

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง “การพัฒนาบทเรียนทดลองแบบจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ เรื่อง การออกแบบวงจรคอมบินชัน วิชาวงจรพัลส์และดิจิทัล หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง 2546) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา” ผู้วิจัยได้ศึกษา ค้นคว้า ทฤษฎี แนวคิด หลักการ เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
  - 1.1 หลักการของหลักสูตร
  - 1.2 จุดมุ่งหมายของหลักสูตร
  - 1.3 หลักเกณฑ์การใช้หลักสูตร
2. หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง 2546) ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์
  - 2.1 จุดประสงค์ของหลักสูตร
  - 2.2 มาตรฐานวิชาชีพของหลักสูตร
  - 2.3 หลักสูตรรายวิชาวงจรพัลส์และดิจิทัล รหัส 2104-2207
3. บทเรียนทดลอง
  - 3.1 ความหมายของการสอนทดลอง
  - 3.2 วัตถุประสงค์ของการสอนทดลอง
  - 3.3 หลักการจัดการเรียนการสอนทดลอง
  - 3.4 หลักการสร้างใบงานการทดลอง
4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ (Computer Based Simulation)
  - 4.1 การจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์
  - 4.2 ประเภทของการจำลองสถานการณ์
  - 4.3 ความเหมาะสมในการนำสถานการณ์จำลองมาใช้ในทางการศึกษา
  - 4.4 ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสถานการณ์จำลอง
5. โปรแกรม Electronic Workbench Multisim 11.0

6. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลอง
  - 6.1 ความหมายของสถานการณ์จำลอง
  - 6.2 จุดมุ่งหมายในการใช้สถานการณ์จำลอง
  - 6.3 องค์ประกอบของสถานการณ์จำลอง
  - 6.4 ขั้นตอนการสร้างสถานการณ์จำลอง
  - 6.5 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมโดยใช้สถานการณ์จำลอง
  - 6.6 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์

จำลอง

- 6.7 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลอง
7. การจัดการเรียนรู้แบบปกติ
  - 7.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
  - 7.2 วิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
  - 7.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
  - 7.4 เปรียบเทียบการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองกับการเรียนรู้แบบปกติ
8. การทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนทดลอง
  - 8.1 ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพ
  - 8.2 วิธีการทดสอบประสิทธิภาพ
  - 8.3 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ
  - 8.4 ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ
9. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 9.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 9.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 9.3 ความรู้
  - 9.4 ทักษะปฏิบัติ
10. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  - 10.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลอง
  - 10.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้และทักษะปฏิบัติ

## 1. หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

### 1.1 หลักการของหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545

1. เป็นหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพหลังมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อพัฒนากำลังคนระดับฝีมือให้มีความชำนาญเฉพาะด้าน มีคุณธรรม มีบุคลิกภาพ และเจตคติที่เหมาะสมสามารถประกอบอาชีพได้ตรงตามความต้องการของตลาดแรงงาน และการประกอบอาชีพอิสระสอดคล้องกับสภาวะเศรษฐกิจและสังคม ทั้งในระดับท้องถิ่นและระดับชาติ

2. เป็นหลักสูตรที่เปิดโอกาสให้เลือกเรียนได้อย่างกว้างขวาง เพื่อเน้นความชำนาญเฉพาะด้านด้วยการปฏิบัติจริง สามารถเลือกวิธีการเรียนตามศักยภาพและโอกาสของผู้เรียน ถ่ายโอนผลการเรียน สะสมผลการเรียน เทียบความรู้และประสบการณ์จากแหล่งวิทยาการ สถานประกอบการ และสถานประกอบอาชีพอิสระได้

3. เป็นหลักสูตรที่สนับสนุนการประสานความร่วมมือในการจัดการศึกษาร่วมกันระหว่างหน่วยงานและองค์กรที่เกี่ยวข้อง ทั้งภาครัฐและเอกชน

4. เป็นหลักสูตรที่เปิดโอกาสให้สถานศึกษา ชุมชน และท้องถิ่นมีส่วนร่วมในการพัฒนาหลักสูตรให้ตรงตามความต้องการและสอดคล้องกับสภาพของชุมชนและท้องถิ่น

### 1.2 จุดมุ่งหมายของหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545

1. เพื่อให้มีความรู้ ทักษะและประสบการณ์ในงานอาชีพตรงตามมาตรฐานวิชาชีพนำไปปฏิบัติงานอาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพสามารถเลือกวิถีการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพได้อย่างเหมาะสมกับตน สร้างสรรค์ความเจริญต่อชุมชน ท้องถิ่นและประเทศชาติ

2. เพื่อให้เป็นผู้มีปัญญา มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ใฝ่เรียนรู้เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตและการประกอบอาชีพ สามารถสร้างอาชีพ มีทักษะในการจัดการและพัฒนาอาชีพให้ก้าวหน้าอยู่เสมอ

3. เพื่อให้มีเจตคติที่ดีต่ออาชีพ มีความมั่นใจและภาคภูมิใจในวิชาชีพที่เรียน รักงาน รักหน่วยงาน สามารถทำงานเป็นหมู่คณะได้ดีโดยมีความเคารพในสิทธิและหน้าที่ของตนเองและผู้อื่น

4. เพื่อให้เป็นผู้มีพฤติกรรมทางสังคมที่ดีงาม ทั้งในการทำงาน การอยู่ร่วมกันมีความรับผิดชอบต่อครอบครัว หน่วยงาน ท้องถิ่น และประเทศชาติ อุทิศตนเพื่อสังคม เข้าใจและเห็นคุณค่าของศิลปวัฒนธรรม ภูมิปัญญาท้องถิ่น รู้จักใช้และอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสร้างสิ่งแวดล้อมที่ดี

5. เพื่อให้มีบุคลิกภาพที่ดี มีมนุษยสัมพันธ์ มีคุณธรรม จริยธรรม และวินัยในตนเอง มีสุขภาพอนามัยที่สมบูรณ์ทั้งร่างกายและจิตใจ เหมาะสมกับงานอาชีพนั้น ๆ

6. เพื่อให้ตระหนักและมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาเศรษฐกิจ สังคม การเมืองของประเทศและโลกปัจจุบัน มีความรักชาติ สำนึกในความเป็นไทย เสียสละเพื่อส่วนรวม ดำรงรักษาไว้ซึ่งความมั่นคงของชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ และการปกครองระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์เป็นพระประมุข

### 1.3 หลักเกณฑ์การใช้หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545

#### 1. การเรียนการสอน

1.1 การเรียนการสอนตามหลักสูตรนี้ ผู้เรียนสามารถลงทะเลียนได้ทุกวิธีเรียนที่กำหนด และนำผลการเรียนแต่ละวิธีมาประเมินผลร่วมกันได้ สามารถโอนผลการเรียน และเทียบความรู้และประสบการณ์ได้

1.2 การจัดการเรียนการสอนเน้นการปฏิบัติจริง โดยสามารถนำรายวิชาไปจัดฝึกในสถานประกอบการ ไม่น้อยกว่า 1 ภาคเรียน

#### 2. เวลาเรียน

2.1 ในปีการศึกษาหนึ่งๆ ให้แบ่งภาคเรียนออกเป็น 2 ภาคเรียน ภาคเรียนละ 18 สัปดาห์ โดยมีเวลาเรียนและจำนวนหน่วยกิตตามที่กำหนดและสถานศึกษาอาจเปิดสอนภาคฤดูร้อนได้อีกตามที่เห็นสมควร ประมาณ 5 สัปดาห์

2.2 การเรียนในระบบชั้นเรียน ให้สถานศึกษาเปิดทำการสอนไม่น้อยกว่าสัปดาห์ละ 5 วัน คาบละ 60 นาที (1 ชั่วโมง)

#### 3. หน่วยกิต

ให้มีจำนวนหน่วยกิตตลอดหลักสูตรไม่น้อยกว่า 102 หน่วยกิต การคิดหน่วยกิตถือเกณฑ์ดังนี้

3.1 รายวิชาภาคทฤษฎี 1 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ตลอดภาคเรียนไม่น้อยกว่า 20 ชั่วโมง มีค่า 1 หน่วยกิต

3.2 รายวิชาที่ประกอบด้วยภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติให้บูรณาการ การเรียนการสอน กำหนด 2-3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ตลอดภาคเรียนไม่น้อยกว่า 40 - 60 ชั่วโมงมีค่า 1 หน่วยกิต

3.3 รายวิชาที่นำไปฝึกงานในสถานประกอบการ กำหนดเวลาในการฝึกปฏิบัติงานไม่น้อยกว่า 40 ชั่วโมง มีค่า 1 หน่วยกิต

