเอง การยกตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง จนนักเรียนเห็นรูปแบบ จะช่วยให้นักเรียนสรุปได้ ครูอย่ารีบบอกเกินไป

3.2.12 ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติในสิ่งที่ทำได้

3.2.13 ผู้สอนควรมีอารมณ์ขัน เพื่อช่วยให้อารมณ์ในห้องเรียนน่าเรียนยิ่งขึ้น วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เรียนหนักครูจึงไม่ควรจะเคร่งเครียด



3.2.14 ผู้สอนควรจะมี ความกระตือรือร้น และตื่นตัวอยู่เสมอ

3.2.15 ผู้สอนควรหมั่นแสวงหาความรู้เพิ่มเติม เพื่อที่จะนำสิ่งที่แปลกและใหม่ มาถ่ายทอดให้ผู้เรียน และผู้สอนควรจะเป็นผู้ที่มีความรู้ในอาชีพของตน จึงจะทำให้สอนได้ดี

การสอนตามปกติมีอยู่หลายวิธี เช่น การสอนแบบบรรยายความ การสอนแบบสาธิต การสอนแบบทำการทดลอง การสอนแบบแบ่งเป็นกลุ่มย่อย การสอนโดยใช้เครื่องมือช่วย เช่น การสอนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (CAI = Computer Aid Instruction) ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ไม่ใช่วิธีการสอนของครูตามปกติที่จุดมุ่งหมายจะให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียน แต่เป็นวิธีการที่ครูสอนให้เด็กรู้จักคิด คิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างมีระบบด้วยตนเอง

#### 4. รูปแบบของการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

รูปแบบของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์มีหลายรูปแบบ ผู้สอนสามารถนำไปจัดให้เหมาะสมกับเนื้อหาและเวลาเรียนของผู้เรียนได้ดังนี้ สสวท.(2545, หน้า 6-9)

4.1 การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง

4.2 การเรียนรู้จากการใช้คำถามประกอบการอธิบายและแสดงเหตุผล

4.3 การเรียนรู้จากการศึกษาค้นคว้า

4.4 การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

4.1 การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง เป็นการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ลงมือทำงานนั้นจริง ๆ ได้รับประสบการณ์ตรงจากการปฏิบัติจริง โดยใช้สื่อสิ่งพิมพ์ หรือสื่อรูปธรรมที่สามารถนำผู้เรียนไปสู่การค้นพบหรือได้ข้อสรุป ในการใช้สื่อรูปธรรมถ้าผู้สอนสอนด้วยตนเองจะใช้การสาธิตประกอบคำถาม แต่ถ้าให้ผู้เรียนเรียนด้วยตนเองจะใช้การทดลอง โดยผู้เรียนดำเนินการทดลองตามกิจกรรมที่ผู้สอนกำหนดให้ ผู้เรียนที่ปฏิบัติการทดลองมีโอกาสฝึกใช้ทักษะ/กระบวนการต่าง ๆ เช่น การสังเกต การคาดคะเน การประมาณค่า การใช้เครื่องมือ การบันทึกข้อมูล การอภิปราย การตั้งข้อความคาดการณ์หรือข้อสมมุติฐาน การสรุป

กระบวนการดำเนินการทดลองหรือปฏิบัติการกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ เปิดโอกาสให้ผู้เรียน ได้พิสูจน์ ใช้เหตุผล อ้างข้อเท็จจริง ตลอดจนได้ฝึกทักษะในการแก้ปัญหาใหม่ ๆ การจัดการเรียนรู้ แบบนี้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการคิด และเลือกใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ขณะที่ผู้เรียนทำการทดลอง ผู้สอนควรสังเกตแนวคิดของผู้เรียนว่าเป็นไปอย่างถูกต้องหรือไม่ ถ้าเห็นว่าผู้เรียนคิดไม่ตรงแนวทางควรตั้งคำถามให้ผู้เรียนคิดใหม่ ถึงแม้จะต้องใช้เวลามากขึ้น เพราะผู้เรียนจะได้ประโยชน์จากการเรียนรู้ด้วยตัวเองมากกว่าการเรียนรู้ที่ผู้สอนบอกหรือสรุปผลให้

4.2 การเรียนรู้จากการใช้คำถามประกอบการอธิบายและแสดงเหตุผล การเรียนรู้ที่ผู้สอนใช้คำถามประกอบการอธิบายและแสดงเหตุผลมีความจำเป็นในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพราะธรรมชาติของคณิตศาสตร์ต้องอาศัยคำอธิบาย บทนิยาม สัญลักษณ์ ทฤษฎีบทต่าง ๆ เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ บางเนื้อหาผู้สอนต้องสร้างพื้นฐานในเนื้อหานั้นก่อนด้วยการอธิบายและแสดงเหตุผลให้ชัดเจนในรูปของบทนิยาม เพื่อให้เกิดความเข้าใจเบื้องต้น แต่ในบางเนื้อหาผู้สอนอาจใช้คำถามก่อน ถ้านักเรียนไม่เข้าใจอาจอธิบายและแสดงเหตุผลเพิ่มเติม

4.3 การเรียนรู้จากการศึกษาค้นคว้า การเรียนรู้จากการศึกษาค้นคว้าเป็นการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าในเรื่องที่สนใจ จากแหล่งความรู้ต่าง ๆ โดยอิสระ สามารถศึกษาได้จากสื่อสิ่งพิมพ์ และสื่อเทคโนโลยีต่าง ๆ หรือจากการทำโครงงานคณิตศาสตร์ โดยผู้สอนมีส่วนช่วยเหลือให้คำปรึกษา แนะนำ ให้ความสนใจ งานที่ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้ามาให้โอกาสผู้เรียนได้นำเสนอผลงานต่อผู้สอน ผู้เรียน ตลอดจนบุคคลทั่วไป

4.4 การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผู้สอนควรจัดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย เมื่อผู้เรียนสังเกตจนพบปัญหานั้นแล้วผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนพยายามที่จะค้นหาสาเหตุ ด้วยการตั้งคำถามต่อเนื่อง และรวบรวมข้อมูลมาอธิบาย การเรียนรู้ดังกล่าวเป็นการวิเคราะห์จากปัญหามา หาสาเหตุ ใช้คำถามสืบเสาะจนกระทั่งแก้ปัญหาหรือหาข้อสรุปได้

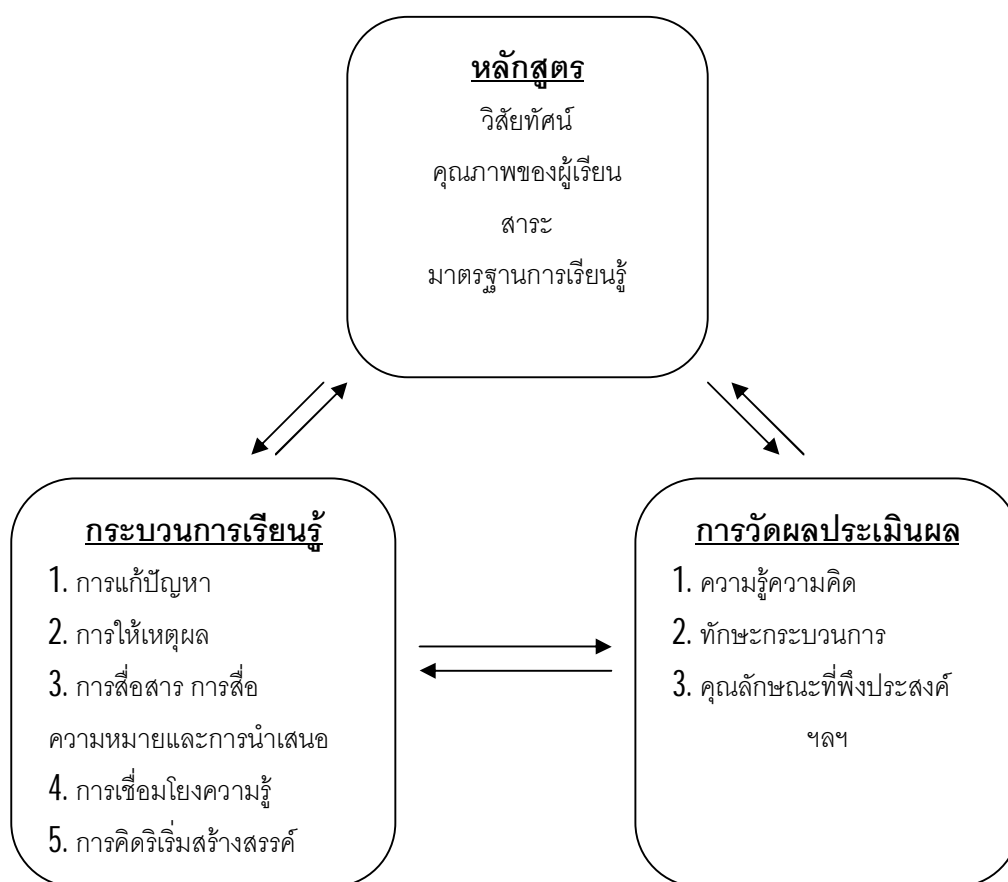
กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ประกอบด้วยขั้นสังเกต ขั้นอธิบาย ขั้นคาดการณ์ ขั้นทดลองและขั้นนำไปใช้ ขั้นตอนเหล่านี้จะช่วยฝึกกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักอภิปรายและทำงานร่วมกันอย่างมีเหตุผล ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักสังเกตและวิเคราะห์ปัญหาโดยละเอียด

ในการจัดการเรียนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ผู้สอนควรเลือกใช้รูปแบบของการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเนื้อหาและเหมาะสมกับผู้เรียน การเรียนรู้เนื้อหาหนึ่ง ๆ อาจใช้รูปแบบของการเรียนรู้หลายรูปแบบผสมผสานกันได้ และผู้สอนจะต้องคำนึงถึงการบูรณาการด้านความรู้ ด้านทักษะ/ กระบวนการและสอดแทรกคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยม โดยสอดแทรกในการเรียนรู้ทุกเนื้อหาสาระให้ครบถ้วนเพื่อให้บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

## 5. การวัดผลประเมินผลวิชาคณิตศาสตร์

### 5.1 แนวความคิดหลักของการวัดผลประเมินผล

หลักสูตร กระบวนการเรียนรู้และการวัดผลประเมินผลมีความสำคัญต่อการจัดการเรียนการสอนเป็นอย่างยิ่ง การบูรณาการสิ่งเหล่านี้เข้าด้วยกันจะส่งผลให้การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีคุณค่าต่อผู้เรียน และช่วยให้การเรียนการสอนประสบความสำเร็จยิ่งขึ้น ความสัมพันธ์ดังกล่าวแสดงได้ดังรูปต่อไปนี้ (สสวท., 2553, หน้า72)



ภาพ 4 แนวความคิดหลักของการวัดประเมินผล

การบูรณาการเนื้อหาสาระตามหลักสูตร กระบวนการเรียนรู้และการวัดผลประเมินผลเข้าด้วยกัน จะต้องพิจารณาประเด็นสำคัญ ดังนี้

**5.1.1 ความสอดคล้องระหว่างแนวทางการวัดผลประเมินผลของสถานศึกษา** กับสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์และมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ความต้องการของท้องถิ่น ความเหมาะสมกับวัย ระดับพัฒนาการและประสบการณ์ของผู้เรียน ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและแผนการเรียนรู้

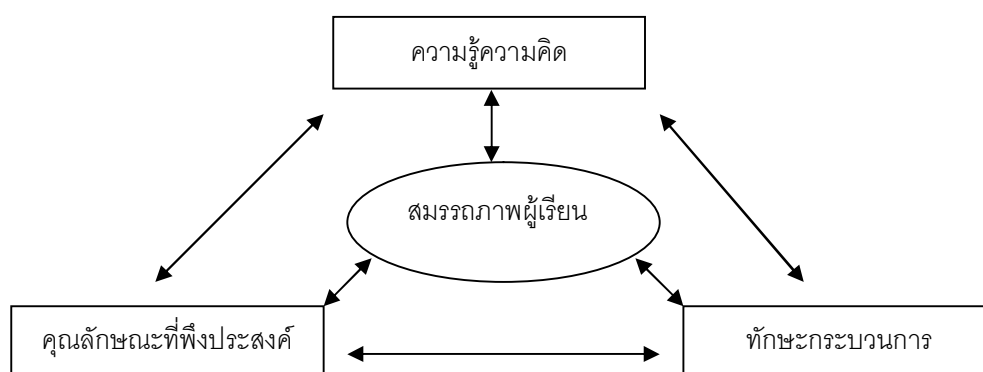
5.1.2 กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนการสอน และแนวทางการวัดผล ประเมินผลที่หลากหลายและเหมาะสมต่อความรู้ความสามารถของผู้เรียน

5.1.3 การมีส่วนร่วมของผู้เรียนและผู้เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาของ สถานศึกษาในการจัดทำกรอบการวัดผลประเมินผล เกณฑ์การให้ระดับคุณภาพและดำเนินการ วัดผลประเมินผลอย่างสม่ำเสมอตามมาตรฐานที่กำหนด

## 5.2 การประเมินผลตามสภาพจริง

การประเมินตามสภาพจริง เป็นการประเมินผลจากหลักฐานร่องรอยหรือผลที่ได้จาก การเรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่น การสังเกต การบันทึก การทดลองและการรวบรวม ข้อมูลจากผลงานที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริง (สสวท., 2553, หน้า 77)

การประเมินตามสภาพจริงจะช่วยพัฒนาและส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาและ ส่งเสริมสมรรถภาพของผู้เรียนที่ครอบคลุมด้านความรู้ความคิด ทักษะกระบวนการและลักษณะที่พึงประสงค์ ดังความสัมพันธ์ต่อไปนี้



ภาพ 5 ความสัมพันธ์ของการประเมินผลตามสภาพจริง

การประเมินสมรรถภาพแต่ละด้านดังกล่าว พิจารณาได้จากพฤติกรรมที่แสดงออกของ ผู้เรียนในด้านความรู้ความคิด ด้านทักษะกระบวนการและลักษณะที่พึงประสงค์ ดังนี้

## 5.2.1 ความรู้ความคิด

เป็นสมรรถภาพของผู้เรียนที่แสดงออกด้วยพฤติกรรมต่าง ๆ ดังนี้

สมรรถภาพ	พฤติกรรมการแสดงออก
1. ความรู้ความจำ	- บอกบทนิยาม ทฤษฎีบทและข้อตกลงต่างๆ
2. ความเข้าใจ	- อธิบายและยกตัวอย่างประกอบ
3. การนำไปใช้	- นำความรู้ไปใช้สถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง
4. การวิเคราะห์	- แยกแนวคิดที่ซับซ้อนออกเป็นส่วนๆ
5. การสังเคราะห์	- รวบรวมความรู้ ข้อเท็จจริงและลงข้อสรุป
6. การประเมินค่า	- เปรียบเทียบความรู้ และตัดสินใจหรือสรุปเพื่อการเลือกตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

### ตาราง 1 แสดงสมรรถภาพของผู้เรียนที่แสดงออกด้วยพฤติกรรมต่าง ๆ ในด้านความรู้ความคิด

การวัดผลประเมินผลด้านความรู้ความคิด จะต้องพิจารณาจากจุดมุ่งหมายของการประเมินผลที่กำหนดไว้แล้ว โดยพิจารณาจากพฤติกรรมการแสดงออกตามที่ระบุไว้ในหลักสูตร

## 5.2.2 ทักษะกระบวนการ

ทักษะกระบวนการเป็นสมรรถภาพที่จำเป็นต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ประกอบด้วย ความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆและมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ประเมินได้จากความสามารถในการแสดงออกตามขั้นตอนของแต่ละทักษะ ดังนี้

กระบวนการ	การแสดงออกตามขั้นตอนของทักษะ
1. การแก้ปัญหา	- ทำความเข้าใจกับปัญหาโดยระบุประเด็นปัญหา กำหนดตัวแปรและความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร - สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่เป็นไปได้ - ตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ - ตรวจสอบความถูกต้องและความเป็นไปได้ของปัญหา - ตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหา

กระบวนการ	การแสดงออกตามขั้นตอนของทักษะ
2. การให้เหตุผล	<ul style="list-style-type: none"> <li>- รวบรวมความรู้ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการแก้ปัญหา</li> <li>- เลือกใช้ความรู้เพื่อลำดับขั้นตอนของการให้เหตุผลและลงข้อสรุป</li> <li>- ตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของการให้เหตุผล</li> </ul>
3. การสื่อสาร การสื่อความหมายและการนำเสนอ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เลือกรูปแบบของการสื่อสาร การสื่อความหมายและการนำเสนอด้วยวิธีการที่เหมาะสม</li> <li>- ใช้ข้อความ คัพท์ สูตร สมการหรือแผนภูมิที่เป็นสากล</li> <li>- บันทึกผลงานในทุกขั้นตอนเหตุผล</li> <li>- สรุปสาระสำคัญที่ได้จากการค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งการเรียนรู้</li> <li>- เสนอความคิดเห็นที่เหมาะสมกับปัญหา</li> </ul>
4. การเชื่อมโยงความรู้	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เปรียบเทียบความรู้ของแต่ละสาระ</li> <li>- เชื่อมโยงสถานการณ์จริงกับตัวแปรเชิงคณิตศาสตร์</li> <li>- หาข้อสรุปจากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์</li> <li>- เชื่อมโยงความรู้ในแต่ละสาระทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆเพื่อนำไปสู่การเรียนรู้ความคิดรวบยอดที่ซับซ้อน</li> <li>- สรุปสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ</li> </ul>
5. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ใช้ความรู้หรือความคิดรวบยอด(มโนทัศน์)เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่</li> <li>- สร้างสรรค์ตัวแบบคณิตศาสตร์หรือชิ้นงานที่มีประโยชน์ต่อการเรียนรู้</li> </ul>

ตาราง 2 แสดงสมรรถภาพของผู้เรียนที่แสดงออกด้วยพฤติกรรมต่าง ๆ ในด้านทักษะกระบวนการ

### 5.2.3 คุณลักษณะที่พึงประสงค์

คุณลักษณะที่พึงประสงค์ของผู้เรียนที่ได้จากการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้  
คณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

- การทำงานอย่างมีระบบ
- มีระเบียบวินัย
- มีความรอบคอบ
- มีความรับผิดชอบ
- มีวิจารณ์ญาณ
- มีความเชื่อมั่นในตนเอง
- ตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

## 5.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวัดประเมินผลคณิตศาสตร์

### 5.3.1 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับวิธีการ  
วัดผลประเมินผลทั้ง 3 ลักษณะดังกล่าว พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545, หน้า 96) และเยาวดี วิบูลย์ศรี  
(2545, หน้า 23) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ออกเป็น 2 ประเภท คือ

5.3.1.1 แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผล  
สัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นใช้กันโดยทั่วไปในสถานศึกษา  
มีลักษณะเป็นแบบทดสอบข้อเขียน ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

- แบบทดสอบอัตนัย เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำถามหรือ  
ปัญหาให้แล้วให้ผู้ตอบเขียนโดยแสดงความรู้ ความคิด เจตคติ ได้อย่างเต็มที่

- แบบทดสอบปรนัย หรือ แบบให้ตอบสั้นๆ เป็นแบบทดสอบที่  
กำหนดให้ผู้สอบเขียนตอบสั้นๆ หรือมีคำตอบให้เลือกแบบจำกัดคำตอบ ผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดง  
ความรู้ ความคิดได้อย่างกว้างขวางเหมือนแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบชนิดนี้แบ่งออกเป็น 4  
แบบ คือ แบบทดสอบถูก-ผิด แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบจับคู่ และแบบทดสอบเลือกตอบ

5.3.1.2 แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์  
ของผู้เรียนทั่วไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างดี จนมีคุณภาพ มี  
มาตรฐาน กล่าวคือ มีมาตรฐานในการดำเนินการสอบ วิธีการให้คะแนนและผลความของคะแนน

นอกจากนี้ เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับวิธีการวัดผลประเมินผลทั้ง 3 ลักษณะดังกล่าวของสสวท. จำแนกเป็น 2 ประเภทดังนี้ (2546, หน้า 31)

- แบบทดสอบ
- ภาระงานที่ได้รับมอบหมาย

แบบทดสอบเป็นเครื่องมือวัดผลที่ผู้สร้างขึ้นเพื่อใช้ทดสอบผู้เรียนซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบประเภทต่าง ๆ ได้แก่ แบบเลือกตอบ แบบเขียนตอบ แบบต่อเนื่อง แบบตอบสองขั้นตอนและแบบแสดงวิธีทำ

ภาระงานที่ได้รับมอบหมาย เป็นเครื่องมือวัดผลที่ผู้สอนและผู้เรียนอาจมีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนรู้

### 5.3.2 แบบทดสอบในการวัดประเมินผลคณิตศาสตร์ จำแนกได้ 8 ประเภท (สสวท., 2546, หน้า 31)

- แบบทดสอบแบบเลือกตอบ
- แบบทดสอบแบบถูกผิด
- แบบทดสอบแบบจับคู่
- แบบทดสอบแบบเปรียบเทียบ
- แบบทดสอบแบบเติมคำ
- แบบทดสอบแบบเขียนตอบ
- แบบทดสอบแบบต่อเนื่อง
- แบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำ

### 5.3.3 การสร้างแบบทดสอบ มีขั้นตอนที่สำคัญดังต่อไปนี้ (สสวท., 2546, หน้า 33)

1. ศึกษาจุดมุ่งหมายของการวัดผลประเมินผล สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและมโนทัศน์ของแต่ละเรื่อง
2. กำหนดสาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ต้องการวัด
3. เลือกประเภทของแบบทดสอบ
4. กำหนดจำนวนข้อสอบ การกระจายเนื้อหาสาระที่ต้องการทดสอบและเวลาที่ใช้ทดสอบ
5. สร้างแบบทดสอบตามคุณลักษณะที่กำหนด โดยคำนึงถึงเทคนิค



ของการสร้างแบบทดสอบและความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย

## 6. ตรวจสอบความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

สำหรับข้อสอบแบบทดสอบบางแบบอาจต้องตรวจสอบความเป็นปรนัย

บุญเรียง ขจรศิลป์ (2543, หน้า 80) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างข้อสอบที่ผู้วิจัยสร้างเองเท่านั้น มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1. ศึกษาจุดมุ่งหมายของการสร้างข้อสอบ ผู้สร้างข้อสอบจะต้องทราบว่าจะใช้ข้อสอบเพื่อวัตถุประสงค์อะไร ลักษณะกลุ่มผู้เข้ารับการทดสอบเป็นใคร จากสิ่งเหล่านี้จะเป็นแนวทางในการกำหนดเนื้อหาสาระและรูปแบบของข้อสอบ

2 เขียนจุดมุ่งหมายของข้อสอบให้อยู่ในรูปของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยกำหนดเงื่อนไขและเกณฑ์ในการตัดสินอย่างชัดเจน วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม คือ วัตถุประสงค์ที่เขียนในรูปแบบของพฤติกรรมที่ให้ผู้เรียนแสดงออกให้สังเกตได้และวัดได้ภายหลังการเรียนการสอน

3 กำหนดเนื้อหา ทักษะที่ต้องการวัดและรูปแบบของข้อสอบ

4 สร้างแผนผังการสร้างข้อสอบ หรือตารางวิเคราะห์ข้อสอบ เพื่อที่จะกำหนดขอบเขตและจุดเน้นของแบบทดสอบ และแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่ต้องการวัดกับเนื้อหาที่จะวัด การสร้างแผนผังการสร้างข้อสอบหรือตารางวิเคราะห์ข้อสอบนั้น เริ่มต้นจากครูผู้สอนเป็นผู้กำหนดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม และเนื้อหาที่จะทำการทดสอบหรือใช้ในการสอน ซึ่งในการกำหนดน้ำหนักของแต่ละส่วนย่อยนั้น ครูผู้สอนเป็นคนกำหนด โดยอาศัยหลักสูตรเป็นตัวประกอบ ในการพิจารณาน้ำหนักของจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม และพิจารณาจากปริมาณเนื้อหาที่จะสอนทั้งหมดเป็นตัวช่วยกำหนดน้ำหนักของเนื้อหา แล้วนำจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมและเนื้อหาที่กำหนดไว้้นมาสร้างแผนผังการสร้างข้อสอบ บางเนื้อหาอาจจะมีจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมบางด้านเท่านั้น