3.4 การฝึกอาชีพในระบบทวิภาคี ใช้เวลาฝึกไม่น้อยกว่า 40 ชั่วโมงมีค่า 1 หน่วยกิต

3.5 การทำโครงการ ให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

#### 4. โครงสร้าง

โครงสร้างของหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง 2546) แบ่งเป็น 3 หมวดวิชา ฝึกงาน และกิจกรรมเสริมหลักสูตรดังนี้

##### 4.1 หมวดวิชาสามัญ แบ่งเป็น

4.1.1 วิชาสามัญทั่วไป เป็นวิชาที่เป็นพื้นฐานในการดำรงชีวิต

4.1.2 วิชาสามัญพื้นฐานวิชาชีพ เป็นวิชาที่เป็นพื้นฐานสัมพันธ์กับวิชาชีพ

##### 4.2 หมวดวิชาชีพ แบ่งเป็น

4.2.1 วิชาชีพพื้นฐาน เป็นกลุ่มวิชาชีพสัมพันธ์ที่เป็นพื้นฐานที่จำเป็นในประเภทวิชานั้นๆ

4.2.2 วิชาชีพสาขาวิชา เป็นกลุ่มวิชาชีพหลักในสาขาวิชานั้นๆ

4.2.3 วิชาชีพสาขางาน เป็นกลุ่มวิชาชีพที่มุ่งให้ผู้เรียนมีความรู้และทักษะ

เฉพาะด้านในงานอาชีพตามความถนัดและความสนใจ

##### 4.2.4 โครงการ

##### 4.3 หมวดวิชาเลือกเสรี

##### 4.4 ฝึกงาน

##### 4.5 กิจกรรมเสริมหลักสูตร

จำนวนหน่วยกิต ของแต่ละหมวดวิชาตลอดหลักสูตร ให้เป็นไปตามกำหนดไว้ในโครงสร้างของแต่ละประเภทวิชาและสาขาวิชา ส่วนรายวิชาแต่ละหมวดวิชา สถานศึกษาสามารถจัดตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตรหรือจัดตามความเหมาะสมของสภาพท้องถิ่น ทั้งนี้ สถานศึกษาต้องกำหนดรหัสวิชา จำนวนคาบเรียน และจำนวนหน่วยกิต ตามระเบียบที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

#### 5. โครงการ

5.1 สถานศึกษาต้องจัดให้ผู้เรียนจัดทำโครงการในภาคเรียนที่ 6 ไม่น้อยกว่า 160 ชั่วโมง กำหนดให้มีค่า 4 หน่วยกิต

5.2 การตัดสินผลการเรียนและให้ระดับผลการเรียน ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับรายวิชาอื่น ๆ

#### 6. ฝึกงาน

6.1 ให้สถานศึกษานำรายวิชาชีพในหมวดวิชาชีพไปจัดฝึกในสถานประกอบการอย่างน้อย 1 ภาคเรียน

6.2 การตัดสินผลการเรียนและให้ระดับผลการเรียน ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับรายวิชาอื่น ๆ

## 7. การเข้าเรียน

พื้นความรู้และคุณสมบัติของผู้เรียน ให้เป็นไปตามระเบียบกระทรวงศึกษาธิการว่าด้วยการจัดการศึกษาตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 และ 2546

## 8. การประเมินผลการเรียน

ให้เป็นไปตามระเบียบกระทรวงศึกษาธิการ ว่าด้วยการประเมินผลการเรียนตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 และ 2546

## 9. กิจกรรมเสริมหลักสูตร

สถานศึกษาต้องจัดให้มีกิจกรรมเพื่อปลูกฝังคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม ระเบียบวินัยของตนเอง และส่งเสริมการทำงาน ใช้กระบวนการกลุ่มในการทำประโยชน์ต่อชุมชน ทนุบำรุงขนบธรรมเนียมประเพณีอันดีงามโดยการวางแผน ลงมือปฏิบัติ ประเมินผลและปรับปรุงการทำงาน

## 10. การสำเร็จการศึกษาตามหลักสูตร

10.1 ประเมินผ่านรายวิชาในหมวดวิชาสามัญ หมวดวิชาชีพ และหมวดวิชาเลือกเสรีตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร แต่ละประเภทวิชาและสาขาวิชา

10.2 ได้จำนวนหน่วยกิตสะสมครบตามโครงสร้างของหลักสูตรแต่ละประเภทวิชาและสาขาวิชา

10.3 ได้ระดับค่าคะแนนเฉลี่ยสะสมไม่ต่ำกว่า 2.00

10.4 เข้าร่วมกิจกรรมและผ่านการประเมินทุกภาคเรียน

10.5 ประเมินผ่านมาตรฐานวิชาชีพสาขาวิชา

## 11. การแก้ไขและเปลี่ยนแปลงหลักสูตร

11.1 ให้อธิบดีกรมอาชีวศึกษาเป็นผู้มีอำนาจในการเพิ่มเติม ปรับปรุง หรือยกเลิกประเภทวิชา สาขาวิชา สาขางาน และโครงสร้างหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545

11.2 ให้ผู้บริหารสถานศึกษาเป็นผู้มีอำนาจเพิ่มเติม แก้ไข เปลี่ยนแปลงรายวิชาต่างๆ ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 โดยต้องรายงานให้ต้นสังกัดทราบ

## 2. หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง2546)

### ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์

#### 2.1 จุดประสงค์

1. เพื่อให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับภาษา สังคม วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ สุขศึกษา พลานามัย นำมาใช้ในการพัฒนาตนเองและวิชาชีพให้มีความเจริญก้าวหน้า
2. เพื่อให้มีความเข้าใจหลักการในงานอาชีพสัมพันธ์ที่เกี่ยวกับการพัฒนาวิชาชีพ ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ให้ทันต่อเทคโนโลยีและมีความเจริญก้าวหน้าในอาชีพ
3. เพื่อให้มีความเข้าใจหลักการและกระบวนการทำงานในกลุ่มงานพื้นฐาน อุตสาหกรรม การเขียนแบบเทคนิค การเลือกใช้วัสดุ งานปรับและใช้เครื่องมือกล
4. เพื่อให้มีเจตคติที่ดีต่องานอาชีพมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซื่อสัตย์สุจริต มีระเบียบ วินัย เป็นผู้มีควมรับผิดชอบต่อสังคม
5. เพื่อให้สามารถเขียนแบบ อ่านแบบ ประมวลการวัสดุ งานสร้างเครื่องอิเล็กทรอนิกส์ การประกอบทดลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์
6. เพื่อให้สามารถตรวจสอบหาข้อบกพร่อง ซ่อม บำรุงรักษาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ด้วยเครื่องมือทดสอบทางไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ ระบบเสียง ระบบภาพ คอมพิวเตอร์ ระบบสื่อสาร โทรคมนาคม และอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม
7. เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานช่างอิเล็กทรอนิกส์ในสถานประกอบการ และประกอบ อาชีพอิสระ ใช้ความรู้และทักษะพื้นฐานในการศึกษาต่อในระดับสูงขึ้นได้

#### 2.2 มาตรฐานวิชาชีพ

1. สื่อสาร แสวงหาความรู้เสริมสร้างความสัมพันธ์ระหว่างภาษากับเทคนิคในงานอาชีพ
2. ใช้หลักธรรมทางศาสนา วัฒนธรรม ค่านิยม คุณธรรมจริยธรรมทางสังคม ตลอดจน การสร้างเสริมสุขภาพพลานามัยและการป้องกันโรคกับตนเองและครอบครัว
3. แก้ปัญหาโดยใช้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการแก้ปัญหา
4. ดำเนินงานจัดการธุรกิจขนาดย่อม บริหารงานคุณภาพ เพิ่มผลผลิตขององค์กร สิ่งแวดล้อม อาชีวอนามัย และความปลอดภัยในองค์กรและชุมชน
5. ใช้คอมพิวเตอร์และสารสนเทศเพื่องานอาชีพ
6. อ่านแบบ เขียนแบบเทคนิคและเลือกใช้วัสดุอุตสาหกรรม
7. ประกอบ ทดสอบวงจรและอุปกรณ์ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น
8. เชื่อมโลหะและประกอบชิ้นรูปผลิตภัณฑ์โลหะแผ่นเบื้องต้น

9. ถอด ตรวจสอบและประกอบชิ้นส่วนเครื่องยนต์
10. ปรับ แปรรูปและขึ้นรูปงานด้วยเครื่องมือกล
11. เขียนแบบ อ่านแบบ ในงานระบบเสียง ระบบภาพ และงานสื่อสารโทรคมนาคม
12. ติดตั้งและทดสอบการทำงานของอุปกรณ์และวงจรในงานระบบเสียง ระบบภาพ และงานสื่อสารโทรคมนาคม
13. ซ่อมบำรุงรักษาระบบเสียง ระบบภาพ และงานสื่อสารโทรคมนาคม
14. ซ่อมบำรุงรักษาเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์
15. ซ่อมบำรุงรักษาอุปกรณ์ในงานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม

### 2.3 หลักสูตรรายวิชาวงจรพัลส์และดิจิตอล รหัส 2104-2207

วิชาวงจรพัลส์และดิจิตอล รหัส 2104-2207 เป็นรายวิชาในหมวดวิชาชีพ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง 2546) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จำนวน 3 หน่วยกิต ใช้เวลาเรียน 6 ชั่วโมง/สัปดาห์

#### จุดประสงค์รายวิชา

1. เพื่อให้มีความเข้าใจพื้นฐานของรูปสัญญาณแบบต่างๆ และการแปลงรูปสัญญาณไฟฟ้า
2. เพื่อให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับวงจรพัลส์และการทำงานของระบบวงจรดิจิตอลเบื้องต้น
3. เพื่อให้มีทักษะในการประกอบวงจรพัลส์สวิตซ์ และวงจรดิจิตอลแบบต่าง ๆ
4. เพื่อให้มีทักษะในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในวงจรพัลส์และดิจิตอล
5. เพื่อให้มีกิจนิสัยในการค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมและปฏิบัติงานด้วยความละเอียดรอบคอบ และปลอดภัย

#### มาตรฐานรายวิชา

1. เข้าใจหลักการวิเคราะห์ห้วงจรพัลส์และดิจิตอล
2. วัดและทดสอบวงจรแปลงรูปสัญญาณไฟฟ้า
3. วัดและทดสอบวงจรทรานซิสเตอร์สวิตซ์และวงจรถ่ายสัญญาณพัลส์
4. วัดและทดสอบวงจรดิจิตอลคอมบินเนชัน
5. วัดและทดสอบวงจรดิจิตอลซีแควนเชียล



### คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับรูปร่างสัญญาณไฟฟ้า ค่าพารามิเตอร์ วงจรแปลงรูปสัญญาณ ดิฟเฟอเรนเชียลอินทิเกรเตอร์ อินทิเกรเตอร์ คลิปเปอร์ แคลมเปอร์ ทรานซิสเตอร์สวิตช์ ซิมิตต์ทริกเกอร์ มัลติไวเบรเตอร์ ฟลิปฟลอปแบบต่างๆ การกำเนิดสัญญาณ เกิดต่างๆ หน่วยความจำ ระบบตัวเลข การลดรูปคณิตศาสตร์ทางลอจิก การเข้ารหัส การถอดรหัส การนับ การแสดงผล ไออะแกรมต่างๆ ประกอบและทดสอบวงจรต่างๆ ในงานพัลส์และดิจิตอล เช่น วงจร Matrix 3 Channel วงจรแปลงรูปสัญญาณ Square/RAM วงจรแคลมเปอร์ ทรานซิสเตอร์สวิตช์ มัลติไวเบรเตอร์ ไทม์เมอร์ วงจรนับ วงจรกำเนิดสัญญาณ

#### 2.3.1 หน่วยการเรียนรู้ วิชาวงจรพัลส์และดิจิตอล แบ่งออกเป็น 11 หน่วยดังนี้

ตาราง 1 การวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
1	รูปร่างสัญญาณไฟฟ้าแบบต่างๆ และค่าพารามิเตอร์	6
2	วงจรอินทิเกรเตอร์และวงจรมัลติไวเบรเตอร์	12
3	วงจรคลิปเปอร์และวงจรมัลติไวเบรเตอร์	6
4	วงจรทรานซิสเตอร์สวิตช์	6
5	วงจรมัลติไวเบรเตอร์และวงจรมัลติไวเบรเตอร์	6
6	วงจรมัลติไวเบรเตอร์	6
7	ระบบเลขฐานและรหัส	6
8	อิเล็กทรอนิกส์ลอจิกเกต	6
9	คณิตศาสตร์ลอจิกและการลดรูป	12
10	วงจรมัลติไวเบรเตอร์	24
11	วงจรมัลติไวเบรเตอร์	18
<b>ชั่วโมงรวม</b>		<b>108</b>

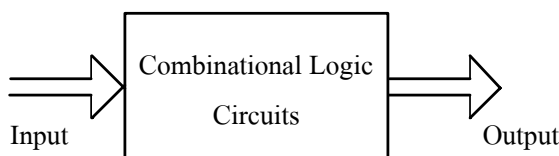
## 2.4 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

### 1. การออกแบบวงจรคอมบิเนชัน (Combination Circuit Design)

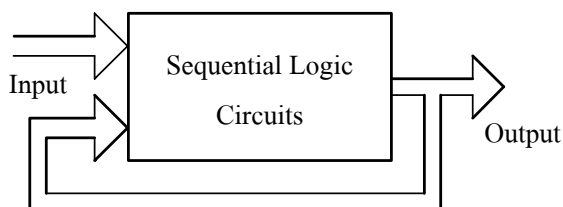
วงจรดิจิทัลสามารถแบ่งออกตามลักษณะการทำงานได้ 2 แบบ คือ

1.1 วงจรคอมบิเนชัน (Combination Logic Circuit) เป็นวงจรที่นำเอาอุปกรณ์ลอจิกหลายตัวมาต่อเข้าด้วยกัน และจะต้องไม่มีส่วนของการป้อนกลับสัญญาณจากเอาต์พุตมาสู่อินพุต เป็นผลให้การทำงานของวงจรประเภทนี้มีเอาต์พุตขึ้นอยู่กัอินพุตที่ป้อนเข้ามาเท่านั้น

1.2 วงจรซีควนเชียล (Sequential Logic Circuit) เป็นวงจรที่นำเอาสัญญาณเอาต์พุตป้อนกลับมาเป็นอินพุตของวงจร เพื่อจะได้มีสถานะที่สัมพันธ์ต่อกัน จึงทำให้การทำงานของวงจรประเภทนี้มีเอาต์พุตที่ขึ้นอยู่กัอินพุตที่ป้อนเข้ามาและเอาต์พุตก่อนหน้าด้วย



(ก) วงจรคอมบิเนชัน

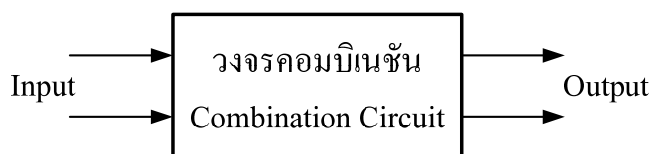


(ข) วงจรซีควนเชียล

ภาพประกอบ 2 แผนภาพของวงจรดิจิทัล

### 2. คุณลักษณะของวงจรคอมบิเนชัน

วงจรคอมบิเนชัน (Combination Circuit) หมายถึงวงจรที่มีสถานะเอาต์พุต (Output) ขึ้นอยู่กัการป้อนอินพุต (Input) ในขณะนั้นเพียงอย่างเดียว โดยไม่ขึ้นกัสถานะของอินพุตก่อนหน้านั้น ไม่มีหน่วยความจำ และไม่มีการนำผลของเอาต์พุตป้อนกลับไปเป็นอินพุตอีกครั้ งสรุปคือสัญญาณอินพุตที่เข้ามาจะผ่านวงจรลอจิกแล้วให้ผลออกทางเอาต์พุต โดยไม่นำเอาผลของเอาต์พุตกลับมาพิจารณาอีก

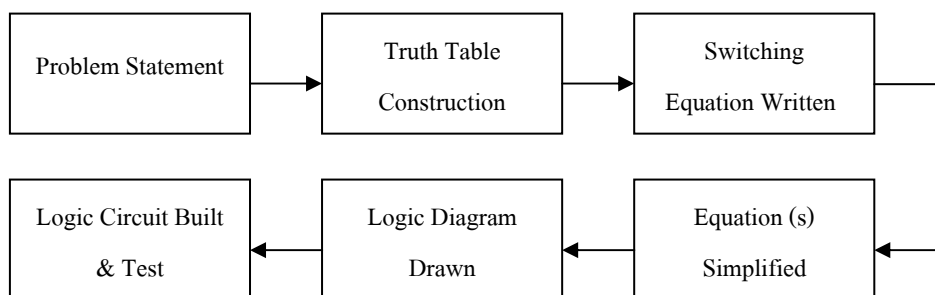


ภาพประกอบ 3 แผนภาพวงจรคอมบิเนชัน

### 3. ขั้นตอนการออกแบบวงจรคอมบิเนชัน

- 3.1 วิเคราะห์สิ่งที่ต้องการหรือโจทย์ปัญหา (Problem analysis) รายละเอียดของวงจรที่ต้องการ ประกอบด้วย อินพุต เอาต์พุต และฟังก์ชันการทำงานของวงจร
- 3.2 นำรายละเอียดการทำงานของวงจรมาเขียนเป็น ตารางความจริง (Truth table)
- 3.3 เขียนสมการลอจิก (Logic equations written) จากฟังก์ชันของเอาต์พุต ในรูปของ Sum of product (SOP) หรือ Product of sum (POS)
- 3.4 ลดทอนฟังก์ชัน ในรูปของพีชคณิตบูลีน หรือ ตาราง K-Map
- 3.5 เขียนวงจรลอจิก จากฟังก์ชันที่ได้เพื่อนำไปประกอบวงจรและทดสอบว่าสามารถทำงานได้ตามที่กำหนดหรือไม่
- 3.6 สร้างและทดสอบวงจร (Logic circuit built & Test)