5 เขียนข้อสอบลงบัตรๆ ละ 1 ข้อ

6 เรียบเรียงจัดแบบฟอร์มข้อสอบ

7 ทดลองใช้และนำผลที่ได้มาวิเคราะห์รายข้อ

8 แก้ไขปรับปรุง

9 ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพ

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2545, หน้า 178-179) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไปของการสอบให้อยู่ในรูปของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมโดยระบุเป็นข้อๆ และให้วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเหล่านั้น สอดคล้องกับเนื้อหาสาระทั้งหมดที่จะทำการทดสอบด้วย
2. กำหนดโครงเรื่องของเนื้อหาสาระที่จะทำการทดสอบให้ครบถ้วน
3. เตรียมตารางเฉพาะหรือผังของแบบทดสอบ เพื่อแสดงถึงน้ำหนักของเนื้อหาวิชาแต่ละส่วน และพฤติกรรมต่างๆ ที่ต้องการทดสอบให้เด่นชัด สั้น กระชับ และมีความชัดเจน
4. สร้างข้อสอบทั้งหมดที่ต้องการจะทดสอบให้เป็นไปตามสัดส่วนของน้ำหนักที่ระบุไว้ในตารางเฉพาะ

### 5.3.4 การวิเคราะห์และหาคุณภาพของแบบทดสอบ

การวิเคราะห์ข้อสอบ หมายถึง กระบวนการตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบแต่ละข้อ ซึ่งพิจารณาถึงความยากง่าย ระดับอำนาจจำแนก ตลอดจนประสิทธิภาพของตัวลอง (ในกรณีที่เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ) ซึ่งตัวลองที่ใช้ได้ ควรจะมีผู้เลือกตอบตั้งแต่ 5% ขึ้นไป แล้วจึงคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพตามที่ต้องการ เพื่อไว้ใช้ในการทดสอบต่อไป ซึ่งควรพิจารณาลักษณะของข้อสอบที่จะนำไปใช้จากสิ่งต่อไปนี้ คือ

1. ดัชนีความยากง่าย
2. ดัชนีค่าอำนาจจำแนก
3. ความตรง
4. ความเที่ยง

สรุปนอกจากการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ให้มีประสิทธิภาพเพื่อใช้ในการศึกษาค้นคว้าแล้ว ผู้ศึกษาค้นคว้ายังมีวัตถุประสงค์อีกประการ คือ ให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ฉะนั้นผู้ศึกษาต้องคำนึงถึงหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีการศึกษา 2551 และตัวชี้วัดในสาระการเรียนรู้ นั้น ๆ เพื่อจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และวัดผลประเมินผลแก่ผู้เรียนว่าผู้เรียนเกิดความรู้ควบคู่กับทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพียงใด จึงต้องมีการสร้างแบบทดสอบที่มีคุณภาพเพียงพอในการวัดกระบวนการความรู้และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

## ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

### 1. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, หน้า 45) ได้ให้ความหมายของ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Mathematical skill and process) เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในที่นี้ เน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น และต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และนำเสนอ ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ และการมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ผู้สอนต้องสอดแทรกทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เข้ากับการเรียนการสอนด้านเนื้อหา ด้วยการให้นักเรียนทำกิจกรรม หรือตั้งคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนคิด อธิบาย และให้เหตุผล เช่น ให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ที่เรียนมาแล้ว หรือให้นักเรียนเรียนรู้ผ่านการแก้ปัญหา ให้นักเรียนใช้ความรู้ทางพีชคณิตในการแก้ปัญหาหรือ อธิบายเหตุผลทางเรขาคณิต ให้นักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการอธิบายเกี่ยวกับสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน หรือกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการสร้างสรรค์ผลงานที่หลากหลายและแตกต่างจากคนอื่น รวมทั้งการแก้ปัญหาที่แตกต่างจากคนอื่นด้วย

การประเมินผลด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์สามารถประเมินได้จากกิจกรรมที่นักเรียนทำ จากแบบฝึกหัด จากการเขียนอนุทิน หรือข้อสอบที่เป็นคำถามปลายเปิดที่ให้โอกาสนักเรียนแสดงความสามารถ

### 2. แนวทางในการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กำหนดสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีมาตรฐานการเรียนรู้ด้านทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุมาตรฐานด้านทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์ดังกล่าว สสวท.(2545, หน้า 10-22)จึงได้เสนอแนวทางการพัฒนาทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นมีดังนี้

### การพัฒนาทักษะ / กระบวนการแก้ปัญหา

การจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดทักษะ / กระบวนการในการแก้ปัญหา นับว่าเป็นเรื่องยากพอสมควรสำหรับผู้สอน ผู้เรียนส่วนใหญ่จะพัฒนาได้ดีในทักษะการคิดคำนวณ แต่เมื่อพบโจทย์ปัญหามักจะมีปัญหาในเรื่องของทักษะการอ่านทำความเข้าใจโจทย์ การวิเคราะห์โจทย์ รวมถึงการหารูปแบบแนวคิดในการแก้ปัญหานั้น

การจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะ / กระบวนการแก้ปัญหาได้ ผู้สอนต้องให้โอกาสผู้เรียนได้ฝึกคิดด้วยตนเองให้มาก โดยจัดสถานการณ์หรือปัญหาหรือเกมที่น่าสนใจ ทำทนายให้ขอยากคิด เริ่มด้วยปัญหาที่เหมาะสมกับศักยภาพของผู้เรียนแต่ละคนหรือผู้เรียนแต่ละกลุ่ม โดยอาจเริ่มด้วยปัญหาที่ผู้เรียนสามารถใช้ความรู้ที่เรียนมาแล้วมาประยุกต์ก่อน ต่อจากนั้นจึงเพิ่มสถานการณ์หรือปัญหาที่แตกต่างจากที่เคยพบมา สำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถสูงผู้สอนควรเพิ่มปัญหาที่ยากซึ่งต้องใช้ความรู้ที่ซับซ้อนหรือมากกว่าที่กำหนดไว้ในหลักสูตรให้นักเรียนได้ฝึกคิดด้วยในการเริ่มต้นพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะในกระบวนการแก้ปัญหา ผู้สอนจะต้องสร้างพื้นฐานให้ผู้เรียนเกิดความคุ้นเคยกับกระบวนการแก้ปัญหาซึ่งมีอยู่ 4 ขั้นตอนก่อน แล้วจึงฝึกทักษะในการแก้ปัญหา

กระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน มีดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำ ความเข้าใจปัญหา หรือวิเคราะห์ปัญหา

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำ เนินการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ หรือมองย้อนกลับ

ในกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนนี้ ยังอาศัยทักษะอื่น ๆ ประกอบด้วย

**ขั้นที่ 1** ขั้นทำ ความเข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา ต้องอาศัยทักษะที่สำคัญและจำเป็นอีกหลายประการ เช่น ทักษะในการอ่านโจทย์ปัญหา ทักษะการแปลความหมายทางภาษา ซึ่งผู้เรียนควรแยกแยะได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรให้และโจทย์ต้องการให้หาอะไร หรือพิสูจน์ข้อความใด

**ขั้นที่ 2** ขั้นวางแผนแก้ปัญหาเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุด ต้องอาศัยทักษะในการนำความรู้หลักการหรือทฤษฎีที่เรียนรู้อมาแล้ว ทักษะในการเลือกใช้อยู่ทฤษฎีที่เหมาะสม เช่น เลือกใช้การเขียนรูปหรือแผนภาพ ตาราง การสังเกตหาแบบรูปหรือความสัมพันธ์ เป็นต้น ในบางปัญหาอาจใช้ทักษะในการประมาณค่า คาดการณ์ หรือคาดเดาค่า ตอบมาประกอบด้วย ผู้สอนจะต้องหาวิธีฝึกวิเคราะห์แนวคิดในขั้นนี้ให้มาก

**ขั้นที่ 3** ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา ต้องอาศัยทักษะในการคิดคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ทักษะในการพิสูจน์หรือการอธิบายและแสดงเหตุผล

**ขั้นที่ 4** ขั้นตรวจสอบ หรือมองย้อนกลับ ต้องอาศัยทักษะในการคำนวณ การประมาณคำตอบ การตรวจสอบผลลัพธ์ที่หาได้โดยอาศัยความรู้สึกเชิงจำนวน (Number sense) หรือความรู้สึกเชิงปริภูมิ (Spatial sense) ในการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือปัญหาการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการแก้ปัญหาดังกล่าวนี้ผู้สอนสามารถจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนเรียนรู้ อย่างค่อยเป็นค่อยไป โดยกำหนดประเด็นคำถามนำ ให้คิดและหาคำตอบเป็นลำดับเรื่อยไปจนผู้เรียนสามารถหาคำตอบได้ หลังจากนั้นในปัญหาต่อไปผู้สอนจึงค่อย ๆ ลดประเด็นคำถามลงจนสุดท้ายเมื่อเห็นว่าผู้เรียนมีทักษะในการแก้ปัญหาเพียงพอแล้วก็ไม่จำเป็นต้องให้ประเด็นคำถามชี้แนะก็ได้