สรุปขั้นตอนของการออกแบบวงจรคอมบิเนชันแสดงได้ดังภาพประกอบ



ภาพประกอบ 4 แสดงขั้นตอนการออกแบบวงจรคอมบิเนชัน

4. การออกแบบวงจรคอมบินชัน ที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 8 หน่วยย่อยดังนี้  
ตาราง 2 แสดงหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การออกแบบวงจรคอมบินชัน วิชาวงจรพัลส์และดิจิทัล

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
1	วงจรคอมบินชัน	3
2	วงจรวกเลขฐานสอง	3
3	วงจรถเลขฐานสอง	3
4	วงจรเปรียบเทียบเลขฐานสอง	3
5	วงจรเข้ารหัสเลขฐานสอง	3
6	วงจรถอดรหัสเลขฐานสอง	3
7	วงจรถอดข้อมูลเลขฐานสอง	3
8	วงจรถ่ายข้อมูลเลขฐานสอง	3

### 3. บทเรียนทดลอง

บทเรียนทดลองเป็นสื่อกลางสำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และสามารถเข้าใจเนื้อหาได้เร็วด้วยวิธีที่ง่าย ที่ผู้เรียนสามารถโต้ตอบมีปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์และบทเรียน ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามความสนใจและความสามารถของตนเอง สามารถเรียนรู้ได้ตลอดเวลา และสามารถรับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้อย่างรวดเร็วสามารถออกแบบบทเรียนเพื่อเสนอเนื้อหาใหม่หรือใช้เพื่อทบทวนหรือสอนเสริมในสิ่งที่ผู้เรียนเรียนหรือทดลองไปแล้วโดยเน้นรูปแบบการสร้างสถานการณ์ การจำลองสถานการณ์จริง ลำดับขั้นเหตุการณ์ต่างๆ และเนื้อหาอื่นๆ ที่มีลำดับการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง เป็นสิ่งที่เข้าใจยากไม่สามารถมองเห็นได้ ต้องอาศัยการจินตนาการเข้าช่วย ชับซ้อน อันตรายที่จะไปศึกษาในเหตุการณ์จริง หรืออาจสิ้นเปลืองมากที่ต้องใช้ของจริงซ้ำได้ (มนต์ชัย เทียนทอง, 2545ก : 131)

#### 3.1 ความหมายของการสอนทดลอง

ชูศักดิ์ เปลี้นภู (2551ข : 10) ได้ให้ความหมายของการสอนทดลอง (Laboratory instruction) ไว้ว่า การทดลองคือ การให้ผู้เรียนได้มีโอกาสสัมผัส และได้รับประสบการณ์ตรงเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ และวัสดุด้วยการลงมือปฏิบัติ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดการพัฒนาความรู้ ทักษะ ความสามารถ และประสบการณ์ในห้องทดลองนั้น เป็นการนำเอาความจริงต่างๆ มาประสานกันเข้าเป็นทฤษฎีในสถานการณ์ต่างๆ ช่วยสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียนตลอดจนช่วยให้รู้จักทำงานอย่างมีเหตุผลและวิจารณญาณ

ณรงค์ศักดิ์ แสงเงิน (2545 : 7) การทดลองเป็นการปฏิบัติอย่างหนึ่งที่มุ่งให้ผู้เรียนรู้หลักการและข้อเท็จจริงที่คนอื่นได้ค้นพบไว้แล้ว เป็นการทบทวนและพิสูจน์ว่าเป็นจริงตามทฤษฎีที่ตั้งขึ้นไม่ว่าการทดลองนั้นจะเกิดเมื่อไร เวลาใดก็ตาม ข้อเท็จจริงนั้นก็ไม่เปลี่ยนแปลง

ชัชวาล มุลศรี (2540 : 8) ได้ให้ความหมายของการสอนทดลองไว้ว่า การสอนทดลอง (Laboratory instruction) คือ กระบวนการที่ผู้สอนจัดกิจกรรมหรือสร้างสถานการณ์ เพื่อให้ผู้เรียนได้รู้จักสังเกต สามารถพิสูจน์กฎเกณฑ์ข้อเท็จจริงจากทฤษฎีที่มีการค้นพบมาแล้ว รวมทั้งสามารถประยุกต์หลักการที่ใช้ในห้องทดลอง แก้ปัญหากับงานจริงในภาคสนามได้ โดยใช้วิธีการสอบสวนค้นคว้าและปฏิบัติการทดลองเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ เกิดประสบการณ์ตรงจากปฏิบัติการทดลอง

บุญชม ศรีสะอาด (2537 : 68) ได้ให้ความหมายการสอนทดลองคือการสอนที่ให้ผู้กระทำการกิจกรรมการเรียนรู้ภายใต้คำแนะนำช่วยเหลืออย่างใกล้ชิด โดยการทำการทดลองปฏิบัติโดยผ่านการสังเกตการณ์ทดลองสภาพที่ควบคุมไว้

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531 : 245-256) ได้ให้ความหมายของการสอนทดลองไว้ว่า เป็นการสำรวจค้นหาสิ่งที่เราไม่รู้มาก่อนด้วยการใช้ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ที่สุด การสำรวจค้นหาข้อมูลนั้นอาจจะเป็นการสำรวจหามโนคติของสิ่งต่างๆ หลักการ กฎ สูตร ทฤษฎี วิธีการค้นหานั้นอาจมีการทดลองแบบแบ่งกลุ่มควบคุมเปรียบเทียบ หรืออาจไม่มีกลุ่มควบคุมเปรียบเทียบก็ได้ แต่การทดลองทุกประเภทจะประกอบด้วยกิจกรรม 2 ขั้นตอน คือ กิจกรรมขั้นการออกแบบวงจรกับกิจกรรมขั้นปฏิบัติทดลอง

สรุปการสอนทดลอง เป็นวิธีการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้ข้อเท็จจริงด้วยการกระทำ เป็นประสบการณ์ตรง เป็นการนำรูปธรรมมาอธิบาย และนักเรียนสามารถค้นหาข้อสรุปจากการทดลองนั้นด้วยตนเอง

### 3.2 วัตถุประสงค์ของการสอนทดลอง

จากความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีที่มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว จึงได้มีนักการศึกษาได้พยายามคิดวิธีการสอน และนำเครื่องมือช่วยสอนประเภทต่างๆ มาใช้ประกอบการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ และพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถในเรื่องความรู้ ความเข้าใจ การแก้ปัญหา การจำแนกความแตกต่างและการสรุปผลลัพธ์ได้เป็นอย่างดี และได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

ชูศักดิ์ เปลี่ยนภู (2551ข : 187) ได้อธิบายถึงจุดประสงค์ของการสอนทดลอง ดังนี้

1. พัฒนาความสามารถทางทฤษฎี (Cognitive abilities) หมายถึงการพัฒนาความสามารถทางสมองที่เกิดจากการนำเอาเนื้อหาวิชาในศาสตร์ ตั้งแต่ข้อเท็จจริง (Factual information) ความคิดรวบยอด (Concept) หลักการ (Principle) ตลอดจนทฤษฎีต่างๆ ในศาสตร์เข้ามาในการปรับและคิดตั้ง เครื่องมืออุปกรณ์ในขณะทดลอง ปฏิสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ของสมองกับกิจกรรมการทดลอง ทำให้เกิดความคิดหลายรูปแบบ เช่น ความคิดริเริ่ม (Initiative) ความคิดสร้างสรรค์ (Creative) ความคิดไตร่ตรอง (Reflexive) และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical thinking) เกิดการระลึกและการทบทวนถึงสิ่งต่างๆ ซึ่งเกี่ยวข้องกับผลลัพธ์ของการทดลองประสบการณ์เหล่านี้มีผลต่อความเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น จำเนื้อเรื่องได้นาน เกิดความสามารถในการประยุกต์ใช้งาน และความสามารถในการแก้ปัญหาได้ ปฏิบัติต่างๆที่เกิดขึ้น เป็นการพัฒนาความสามารถทางสมองจากการปฏิบัติการในห้องทดลองที่ค่อยๆ สังเกตที่ละน้อยจนในที่สุดจะเป็นความสามารถในระดับการนำความรู้ไปใช้ (Re-productive) และการประยุกต์ความรู้ (Productive) ได้ง่าย พฤติกรรมความสามารถทางทฤษฎีที่ได้จากการทดลองมีดังนี้

1.1 ขยายความรู้ที่ได้รับจากการเรียนในชั้นเรียน ความรู้ในเรื่องกฎ สูตร และการทำงานของเครื่องมือ อุปกรณ์

1.2 เห็นความแตกต่างระหว่างทฤษฎีกับปฏิบัติ (Theory Verification)

1.3 พัฒนาความสามารถในการพยากรณ์ผลลัพธ์

1.4 พัฒนาความสามารถในการประยุกต์หลักการต่าง ๆ

1.5 พัฒนาความสามารถในการอ้างอิง (Inferential)

1.6 พัฒนาความสามารถในการสรุปรวม (Generalization)

2. พัฒนาความสามารถเฉพาะตัวทางช่าง หมายถึง ความสามารถที่สะสมในตัวบุคคล อันเกิดจากประสบการณ์ที่ได้รับจากการเรียนภาคทฤษฎี ภาคปฏิบัติและภาคประยุกต์ ความสามารถเหล่านี้ได้แก่ ความคล่องตัวในการปฏิบัติงานต่างๆ ความสามารถในการใช้กลวิธีทางความคิด (Cognitive strategy) ในการวิเคราะห์แก้ปัญหาความสามารถในการระลึกถึง และประมวลเรื่องราวต่างๆ เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจ ตลอดจนการมีไหวพริบและปฏิภาณในการทำงาน ความสามารถดังกล่าวประกอบด้วย

2.1 ความสามารถในการวัดและการสังเกตปรากฏการณ์

2.2 ความสามารถในการสรุปผลจากการสังเกต การวัด และจากการทดลองได้อย่างถูกต้อง

2.3 ความสามารถในการสร้างระบบการแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง และพัฒนาความมั่นใจในการแก้ปัญหา

2.4 พัฒนาความสามารถในการจัดระบบการเก็บและบันทึกข้อมูลที่เหมาะสม

2.5 พัฒนาทักษะปฏิบัติ เช่น การติดตั้งและดำเนินงานเกี่ยวกับเครื่องมือ เครื่องจักร

2.6 ความสามารถในการพัฒนาระบบวิธีการทดสอบ วิธีการวางแผน รวมทั้งพัฒนาความสามารถในการปรับ หรือแก้ไขแผนการทดลองให้เหมาะสมกับสถานการณ์

2.7 ความสามารถในการประมวลขนาดหรือปริมาณต่างๆ โดยไม่ต้องใช้เครื่องมือ

2.8 วัด (Judging Magnitude without Actual Measurements)

2.9 สร้างพลังอำนาจในการตัดสินใจ

3. ให้ประสบการณ์เกี่ยวกับเครื่องมือและงานอุตสาหกรรม หมายถึงความรอบรู้

ในลักษณะรูปร่าง ประเภทการทำงาน คุณสมบัติ ขีดจำกัด ตลอดจนขั้นตอนวิธีการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ วัสดุ หรือรอบรู้เกี่ยวกับระเบียบวิธีการปฏิบัติงานของโลกอุตสาหกรรม ความสามารถต่างๆ เหล่านี้สามารถพัฒนาได้จากการปฏิบัติงานในห้องทดลอง พฤติกรรมดังกล่าวประกอบด้วย

3.1 สร้างความคุ้นเคยเกี่ยวกับเครื่องมือวัด วัสดุ และเทคนิคการปฏิบัติงานวิชาชีพ

3.2 สร้างความเข้าใจในข้อจำกัดของเครื่องมือและวัสดุรวมทั้งพัฒนาความสามารถในการตัดแปลงแก้ไข การใช้อุปกรณ์เครื่องมือในสถานการณ์อื่น ได้อย่างปลอดภัย

3.3 พัฒนาความสามารถในการเลือกเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ และวิธีการทดลองที่เหมาะสม

3.4 พัฒนาความสามารถในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ ในการค้นหาแหล่งผิดพลาดที่เกิดขึ้น และสามารถจำกัดข้อผิดพลาดเหล่านั้นได้

3.5 สร้างความตระหนักในมาตรการของความปลอดภัยในการทำงาน มีเทคนิควิธีในการสังเกต ตลอดจนวิธีการแก้ไขให้ผู้ปฏิบัติ อุปกรณ์ เครื่องมือ และสิ่งแวดล้อมเกิดความปลอดภัย

4. พัฒนาความสามารถทางสังคม หมายถึงความสามารถในการปรับตัวเองให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ความสามารถในการติดต่อสื่อสาร การสร้างความเข้าใจอันดีให้กับตัวเองและผู้อื่น ตลอดจนการสร้างมนุษยสัมพันธ์ที่ดี ความสามารถเหล่านี้เป็นผลลัพธ์โดยอ้อมที่เกิดการเรียนรู้จากแหล่งการเรียนรู้หลายรูปแบบ โดยเฉพาะการเรียนภาคปฏิบัติในห้องทดลอง ความสามารถดังกล่าวประกอบด้วย

4.1 พัฒนาความสามารถในการเขียนรายงาน และเผยแพร่ข้อมูลสู่สาธารณะ

4.2 พัฒนาความสามารถในการแสดงออกตามความต้องการ การแลกเปลี่ยนความ

คิดเห็น ความตั้งใจ และการแสดงออกซึ่งความรู้ความสามารถที่มีอยู่

4.3 พัฒนาความสามารถของการทำงานทำงานเป็นทีม ทั้งในลักษณะของผู้นำและสมาชิกของกลุ่มปฏิบัติการ

4.4 พัฒนาความสามารถในการติดต่อประสานงานกับบุคคลและองค์กรต่างๆ

ณรงค์ศักดิ์ แสงเงิน (2545 : 7-8 ; อ้างอิงจาก Leignbody and Kidd. 1969. **Methods of Teaching Shop and Technical Subjects.**) กล่าวว่าเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจในหลักการของทฤษฎีและปฏิบัติ ด้วยการลงมือปฏิบัติจากของจริง รวมถึงการฝึกฝนเพื่อให้เกิดทักษะจากการทดลองด้วย ดังนี้

1. ให้เข้าใจถึงความเป็นมาของหลักการหรือทฤษฎี
2. ให้เข้าใจหลักการของทฤษฎี
3. คิดค้นกฎ และความเกี่ยวพันของสิ่งต่างๆ
4. แก้ปัญหาที่ต้องการได้
5. พัฒนาความสามารถในการสังเกตและประเมินผล
6. หาจุดบกพร่องและแนะนำวิธีแก้ไขจุดบกพร่อง
7. รู้จักเลือกเครื่องจักร อุปกรณ์ และวัสดุ
8. พัฒนาความสามารถในการใช้เครื่องมือต่าง ๆ
9. สามารถปฏิบัติงานตามขั้นตอนของการทำงานที่กำหนดไว้
10. เขียนรายงานทั้งแบบที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการได้
11. รู้จักการทำงานเป็นกลุ่ม
12. พัฒนากิจนิสัยในการค้นคว้า
13. สังเกตวิธีปฏิบัติงานที่มีความปลอดภัย
14. ตีความหมายของผล หรือข้อมูลจากการทดลอง
15. สามารถบอกตำแหน่งของจุดบกพร่องของอุปกรณ์และเครื่องจักร
16. มีทักษะในการประมาณการ

สรุปจุดประสงค์ของการสอนทดลอง คือ เพื่อต้องการให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงพัฒนาทักษะในด้านการใช้เครื่องมือต่างๆ และพัฒนาความสามารถของผู้เรียนในการรวบรวมความสัมพันธ์ของหลักการและความรู้ต่างๆ เข้าด้วยกัน