ในการจัดให้เรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหามาตามลำดับขั้นตอนนั้น เมื่อผู้เรียนเข้าใจกระบวนการแล้ว การพัฒนาให้มีทักษะ ผู้สอนควรเน้นฝึกการวิเคราะห์แนวความคิดอย่างหลากหลายในชั้นวางแผนแก้ปัญหาให้มาก เพราะเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญและยากสำหรับผู้เรียน

### การพัฒนาทักษะกระบวนการให้เหตุผล

การจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนรู้จักคิดและให้เหตุผลเป็นสิ่งสำคัญ โดยทั่วไปเข้าใจกันว่า การฝึกให้รู้จักให้เหตุผลที่ง่ายที่สุด คือ การฝึกจากการเรียนเรขาคณิตตามแบบยูคลิด เพราะมีโจทย์เกี่ยวกับการให้เหตุผลมากมาย มีทั้งการให้เหตุผลอย่างง่าย ปานกลางและอย่างยาก แต่ที่จริงแล้วการฝึกให้ผู้เรียนรู้ จักคิดและให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผลนั้นสามารถสอดแทรกได้ในการเรียนรู้ทุกเนื้อหาของคณิตศาสตร์และวิชาอื่น ๆ ด้วย

องค์ประกอบหลักที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถคิดอย่างมีเหตุผลและรู้จักให้เหตุผลมีดังนี้

1. ควรให้ผู้เรียนได้พบกับโจทย์หรือปัญหาที่ผู้เรียนสนใจ เป็นปัญหาที่ไม่ยากเกินความสามารถของผู้เรียนที่จะคิดและให้เหตุผลในการหาคำตอบได้
2. ให้ผู้เรียนมีโอกาสและเป็นอิสระที่จะแสดงออกถึงความคิดเห็นในการใช้และให้เหตุผลของตนเอง
3. ผู้สอนช่วยสรุปและชี้แจงให้ผู้เรียนเข้าใจว่า เหตุผลของผู้เรียนถูกต้องตามหลักเกณฑ์หรือไม่ ขาดตกบกพร่องอย่างไร

การเริ่มต้นที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้ และเกิดทักษะในการให้เหตุผล ผู้สอนควรจัดสถานการณ์หรือปัญหาที่น่าสนใจให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของ

ผู้เรียนและคอยช่วยเหลือโดยกระตุ้นหรือชี้แนะอย่างกว้าง ๆ โดยใช้คำถามกระตุ้นด้วยคำว่า "ทำไม" "อย่างไร" "เพราะเหตุใด" เป็นต้น พร้อมทั้งให้ข้อคิดเพิ่มเติมอีก เช่น "ถ้า...แล้ว" ผู้เรียนคิดว่า จะเป็นอย่างไร ผู้เรียนที่ให้เหตุผลได้ไม่สมบูรณ์ ผู้สอนจะต้องไม่ตัดสินด้วยคำว่าไม่ถูกต้อง แต่อาจใช้คำพูดเสริมแรงและให้กำลังใจว่า คำตอบที่ผู้เรียนตอบมามีบางส่วนถูกต้อง ผู้เรียนคนใด จะให้คำอธิบายหรือให้เหตุผลเพิ่มเติมของเพื่อนได้อีกบ้าง เพื่อให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ร่วมกันมากยิ่งขึ้น

ในการจัดการเรียนรู้ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดอย่างหลากหลายโดยปัญหา หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ควรเป็นปัญหาปลายเปิด (Open-ended problem) ที่ผู้เรียนสามารถ แสดงความคิดเห็น หรือให้เหตุผลที่แตกต่างกันได้

### **การพัฒนาทักษะ / กระบวนการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ**

การจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ทำได้ทุกเนื้อหาที่ต้องการให้คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา เช่น ในเรขาคณิตมีเนื้อหาที่ต้องฝึกการวิเคราะห์ การให้เหตุผลและการพิสูจน์ ผู้เรียนต้องฝึกทักษะในการสังเกตการนำเสนอรูปภาพต่าง ๆ เพื่อสื่อความหมาย แล้วนำ ความรู้ทางเรขาคณิตไปอธิบาย ปรากฏการณ์และสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

การจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอในพีชคณิต เป็นการฝึกทักษะให้ผู้เรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ปัญหาสามารถเขียนปัญหา ในรูปแบบของ ตาราง กราฟ หรือข้อความ เพื่อสื่อสารความสัมพันธ์ของจำนวนเหล่านั้น ขั้นตอนในการดำเนินการเริ่มจากการกำหนดโจทย์ปัญหาให้ผู้เรียนวิเคราะห์ กำหนดตัวแปร เขียนความสัมพันธ์ของตัวแปรในรูปของสมการหรืออสมการตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด และดำเนินการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางพีชคณิต

การจัดการเรียนรู้ให้เกิดทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอมีแนวทางในการดำเนินการดังนี้

1. กำหนดโจทย์ปัญหาที่น่าสนใจและเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน
2. ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและแสดงความคิดเห็นด้วยตนเอง โดยผู้สอนช่วยชี้แนะแนวทางในการสื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนอ

การฝึกทักษะ/กระบวนการนี้ต้องทำอย่างต่อเนื่อง โดยสอดแทรกอยู่ทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้ผู้เรียนคิดตลอดเวลาที่เห็นปัญหาว่า ทำไม่จึงเป็นเช่นนั้น จะมีวิธี

แก้ปัญหาอย่างไรเขียนรูปแบบความสัมพันธ์ของตัวแปรเป็นอย่างไร จะใช้ภาพ ตาราง หรือกราฟใดช่วยในการสื่อสารความหมาย

ในการจัดการเรียนรู้ที่ต้องการให้ผู้เรียนมีการพัฒนาการเรียนรู้ ผู้สอนควรจัดกิจกรรมหรือให้ปัญหาที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิด สามารถบอกแนวคิดและแสดงเหตุผลได้ ผู้สอนไม่ควรดูเฉพาะคำตอบที่หาได้จากการคำนวณเท่านั้น คำตอบของปัญหาอาจมีมากกว่า 1 คำตอบขึ้นอยู่กับทำให้เหตุผลประกอบที่สมเหตุสมผลด้วย การจัดการเรียนรู้ที่มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เกิดความรู้ มีทักษะ/กระบวนการ มีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยม ผู้สอนจะต้องบูรณาการเนื้อหาและทักษะกระบวนการเข้าด้วยกันตลอดจนจัดกิจกรรมสร้างเสริมให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ ฝึกการทำงานที่เป็นระบบมีระเบียบวินัย รอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ และมีความเชื่อมั่นในตนเอง

### 3. การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

การประเมินผลด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์สามารถประเมินได้จากกิจกรรมที่นักเรียนทำ จากแบบฝึกหัด จากการเขียนอนุทิน หรือข้อสอบที่เป็นคำถามปลายเปิดที่ให้โอกาสนักเรียนแสดงความสามารถ

การสร้างแบบทดสอบแบบเขียนตอบ ใช้ทดสอบโดยผู้สอบจะต้องแสดงความรู้ความสามารถด้วยการเขียนตอบ แสดงวิธีทำหรือสรุปผลจากวิธีทำโดยแสดงเหตุผลประกอบมีหลักการ ดังนี้

1. โจทย์หรือคำถามต้องมีความชัดเจนที่สื่อความหมายได้เข้าใจตรงกัน
2. หลีกเลี่ยงคำถามที่วัดความจำ หรือใช้คำถามที่เป็นสถานการณ์จากบทเรียนโดยตรง
3. คำถามควรเรียงจากข้อง่ายที่สุดเพิ่มความยากขึ้นตามลำดับ

แบบทดสอบแบบเขียนตอบที่กำหนดให้เขียนคำตอบพร้อมทั้งแสดงเหตุผลประกอบมีหลายแบบ ในที่นี้จะแสดงไว้ 2 แบบ คือ

- แบบทดสอบแบบเขียนตอบที่มีคำตอบเดียว
- แบบทดสอบแบบเขียนตอบที่มีหลายคำตอบ

เกณฑ์การให้คะแนนแบบรวมของแบบทดสอบแบบเขียนตอบที่มีคำตอบเดียว

การให้คะแนนแบบทดสอบแบบเขียนตอบที่มีคำตอบเดียวสามารถทำได้หลายวิธี

โดยอาจกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนเป็นแบบระดับความถูกต้องหรือระดับความชัดเจน เช่น 1, 2 และ 3 ดังนี้

ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบรวมของแบบทดสอบแบบเขียนตอบที่มีคำตอบเดียว

ระดับคะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
3	เขียนรูป <input type="checkbox"/> ได้ชัดเจน ถูกต้อง พร้อมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ของแบบรูปได้ถูกต้อง
2	เขียนรูป <input type="checkbox"/> ได้แต่ไม่ชัดเจนว่าขนาดเล็กหรือใหญ่เกินไป และอธิบายความสัมพันธ์ของแบบรูปไม่ชัดเจน
1	เขียนรูปไม่ถูกต้อง และมีคำอธิบายไม่ชัดเจนหรือไม่มีคำอธิบาย

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบแบบเขียนตอบที่มีหลายคำตอบ  
การให้คะแนนแบบทดสอบแบบเขียนที่มีหลายคำตอบ สามารถทำได้หลายวิธี โดยอาจกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรวมหรือแบบวิเคราะห์ที่มีการกำหนดระดับคะแนนที่แตกต่างกัน

ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบรวมของแบบทดสอบแบบเขียนตอบที่มีหลายคำตอบ จะพิจารณาคำตอบในภาพรวมทั้งหมด โดยอาจกำหนดระดับคะแนนเป็น 5 ระดับ คือ 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 ซึ่งแสดงได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ระดับคะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
4	ตอบได้ถูกต้อง และสามารถอธิบายเหตุผลได้อย่างชัดเจน พร้อมทั้งแสดงแนวคิดเชิงเปรียบเทียบได้
3	ตอบได้ถูกต้อง และสามารถอธิบายเหตุผลได้อย่างชัดเจน
2	ตอบได้ถูกต้อง และสามารถอธิบายเหตุผลได้เป็นบางส่วน แต่ยังไม่ชัดเจน
1	ตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลได้
0	ให้คำตอบไม่ถูกต้อง และไม่สามารถอธิบายเหตุผลไม่ได้

แบบทดสอบแบบเขียนตอบมีข้อดีและข้อจำกัดดังนี้

ข้อดี

1. ใช้วัดความรู้ความเข้าใจและทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้
2. มีโอกาสเดาได้ยาก จึงใช้ผลจากการทดสอบเพื่อจำแนกผู้เรียนได้อย่างชัดเจน



3. ใช้วัดกระบวนการคิดได้อย่างมีระบบ
4. ใช้วัดความสามารถในการแสดงออก การเขียนและการสื่อสารได้

ข้อจำกัด

1. ไม่สามารถใช้กับผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียน
2. ใช้เวลามากในการตรวจให้คะแนน
3. ลายมือของผู้ตอบอาจมีผลต่อความเที่ยงตรงของการให้คะแนน

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เน้นในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว คือ การแก้ปัญหา การให้เหตุผลและการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การที่จะให้ผู้เรียนเกิดทักษะหรือความสามารถเหล่านี้ได้ต้องเกิดจากการฝึกฝนอย่างต่อเนื่อง ซึ่งในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้จะมีโจทย์ที่ฝึกฝน ให้ผู้เรียนเกิดขึ้นตอนและกระบวนการในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยยึดแบบฝึกทักษะจากสสวท. ซึ่งออกแบบในรูปแบบของกิจกรรม ถาม-ตอบ หรือเกมส์ ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ โดยใช้ข้อความ ภาพ ภาพเคลื่อนไหว เสียง สีสจัดทำเป็นแบบฝึกทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ลงในบทเรียนเพื่อให้ผู้สอนนำไปฝึกฝนแก่ผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยิ่งขึ้น

## ความพึงพอใจ

### 1. ความหมายของความพึงพอใจ

ความพึงพอใจเป็นปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งที่มีผลต่อความสำเร็จของงานให้เป็นที่ไปตาม เป้าหมายที่วางไว้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นผลมาจากการได้รับการตอบสนองต่อแรงจูงใจหรือความต้องการของแต่ละบุคคลในแนวทางที่เขาพึงประสงค์ ผู้รายงานได้ศึกษาเกี่ยวกับความหมายของความพึงพอใจ โดยมีผู้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้หลายทรรศนะด้วยกัน ซึ่งพอสรุปได้ดังต่อไปนี้

กิตติมา ปรีดีดีลิก (2532) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่ชอบ หรือพอใจที่มีองค์ประกอบและสิ่งจูงใจในด้านต่างๆ และเขาได้รับการตอบสนองต่อความต้องการของเขาได้

## 2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

ทฤษฎีสำหรับการสร้างความพึงพอใจมีหลายทฤษฎี แต่ทฤษฎีที่ได้รับการยอมรับและมีชื่อเสียงที่ผู้รายงานจะนำเสนอ คือ ทฤษฎีความต้องการตามลำดับขั้นของมาสโลว์ (Maslow's Hierarchy of Needs) ที่กล่าวว่า มนุษย์ทุกคนมีความต้องการเหมือนกัน แต่ความต้องการนั้น เป็นลำดับขั้น เขาได้ตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับความต้องการของมนุษย์ไว้ดังนี้ (Maslow, 1970)

1. มนุษย์มีความต้องการอยู่เสมอ และไม่มีที่สิ้นสุด ขณะที่ความต้องการสิ่งใดได้รับการตอบสนองแล้ว ความต้องการอย่างอื่นก็จะเกิดขึ้นอีกไม่มีวันจบสิ้น
2. ความต้องการที่ได้รับการตอบสนองแล้วจะไม่ใช่สิ่งจูงใจสำหรับพฤติกรรมอื่นต่อไป ความต้องการที่ได้รับการตอบสนองเท่านั้นที่เป็นสิ่งจูงใจของพฤติกรรม
3. ความต้องการของมนุษย์จะเรียงเป็นลำดับขั้นตามลำดับความสำคัญ กล่าวคือ เมื่อความต้องการในระดับต่ำได้รับการตอบสนองแล้ว ความต้องการระดับสูงก็จะเรียกร้องให้มีการตอบสนอง ซึ่งลำดับขั้นความต้องการของมนุษย์มี 5 ขั้นตอน ตามลำดับขั้นจากต่ำไปสูง ดังนี้
  - ความต้องการด้านร่างกาย (Physiological Needs) เป็นความต้องการเบื้องต้นเพื่อความอยู่รอดของชีวิต เช่น ความต้องการในเรื่องของอาหาร น้ำ อากาศ เครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรค ที่อยู่อาศัย และความต้องการทางเพศ ความต้องการทางด้านร่างกายจะมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของคนก็ต่อเมื่อความต้องการทั้งหมดของคนยังไม่ได้ได้รับการตอบสนอง
  - ความต้องการด้านความปลอดภัยหรือความมั่นคง (Security of Safety Needs) ถ้าความต้องการทางด้านร่างกายได้รับการตอบสนองตามสมควรแล้วมนุษย์จะต้องการในขั้นสูงต่อไป คือ เป็นความรู้สึกที่ต้องการความปลอดภัย หรือความมั่นคงในปัจจุบันและอนาคต ซึ่งรวมถึงความก้าวหน้าและความอบอุ่นใจ
  - ความต้องการทางด้านสังคม (Social or Belonging Needs) หลังจากที่มีมนุษย์ได้รับการตอบสนองในสองขั้นดังกล่าวแล้ว ก็จะมีความต้องการสูงขึ้นอีก คือ ความต้องการทางสังคมเป็นความต้องการที่จะเข้าร่วมและได้รับการยอมรับในสังคม ความเป็นมิตรและความรักจากเพื่อน
4. ความต้องการที่จะได้รับการยอมรับนับถือ (Esteem Needs) เป็นความต้องการให้คนอื่นยกย่อง ให้เกียรติ และเห็นความสำคัญของตนเอง อยากรเด่นในสังคม รวมถึงความสำเร็จ ความรู้ความสามารถ ความเป็นอิสระ และเสรีภาพ

5. ความต้องการความสำเร็จในชีวิต (Self Actualization) เป็นความต้องการระดับสูงสุดของมนุษย์ ส่วนมากจะเป็นการอยาก จะเป็นอยากจะได้ตามความคิดของตน หรือต้องการจะเป็นมากกว่าที่ตัวเองเป็นอยู่ในขณะนั้น