### 3.3 หลักการจัดการเรียนการสอนทดลอง

ชูศักดิ์ เปลี้นกู่ (2551ข : 21-24) กล่าวว่า การสอนทดลอง มีธรรมชาติของงานที่แตกต่างไปจากการสอนในชั้นเรียนอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งบทบาทของผู้สอนและนักเรียนขณะเรียน การสอนในชั้นเรียนนั้นหน้าที่หลักของผู้สอนอยู่ที่การให้ข้อมูล โดยมีนักเรียนเป็นผู้รับ ส่วนการสอนในห้องทดลองนั้นนักเรียนเป็นผู้หาข้อมูลเอง ผู้สอนเป็นเพียงผู้ให้คำปรึกษา ข้อมูลใดๆ ที่ผู้สอนต้องการจะให้ผู้เรียนได้รับรู้ นั้นควรที่จะมีการเตรียมตัวล่วงหน้าในลักษณะที่เอื้ออำนวยให้นักเรียนเรียนรู้ได้เองโดยผู้สอน ไม่ได้เป็นผู้ให้โดยตรง แต่จะเป็นการให้ในลักษณะที่แฝงไว้ในใบงานทดลอง (Laboratory sheet) หรือเอกสารอย่างอื่นทำให้ดูเหมือนว่าผู้สอนมีภาระน้อยในการสอนเชิงทดลอง แต่ความจริงแล้วผู้สอนทดลองมีภาระงานอยู่เบื้องหลังการสอนแต่ละครั้งมากมายที่ผู้สอนจะต้องใช้ความรู้และเวลาเตรียมการสอนอย่างมาก ในการจัดการเรียนการสอนเชิงทดลองที่จะให้ผลดีนั้นต้องจัดให้เป็นระบบ ซึ่งมีผู้เกี่ยวข้องกับงานนี้อยู่หลายคนที่จะต้องมีส่วนร่วมรับรู้ความเป็นไปของระบบ มีตั้งแต่ผู้บริหารหลายระดับ ผู้สอนทฤษฎี ผู้สอนทดลอง และผู้จัดหาอุปกรณ์ต่างๆ

การจัดการเรียนการสอนนั้นแม้จะมีรายละเอียดของวิธีการปฏิบัติที่แตกต่างกันตามสิ่งแวดล้อมของแต่ละสถานศึกษาและตามองค์ประกอบของศาสตร์เพียงใดก็ตาม ธรรมชาติของการจัดการเรียนการสอนเชิงทดลองก็มีหลักการทั่วไปที่จะต้องคำนึงถึงในเรื่องต่อไปนี้คือ

#### 1. การสร้างแรงจูงใจ

แรงจูงใจเป็นปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จของการเรียนการสอน ผู้จัดการเรียนการสอนจะต้องสร้างสภาพการณ์ที่ทำให้ผู้เรียนมีความรู้สึกรักอยากเรียน ความรู้สึกลักษณะนี้เกิดได้จากการจัดเนื้อหาของการทดลอง การจัดสถานที่และเครื่องมือที่สะดวก มีความทันสมัยมีสภาพใกล้เคียงกับความจริง ทำทนายความสามารถและเป็นประโยชน์ต่อตัวผู้เรียน

#### 2. การสร้างความเข้าใจอันดีในวัตถุประสงค์ของการทดลอง

ทั้งผู้เรียนและผู้สอนจะต้องมีความเข้าใจอันดีในกระบวนการทำงานโดยตลอด ตั้งแต่วัตถุประสงค์ ธรรมชาติของพฤติกรรมที่ต้องการพัฒนาจนถึงวิธีการประเมิน สิ่งเหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งของความสำเร็จในการทำงานทุกประเภท ผู้เรียนและผู้สอนไม่ควรที่จะปล่อยให้มีการทำงานตามลายลักษณ์อักษรหรือตามคำสั่งเท่านั้น ผู้สอนควรจะต้องศึกษาค้นคว้าทำความเข้าใจให้ถ่องแท้ในธรรมชาติของพฤติกรรมที่จะเกิดขึ้น โดยมีรายละเอียดที่ควรควบคุมดูแลการปฏิบัติ ผู้เรียนเองก็ต้องรู้วัตถุประสงค์และวิธีการดำเนินงานอย่างชัดเจน ไม่ควรมุ่งเพียงที่จะหาคำตอบของการทดลองเท่านั้น การให้คำอธิบายที่ชัดเจนก่อนการสอนทั้งในด้านการสาธิต การแจ้งวัตถุประสงค์ การให้ข้อมูลในใบงานเชิงทดลอง (Laboratory sheet) จึงเป็นเรื่องสำคัญ

### 3. การพิจารณาความรู้และทักษะก่อนเข้าเรียน

ความสามารถก่อนเข้าเรียนของนักเรียนเป็นปัจจัยสำคัญอันหนึ่งที่จะช่วยให้การเรียนการสอนเชิงทดลองก้าวไปสู่ความสำเร็จและราบรื่น ผู้ที่ดำเนินการสอนควรจะศึกษาวิเคราะห์ความรู้ที่มีก่อนเรียน (Entry behavior) ของผู้เรียนให้แน่ชัดก่อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีทำงานในห้องเรียนกับงานในห้องทดลองมีการเรียงลำดับไม่เหมาะสม ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเชิงทดลองควรจะมีการพิจารณาในสิ่งต่อไปนี้

3.1 ความรู้ ความสามารถและทักษะที่ควรมีก่อนเรียน

3.2 วิธีการพิเศษที่จะพัฒนาความสามารถหรือความรู้ก่อนเรียน ในกรณีที่ผู้เรียนขาดความรู้ที่ควรมีก่อนเรียนอย่างไรอย่างหนึ่ง

### 4. มีข้อมูลที่ชัดเจนและมีวิธีการดูแลที่ใกล้ชิด

การสอนเชิงทดลองนั้น มีองค์ประกอบของทักษะต่างๆ มากมายที่ต้องการ คำสั่งและคำอธิบายที่รัดกุมและชัดเจน องค์ประกอบของทักษะที่ควรระบุให้ชัดเจนนั้น สรุปได้ดังนี้คือ

4.1 ทักษะในการประกอบอุปกรณ์

4.2 ทักษะในการปรับแต่ง เครื่องมืออุปกรณ์

4.3 ทักษะในการวัด การสังเกต และบันทึกข้อมูล

4.4 ทักษะในการทำงานเป็นขั้นตอน

4.5 ทักษะในการเขียนกราฟและรายงาน

ทักษะต่างๆ นี้ต้องการวิเคราะห์เพื่อหารูปแบบการเรียนการสอนที่ถูกต้อง บางงานต้องการตัวอย่างสำหรับการปฏิบัติตาม และต้องการควบคุมดูแลอย่างใกล้ชิด

### 5. การพัฒนาความคิดรวบยอดของเนื้อหาทฤษฎี

สิ่งที่ต้องการทดลองช่วยได้มากในการเรียนการสอนก็คือการพัฒนาความคิดรวบยอด (Concept) ในเนื้อหาวิชาการ ผู้จัดการเรียนการสอนควรเข้าใจความหมายขององค์ประกอบของความคิดรวบยอดอย่างถูกต้อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของการให้ตัวอย่างที่ถูก หรือตัวอย่างทางบวก (Positive example) และตัวอย่างที่ไม่ถูก หรือตัวอย่างทางลบ (Negative example) และคุณลักษณะต่างๆ (Attribute) ควรมีหลักในการวางแผนการสอนในลักษณะที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจความคิดรวบยอดต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง

### 6. การพัฒนาความสามารถในการสรุปรวม

จุดประสงค์ใหญ่ของการเรียนรู้วิชาช่างคือ การพัฒนาความสามารถในการสรุปรวมเรื่องที่เป็นสาระสำคัญทางวิชาการ เนื่องจากผู้เรียนมีโอกาสดำเนินการสัมผัสกับเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ ได้สังเกตเห็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจริง และสามารถควบคุมปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้ทำให้ผู้เรียน

ได้เรียนรู้ความคิดรวบยอดและหลักการได้ลึกซึ้งอันเป็นทางนำไปสู่การเกิดแนวคิดจากสภาพการณ์จริง การสร้างสถานการณ์ให้นักเรียนรายงาน โดยใช้คำพูดของตนเองเป็นแนวทางหนึ่งสำหรับการพัฒนาความคิดรวบยอด และพัฒนาความคิดลักษณะต่างๆ ตลอดจนความสามารถในการประยุกต์ความรู้ของผู้เรียนเอง

#### 7. มีกิจกรรมในการพัฒนาความสามารถที่สมบูรณ์

การออกแบบการทดลองแต่ละครั้งนั้น ไม่ควรที่จะคิดถึงสาระสำคัญของเนื้อหาวิชาเพียงอย่างเดียวแต่ควรผนวกการพัฒนาความสามารถอื่นเข้าไปในการทดลองให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ความสามารถดังกล่าวนั้นอาจเป็นความสามารถนอกระบบหรือความสามารถที่ไม่อยู่ในพุทธิพิสัย เช่น ความสามารถในการร่วมงานกับผู้อื่น ความละเอียดรอบคอบในการทำงาน เป็นต้น ผู้สอนควรเห็นความสำคัญในการเลือกกิจกรรมที่ทำอยู่ก็จะช่วยพัฒนาความสามารถในด้านนี้ได้เป็นอย่างดี กิจกรรมดังกล่าวคือ

- 7.1 การประกอบ การปรับแต่งเครื่องมือด้วยตัวเองหรือได้รับคำแนะนำน้อยที่สุด
- 7.2 การเขียนรายงาน (ด้วยคำพูดของตนเอง)
- 7.3 การออกแบบการทดลอง (ด้วยตนเอง)
- 7.4 การพิจารณาความเที่ยงตรงของการวัด (Judging Accuracy of Measurement)
- 7.5 การตัดสินความเชื่อถือได้ของการสังเกต (Judging Validity of Observation)
- 7.6 การวิเคราะห์ข้อจำกัดของการทดลอง
- 7.7 การจำกัดข้อผิดพลาดขณะทดลอง
- 7.8 การพัฒนากิจนิสัยของผู้เรียน

ผลประโยชน์อันหนึ่งที่ควรจะได้จากการทดลองก็คือ การพัฒนาคุณภาพของบุคคล คุณภาพเหล่านี้ ได้แก่

1. ทักษะคิดที่ดีต่อวิชาการ
2. ความรับผิดชอบ
3. ความสนใจและเอาใจใส่งาน
4. ความตรงต่อเวลา

สิ่งเหล่านี้อาจจะหาบทเรียนที่เหมาะสมเฉพาะเรื่องไม่ได้ แต่ควรจะใช้สถานการณ์ ความใกล้ชิดระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนและเครื่องมืออุปกรณ์เป็นเครื่องช่วยพัฒนาด้วยการให้คำชมเชย เมื่อมีผู้ปฏิบัติดี ดำเนินเมื่อปฏิบัติผิด และทำหน้าที่เคร่งครัดในกฎเกณฑ์ต่างๆ อย่างทั่วถึง

## 8. การพัฒนาความสามารถทางสังคม

การสอนเชิงทดลองนั้น ควรจะมีส่วนในการพัฒนาความสามารถทางสังคมได้บ้าง  
ความสามารถเหล่านี้ได้แก่

- 8.1 ความรู้สึกต่อผู้อื่น
- 8.2 การระมัดระวังในเรื่องความปลอดภัยทั้งทรัพย์สินและสุขภาพ
- 8.3 ความสามารถในการติดต่อสื่อสาร
- 8.4 ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

สิ่งเหล่านี้ผู้สอนมีโอกาสดำเนินการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนได้ ด้วยการควบคุมให้ปฏิบัติอยู่ในเกณฑ์ดีชม หรือให้แรงเสริมในจังหวะอันควร

จากข้อมูลดังกล่าว ผู้วิจัยคิดว่าความสำเร็จของการจัดการเรียนการสอนเชิงทดลองจะต้องให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาความรู้ความสามารถและทัศนคติที่ดี ส่วนใหญ่การดำเนินการสอนเชิงทดลองยังใช้ใบงานเดิมที่มีมานานแล้ว การสร้างใบงานใหม่ก็ใช้การลอกเลียนแบบจากที่อื่นๆ หรือแก้ไขดัดแปลงเล็กน้อย บางส่วนก็อาศัยใบงานและวิธีการที่ติดมากับเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ซื้อมาเป็นหลัก ซึ่งมีข้อมูลบางอย่างที่ไม่เหมาะสมกับผู้เรียน ดังนั้นจึงควรส่งเสริมให้ผู้สอนพัฒนารูปแบบและวิธีการสอนเชิงทดลองด้วยตนเองให้มีความสอดคล้องกับธรรมชาติ นโยบายของสถานศึกษาและผู้เรียนโดยคำนึงถึงหลักการจัดการเรียนการสอนเชิงทดลอง

### 3.4 หลักการสร้างใบงานการทดลอง

ใบงานการทดลอง (Laboratory sheet หรือ Lab sheet) หมายถึงเอกสารที่ใช้เป็นคำสั่งให้ปฏิบัติงานหรือเป็นคำแนะนำผู้เรียนให้สามารถดำเนินการทดลองให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ ใบงานการทดลองนั้นไม่มีขนาดและขอบเขตเนื้อหาที่จำกัดแน่นอน ใบงานหนึ่งอาจมีขนาดเล็กมีขนาดความยาวไม่เกิน 1 หน้ากระดาษ หรือเป็นใบงานขนาดใหญ่มีความยาวมากกว่า 10 หน้าขึ้นไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเนื้อหาสาระที่ใช้ทำการทดลอง พฤติกรรมที่ต้องการพัฒนาและข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นต้องให้กับผู้เรียนในการปฏิบัติงานทดลอง (ชูศักดิ์ เปลี่ยนภู. 2551ข : 212-214) การพัฒนาใบงานการทดลองนั้น ควรจะพิจารณาถึงสิ่งต่างๆ ดังนี้

#### 1. ลักษณะเนื้อหาที่เหมาะสมกับการเรียนการสอนเชิงทดลอง (Laboratory content)

- 1.1 เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับหลักการ กฎ สูตร และคุณสมบัติของอุปกรณ์
- 1.2 เป็นเรื่องที่พัฒนาทักษะทางสมอง เช่น การวิเคราะห์ การแก้ปัญหา
- 1.3 เป็นเรื่องที่ศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ
- 1.4 เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมภายในที่สำคัญของอุปกรณ์ เครื่องมือ

- 1.5 เป็นเรื่องที่สามารถฝึกหัดการทำงานเป็นขั้นตอน
- 1.6 ให้อู้จักและคุ้นเคยกับกลไกของเครื่องมือและวัสดุ
- 1.7 พัฒนาความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมือและวัสดุ
- 1.8 พัฒนาความรอบคอบในการทำงาน
- 1.9 สร้างเสริมจิตสำนึกในการรักษาความปลอดภัย

## 2. ลักษณะที่ดีของชื่อการทดลอง

- 2.1 ใช้ภาษาที่ง่ายรัดกุม
- 2.2 มีลักษณะที่ท่ายหรือชวนให้ศึกษา
- 2.3 มีความหมายแสดงให้เห็นภาพพจน์ของงานที่แท้จริง

## 3. คุณสมบัติที่ดีของใบงานการทดลอง

- 3.1 ครอบคลุมเนื้อหามากที่สุดใหนึ่งใบงาน
- 3.2 พัฒนาความสามารถได้มากที่สุด
- 3.3 มีปัญหาในการปฏิบัติงานน้อย คือ ข้อมูลชัดเจนตรงประเด็น กะทัดรัด และเหมาะสมกับเครื่องอำนวยความสะดวกที่มีอยู่
- 3.4 ผู้เรียนช่วยตนเองได้มากที่สุด
- 3.5 สามารถจัดเป็นระบบได้ มีประสิทธิภาพสูงสุดคือ มีจำนวนใบงานน้อย มีความสัมพันธ์กับวิชาอื่นมากที่สุด ลงทุนน้อยและได้ผลมากที่สุด

## 4. หลักการที่ใช้ในการสร้างใบงานการทดลอง (Lab sheet)

การสร้างใบงานการทดลอง (Lab sheet) ที่ดีนั้น ต้องอาศัยหลักการและองค์ประกอบหลายประการเพื่อใ้งานการศึกษาทดลองปฏิบัตินั้นมีความหมายต่อผู้เรียน โดยจัดกิจกรรมต่าง ๆ ที่ท้าทายความคิด อันจะนำไปสู่การค้นคว้าที่ซับซ้อนขึ้นได้ ในด้านหลักการสร้างใบงานทดลองนั้น อาศัยหลักการสอนเชิงทดลองปฏิบัติการ (Laboratory) ซึ่งประกอบด้วยสาระสำคัญ คือ

- 4.1 การกำหนดวัตถุประสงค์ที่ชัดเจนของการดำเนินงาน และการให้ข้อมูลที่เหมาะสมในด้านวิชาการ
- 4.2 การร่วมกิจกรรมต่างๆ ที่พัฒนาความรู้และทักษะใ้มากที่สุด
- 4.3 การสร้างแรงจูงใจและส่งเสริมความสามารถทางความคิด

## 5. องค์ประกอบของใบงานการทดลอง

ใบงานการทดลอง อาจมีรูปแบบแตกต่างกันไปตามแบบแผนของสถาบันแต่ละแห่ง แต่ไม่ว่ารูปแบบจะเป็นอย่างไร ใบงานการทดลอง (Lab sheet) ควรจะประกอบด้วยข้อมูลต่อไปนี้

ซึ่งข้อมูลส่วนใดส่วนหนึ่งจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับลักษณะของเนื้อหาวิชาและเป้าหมายในการพัฒนา ผู้เรียน ชูศักดิ์ เปลี่ยนภู (2551ช : 195-201) ได้กล่าวไว้ดังนี้

5.1 ข้อมูลทั่วไป (Introductory information) หมายถึง ข้อมูลที่แจ้งให้ผู้เรียนได้ทราบถึงลักษณะของเรื่องที่จะทำการทดลอง และปัญหาของเรื่องที่จะทำการทดลองข้อมูลเหล่านั้น ได้แก่