จากสาระสำคัญของทฤษฎีความต้องการตามลำดับขั้นของมาสโลว์ สรุปได้ว่า ความต้องการทั้ง 5 ชั้นของมนุษย์มีความสำคัญไม่เท่ากัน การจูงใจตามทฤษฎีนี้จะต้องพยายามตอบสนองความต้องการของมนุษย์ซึ่งมีความต้องการที่แตกต่างกันไป และความต้องการในแต่ละชั้นจะมีความสำคัญแก่บุคคลมากน้อยเพียงใดนั้น ย่อมขึ้นอยู่กับความพึงพอใจที่ได้รับจากการตอบสนองความต้องการในลำดับนั้นๆ

### 3. การสร้างและหาคุณภาพแบบประเมินความพึงพอใจ

การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีวิธีดำเนินการ ดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และศึกษาการสร้างแบบสอบถามต่าง ๆ ที่เคยถูกสร้างไว้มาพัฒนาเพื่อใช้ศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.2 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบมาตราส่วน (Rating Scale) 5 ระดับ ของบุญชม ศรีสะอาด (2543, หน้า 69) ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ ตามแบบลิเคอร์ท (Likert) เพื่อใช้แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ผู้ศึกษาค้นคว้าสร้างขึ้น จำนวน 15 ข้อ

3.3 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่สร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษา พิจารณาตรวจสอบแล้วปรับปรุงแก้ไข

3.4 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่สร้างขึ้น เสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และความเหมาะสมในการใช้ภาษา โดยกำหนดคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

+ 1 แทน ความเห็นด้วยว่ามีความชัดเจนทางภาษาและถูกต้องตามเนื้อหา

0 แทน ไม่แน่ใจมีความชัดเจนทางภาษาและถูกต้องตามเนื้อหา

- 1 แทน ความเห็นด้วยว่าไม่มีความชัดเจนทางภาษาและถูกต้องตามเนื้อหา

แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of Item-Objective Congruence) มีสูตรดังนี้ (สุวิมล ติรกานันท์. 2550 , หน้า 165)

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

IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

R แทน คะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

$\sum R$  แทน ผลรวมของคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ

n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ผลการประเมินโดยใช้เกณฑ์ค่า IOC ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ขึ้นไป ถือว่าเป็นแบบสอบถามที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องกัน นำไปใช้ได้

3.5 นำแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พิมพ์แล้วไปใช้ เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.6 หลังจากทดลองใช้แล้ว ผู้ศึกษาค้นคว้าตรวจนับคะแนนเพื่อวิเคราะห์ข้อมูล โดยการหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยใช้แบบอย่างของ กรมวิชาการ (2546, หน้า122)

ค่าเฉลี่ย มากกว่า 4.50	หมายถึง	มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50	หมายถึง	มีระดับความพึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50	หมายถึง	มีระดับความพึงพอใจปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50	หมายถึง	มีระดับความพึงพอใจน้อย
ค่าเฉลี่ย ต่ำกว่า 1.51	หมายถึง	มีระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 1. งานวิจัยภายในประเทศ

#### 1.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

สุทธิสันต์ ลำพงษ์เหนือ (2547) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านโป่งแดง อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สูงกว่าเกณฑ์ที่โรงเรียนกำหนดไว้ ที่ร้อยละ 70 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หลังเรียนครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ระยะห่างกัน 4 สัปดาห์ พบว่าการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความคงทนของการเรียนรู้ นักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นวิธีการเรียนที่สามารถแก้ปัญหารายบุคคลได้

โดยภาพรวม นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมาก

จิราภรณ์ กล้าสกุลและคณะ (2552) ได้ศึกษาค้นคว้าการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กระบวนการคิดสร้างสรรค์ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ โรงเรียนคำเตยอุปถัมภ์ อำเภอเมือง จังหวัดนครพนม ผลการศึกษาค้นคว้า พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้มีประสิทธิภาพ 82.67/82.78 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

พิมพ์ชนก ทำนอง (2550) ได้ศึกษาค้นคว้าเพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/4 โรงเรียนอนุบาลเชียงใหม่ อำเภอเมืองจังหวัดเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2550 จำนวน 36 คน พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้มีประสิทธิภาพ 89.55/81.25 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

อรอุมา กลิ่นโกสัย (2549) ได้ศึกษาวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนเรื่องความน่าจะเป็นและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยการเรียนการสอนแบบปกติกับการใช้สถานการณ์จำลองที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีจำแนกกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อนจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสมุทรสาครบูรณะ จังหวัดสมุทรสาคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 66 คน ในการศึกษาได้สร้างบทเรียนสำหรับกลุ่มที่เรียนโดยใช้สถานการณ์จำลองที่ส่งเสริมความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ บทเรียนสำหรับกลุ่มที่เรียนแบบปกติอย่างละ 17 แผน แผนละ 55 นาที ซึ่งบทเรียนสำหรับกลุ่มที่เรียนโดยใช้สถานการณ์จำลองที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีผลการแก้ปัญหาผ่านสถานการณ์จำลองที่กำหนดให้ จากการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพและประสิทธิผลของบทเรียนโดยใช้สถานการณ์จำลองที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีค่าสูงกว่า ประสิทธิภาพและประสิทธิผลจากบทเรียนแบบปกติ และจากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การประเมินพฤติกรรม และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั้งสองกลุ่ม พบว่า การเรียนการสอนโดยใช้สถานการณ์จำลองที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การประเมินพฤติกรรม และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของผู้เรียนในกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อนสูงกว่าการเรียนการสอนแบบปกติ

## 1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ธัญญรัตน์ กันทะลือ (2548) ได้ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้เทคนิคของโพลยา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้เรียนคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิคของโพลยาในการแก้โจทย์ปัญหา โดยได้คะแนนจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ทุกคน โดยได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 83.03 และภายหลังการเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิคของโพลยาแล้วนักเรียนมีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ยร้อยละ 71.12 ซึ่งผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60

พิชิต แก้วก่อง (2549) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสันหนองควาย จังหวัดเชียงราย ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนสามารถระบุสิ่งที่ปัญหากำหนดให้ สิ่งที่ปัญหาต้องการเขียนวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาอยู่ในระดับดีมาก ส่วนวิธีการตรวจคำตอบ นักเรียนพัฒนาอยู่ในระดับดี ในด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนสามารถพัฒนาในด้านการฟัง อ่าน เขียน อภิปรายอยู่ในระดับดี ส่วนการนำเสนออยู่ในระดับปานกลาง

พนารัตน์ แซ่มชื่น (2548) ได้ศึกษาค้นคว้าชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการ เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนอัญมณีศึกษา เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร จำนวน 45 คน ผลการศึกษพบว่า ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการ เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ร้อยละ 80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการ เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นัฐพร ตื้อจันตา (2551) ได้ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อหาคุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเพื่อสร้างคู่มือการใช้แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2551 โรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานจังหวัดเชียงใหม่และสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชนจังหวัดเชียงใหม่ กลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม จำนวน 400 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ใน

การวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่มจำนวน 540 คนและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสร้างเกณฑ์ปกติโดยวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอนจำนวน 1,000 คน ผลการวิจัยได้สร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์จำนวน 1 ฉบับ และหาคุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ทักษะ ผลการสร้างเกณฑ์ปกติของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ปรากฏว่า ทักษะที่ 1 ได้คะแนนมาตรฐานที่ปกติตั้งแต่ 2.8 ถึง 7.3 ทักษะที่ 2 ได้คะแนนมาตรฐานที่ปกติ ตั้งแต่ 2.8 ถึง 10.0 ทักษะที่ 3 มีช่วงคะแนนมาตรฐานที่ปกติตั้งแต่ 2.2 ถึง 8.0 อยู่ระหว่างคะแนนดิบที่ 9 ถึง 10 คะแนน ทักษะที่ 4 ได้คะแนนมาตรฐานที่ปกติตั้งแต่ 2.0 ถึง 8.2 และทักษะที่ 5 ได้คะแนนมาตรฐานที่ปกติตั้งแต่ 1.5 ถึง 8.5

คงรัฐ นวลแปง (2547) ได้ศึกษาเกี่ยวกับสร้างแบบประเมินโดยการใช้คำถามปลายเปิดเพื่อประเมินทักษะการสื่อสารและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดย เพื่อศึกษาลักษณะและวิธีการในการนำข้อมูลย้อนกลับที่ได้จากการตรวจงานแบบวิพากษ์ผลไปปรับปรุงการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ตลอดจนพัฒนาเกณฑ์การประเมินทักษะการสื่อสารและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ นักเรียนที่ใช้ในการศึกษาคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 ของโรงเรียนสา จังหวัดน่าน ปีการศึกษา 2546 จำนวน 39 คน เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องสถิติ 5 หน่วยการเรียนรู้และเรื่องลำดับและอนุกรม 4 หน่วยการเรียนรู้ พบว่า การตรวจงานแบบวิพากษ์ผลที่มีทั้งการวิพากษ์ผลแบบรายข้อและแบบภาพรวมทำให้นักเรียนมีการพัฒนาและปรับปรุงการเรียนคณิตศาสตร์ของตนเอง นักเรียนกระตือรือร้นที่จะแก้ไขการบ้านที่ทำผิดมาส่งใหม่

แก้วใจ พุทธิวงษ์ (2551) ได้ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนนับที่มีผลลัพธ์และตัวตั้งไม่เกิน 100 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของ ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์กับการเรียนแบบทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนระหว่างการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ กับการเรียนแบบทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อศึกษาความคงทนในการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ และเพื่อศึกษาความพึงพอใจในการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียน ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 โรงเรียนอนุบาลรัตนากาฬสินธุ์ อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 25 คน ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย โดยกำหนดให้กลุ่มทดลอง เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ จำนวน 25 คน กลุ่มควบคุม เรียนด้วยแผนการเรียนรู้อื่นที่เน้นทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์จำนวน 25 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

บทเรียนคอมพิวเตอร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการบวก และการลบจำนวนนับที่มีและตัวตั้งไม่เกิน 100 ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และแผนการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มควบคุม ที่ใช้วิธีการเรียนที่เน้นทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ปรากฏว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 89.80/88.20 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 80/80 และมีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.8091 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 80.91 นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ใช้การเรียนแบบทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความคงทนในการเรียนรู้หลัง 2 สัปดาห์คิดเป็นร้อยละ 90.25 คะแนนหลังเรียน และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์อยู่ในระดับมาก โดยสรุป บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นครั้งนี้มีประสิทธิภาพ และประสิทธิผลเหมาะสมนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น มีความคงทนในการเรียนรู้ และมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก จึงควรสนับสนุนให้ครูคณิตศาสตร์นำบทเรียนนี้ไปใช้จัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุผลตามจุดประสงค์ของรายวิชาต่อไป

นริศราภรณ์ ศรีพงษ์ชัย (2548) ได้ทำการศึกษาเพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 95 คน เครื่องมือที่ใช้คือแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ พบว่าแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ฉบับ มีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ 3.6-8.0 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 2.5-7.0 และค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ 7.92-8.82 ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในแต่ละแผนการเรียนมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนที่มีแผนการเรียนต่างกัน มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

## 2. งานวิจัยในต่างประเทศ

### 2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

Kuchler (1998) ได้ศึกษาผลของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในระดับมัธยมศึกษา (เกรด 6-12) วิชาคณิตศาสตร์ โดยศึกษาข้อมูลจากโรงเรียน 65 แห่ง ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า 1) การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ผลสัมฤทธิ์เพิ่มขึ้นเล็กน้อยแต่ผู้เรียนเกิดความคงทนในระดับปานกลาง 2) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นวิธีการสอนได้หลายครั้งโดยการเรียนแบบฝึกฝน ฝึกปฏิบัติเหมือนการทำแบบฝึกหัดเป็นการเสริมบทเรียน 3) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนใช้กับ



ผู้เรียนได้ทุกเพศ ทุกวัย และทุกระดับการศึกษา 4) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนใช้ในการสอนคณิตศาสตร์ในห้องเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้เป็นโปรแกรมเสริมบทเรียน โดยใช้ระบบอิงกลุ่ม

วอร์ด (Ward) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการฝึกทักษะ (Practice) โดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามปกติที่มีต่อการเรียนรู้คำศัพท์และทัศนคติที่มีต่อการอ่านของนักเรียนชั้นประถมศึกษาเกรด 4, 5 และ 6 ผลการศึกษา พบว่า กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนตามปกติจากการทดสอบคำศัพท์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การฝึกทักษะด้านศัพท์มีความสัมพันธ์กับความสามารถทางการอ่านอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนปัจจัยด้านเพศไม่มีผลต่อความสามารถในการฝึกทักษะ และพบว่านักเรียนที่เรียนจากการบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีทัศนคติทางบวกต่อการสอนอ่านมากกว่านักเรียนที่เรียนจากการสอนปกติ

## 2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

บาสกา (Balka, 1974) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยการสำรวจเกณฑ์ที่นำมาสร้างแบบทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญ 3 กลุ่ม ครูผู้สอนนักวิชาการคณิตศาสตร์และนักคณิตศาสตร์ แล้วคัดเลือกเกณฑ์ที่กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ มีความเห็นสอดคล้องกัน 80 % ขึ้นไป มาสร้างแบบทดสอบ ผลการสำรวจพบว่า เกณฑ์การใช้ในการวัดความคิดสร้างสรรค์ มีดังนี้

1. ความสามารถในการตั้งสมมติฐานทางคณิตศาสตร์ในลักษณะของเหตุผล และผลจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์
2. ความสามารถในการกำหนดรูปแบบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
3. ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงวิธีการคิด เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
4. ความสามารถในการประเมินปัญหา ตลอดจนคาดคะเนถึงผลที่เกิดขึ้น
5. ความสามารถในการค้นหาสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
6. ความสามารถในการแยกแยะปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นปัญหาย่อยที่เฉพาะเจาะจง

ในการวิจัยครั้งนี้เก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนเกรด 6 เกรด 7 และเกรด 8 จำนวน 500 คน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยการคิดแบบอนนัยและการคิดแบบเอกนัย และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์

ทางคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สถิติปัญญาและความคิดสร้างสรรค์  
ทั่วไป

ทัตเตอร์ (Tucker, 1975, 2620-A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง  
ความสามารถด้านการคิดแก้ปัญหา กับความสามารถในการอ่าน การคำนวณและทักษะในการให้  
ความหมายของรูปแบบที่เกี่ยวข้องกับปัญหา พบว่า ทักษะในการคำนวณและทักษะในการให้  
ความหมายของรูปแบบที่เกี่ยวข้องกับปัญหามีความสัมพันธ์กับความสามารถด้านการคิด  
แก้ปัญหาและรูปภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

มุสราสกี (Muraski, 1979, 4104-A) ได้ทำการศึกษาผลการสอนอ่านในทาง  
คณิตศาสตร์กับความสามารถในการแก้ปัญหา กับนักเรียนเกรด 6 พบว่า กลุ่มของนักเรียนที่ได้รับการ  
การสอนอ่านในทางคณิตศาสตร์จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่า กลุ่มที่ไม่ได้รับการสอน  
อ่านในทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

พบว่ามีการค้นคว้าของ Cai et al (1994, อ้างอิงในคงรัฐ นวลแบ่ง) ได้ทำการ  
วิจัยเพื่อเปรียบเทียบการใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบกับแบบทดสอบที่เป็นคำถามปลายเปิดใน  
การประเมินผลทักษะการสื่อสารและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยแบบทดสอบทั้งสองเป็น  
แบบทดสอบคู่ขนาน สร้างขึ้นเพื่อใช้วัดความเข้าใจของนักเรียนเรื่อง ตำแหน่งของทศนิยม  
ผลการวิจัยพบว่าแบบทดสอบที่เป็นคำถามปลายเปิดสามารถใช้ประเมินทักษะการให้เหตุผลและ  
การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้ผลที่ชัดเจนกว่าการใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบ นอกจากนี้ในการ  
วิจัยยังให้ข้อเสนอแนะว่า การให้คะแนนการตอบคำถามปลายเปิดของนักเรียนควรมีการสร้าง  
เกณฑ์สำหรับการประเมิน โดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบภาพรวม (Holistic Scoring Rubrics)

จากการศึกษางานวิจัยต่าง ๆ มีการใช้รูปแบบต่าง ๆ เช่น ชุดการสอน  
ชุดกิจกรรม ฯลฯ แต่ยังไม่มีการพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แก่นักเรียนโดยใช้  
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้ศึกษาค้นคว้าจึงต้องการศึกษาค้นคว้าการพัฒนานำบทเรียน  
คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปร  
เดียว มาพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพัฒนาความสามารถในทักษะกระบวนการทาง  
คณิตศาสตร์

## กรอบแนวคิดในการศึกษาค้นคว้า