5.1.1 วัตถุประสงค์ของการทดลองจะต้องกำหนดให้ครอบคลุมความสามารถตามพิสัย (Domains) ให้มากที่สุดที่จะทำได้ซึ่งประกอบด้วยวัตถุประสงค์ทั่วไปและวัตถุประสงค์จำเพาะที่สนับสนุนการทดลองแต่ละเรื่องนั้น โดยไม่มีวัตถุประสงค์ทั่วไปมากนัก อาจมีได้ตั้งแต่ 1-3 วัตถุประสงค์ ซึ่งภายในวัตถุประสงค์ทั่วไปนั้น จะมีรายละเอียดครอบคลุมวัตถุประสงค์ทั่วไปได้ทั้งหมด

5.1.2 ความจำเป็นและขอบเขตของการทดลอง (Needs and scope of the experiment) เป็นข้อมูลที่แสดงเหตุผลและประโยชน์ของการฝึกหัดทดลอง ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมองเห็นความสำคัญของงานที่กำลังปฏิบัติและเกิดแรงจูงใจในการทำงาน นอกจากนี้ยังเป็นการบอกให้ทราบถึงปริมาณงาน และขอบเขตเนื้อหาที่จะต้องเข้าไปเกี่ยวข้องด้วย สิ่งเหล่านี้จะช่วยให้ผู้ปฏิบัติเกิดความกระตือรือร้นเตรียมตัวได้ถูกต้อง

5.1.3 การวางแผน (Planning and organizing) เป็นข้อมูลและแนวคิดสำหรับการดำเนินงานให้แก่ผู้เรียน ข้อมูลเหล่านี้ได้แก่เรื่องของวงจรที่ทำการทดลอง หรือเครื่องมืออุปกรณ์วัสดุที่ใช้ในการทดลอง ปัญหาและอุปสรรคที่มักจะเกิดขึ้นเสมอ

5.2 ข้อมูลพื้นฐานสำหรับการทดลอง (Background information) คือข้อมูลที่ช่วยให้ผู้เรียนได้อาศัยหลักในการวางแผนดำเนินงาน และเป็นข้อมูลที่ช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสสำรวจและปรับปรุงตัวเองในสิ่งที่ขาดเพื่อจะได้เตรียมตัวหาข้อมูล หรือพัฒนาความรู้ให้พร้อมก่อนที่จะลงมือปฏิบัติการทดลอง ข้อมูลดังกล่าวนี้ ได้แก่

5.2.1 ความรู้เกี่ยวกับเครื่องมืออุปกรณ์และวัสดุที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะพิเศษของเครื่องมือ อุปกรณ์ ข้อควรระวัง หรือปัญหาที่มักเกิดขึ้นเสมอ การให้ข้อมูลในเรื่องนี้ควรทำในกรณีที่ใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ และวัสดุพิเศษที่นอกเหนือไปจากการใช้งานปกติ

5.2.2 ความรู้ที่ควรมีก่อนเรียน (Entry behavior) เป็นการระบุว่าผู้ที่จะปฏิบัติงานได้นั้นจะต้องมีความรู้ความสามารถ หรือมีประสบการณ์อย่างใดมาก่อน ทั้งนี้เพื่อป้องกันอันตรายหรือความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นกับสิ่งของหรือผู้ปฏิบัติงานได้

5.2.3 ความรู้ในเนื้อหาวิชา เป็นข้อมูลในลักษณะของการสรุปประเด็นสำคัญ และชี้ประเด็นของปัญหาทางทฤษฎีในเชิงวิเคราะห์ให้เห็นจุดสำคัญที่จะทำการทดลอง

5.3 ข้อมูลสำหรับดำเนินการ (Procedural information) คือข้อมูลที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถดำเนินงานตามขั้นตอนที่เหมาะสม หรือตามที่กำหนดไว้ในงานแต่ละเรื่องได้ ลักษณะของงานนี้ควรเป็นขั้นของการลงมือปฏิบัติจริง ตั้งแต่การวางแผนงานจริงๆ จากการร่างแบบของงาน การกำหนดวงจรและเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง จนกระทั่งถึงวิธีการเก็บข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติ ข้อมูลดังกล่าวสามารถแยกออกได้ดังนี้

5.3.1 คำแนะนำเกี่ยวกับการปฏิบัติงาน (Manipulative process) เป็นคำสั่งหรือคำแนะนำในการลงมือปฏิบัติจริง ประกอบด้วยข้อมูลดังต่อไปนี้

5.3.1.1 ข้อมูลเกี่ยวกับการวางแผนงานทดลอง (Experimental planning) ข้อมูลขั้นนี้อาจเป็นในรูปของคำสั่งให้ปฏิบัติ หรือให้แนวคิดในการเริ่มงานทดลอง เช่น การเสนอรูปแบบของการทดลอง หรือให้ข้อมูลบางอย่างที่จะช่วยให้ผู้ปฏิบัติสามารถสร้างรูปแบบของการทดลองขึ้นมาเองได้

5.3.1.2 ข้อมูลเกี่ยวกับการเลือกใช้เครื่องมือ เป็นการกำหนดชนิดและประเภทของเครื่องมือที่ทำการทดลอง หรือเป็นการให้แนวคิดในการตัดสินใจเลือกใช้เครื่องมือ พร้อมทั้งตรวจสอบเครื่องมือให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งาน และวางอยู่ในตำแหน่งที่สะดวกในการใช้งาน

5.3.1.3 ข้อมูลในการดำเนินการทดลองเป็นข้อมูลที่แนะนำข้อปฏิบัติ ตั้งแต่เริ่มงานสร้างวงจร การต่อสายติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ

5.3.2 คำแนะนำในการเก็บรวบรวมข้อมูล (Data collection process) เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการปรับแต่งเครื่องมืออุปกรณ์ เพื่อหาผลลัพธ์ของการทดลองที่เหมาะสม ข้อมูลเหล่านี้ประกอบด้วย

5.3.2.1 การสังเกต (Observation) เป็นข้อมูลที่ช่วยให้ผู้ปฏิบัติพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลอง เช่น ให้เปิดเครื่อง ปรับค่าความต้านทาน การกำหนดย่านของการทดลอง และสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นตามลำดับขั้นที่ควรจะเป็น ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดการทดลอง

5.3.2.2 การรวบรวมผลลัพธ์ที่ได้ (Data collection) หลังจากการสังเกตผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองผู้ปฏิบัติจะต้องรวบรวมและบันทึกข้อมูลที่ได้อย่างมีระบบ ประสิทธิภาพของข้อมูลที่ได้นี้ขึ้นอยู่กับความวางแผนการทดลอง โดยเฉพาะย่านของการทดลองที่เหมาะสม การดำเนินการเกี่ยวกับข้อมูลที่ได้นี้จะทำให้รูปของการรวมกลุ่มของข้อมูลตามความเหมาะสม หรือจัดทำตารางข้อมูลเพื่อความสะดวกในการวินิจฉัย การให้ข้อมูลของใบงานที่เหมาะสมในเรื่องนี้จะช่วยให้ผู้ปฏิบัติดำเนินงานได้ง่ายและมีประสิทธิภาพ

5.4 ข้อมูลเกี่ยวกับการสรุปผลลัพธ์และรายงาน (Conclusion report) ใบบงานที่ดีนั้น จะให้ข้อมูลในลักษณะที่เป็นคำสั่ง หรือคำแนะนำให้ผู้ปฏิบัติแสดงผลลัพธ์ที่ได้อย่างมีระบบ และสามารถสรุปผลของการทดลองได้ตามรูปแบบที่เหมาะสม ข้อมูลภายในใบบงานจะช่วยให้ผู้ปฏิบัติสามารถทำรายงานและสรุปผลการทดลองได้ ลักษณะข้อมูลดังกล่าวอาจจะเป็นคำถามให้คิดหรือหัวข้อที่ให้ผู้เรียนหาข้อมูลสนับสนุน ข้อมูลควรประกอบด้วย

5.4.1 ข้อมูลที่ช่วยในการเสนอข้อมูล (Presentation data) เป็นขั้นเสนอผลลัพธ์ ที่ได้จากการทดลองในรูปลักษณะของเอกสารรายงาน การเสนอข้อมูลในลักษณะนี้อาจต้องทำอย่างมีระบบโดยการจัดทำข้อมูลเป็นกลุ่มที่มีความสัมพันธ์กัน อาจจะทำในลักษณะของตารางตัวเลข หรือในรูปแบบของแผนภูมิ (Crash) ต่างๆ ใบบงานที่ดีควรจะต้องกำหนดหรือเสนอแนะแนวทางให้ผู้ปฏิบัติสามารถดำเนินการได้ตามความต้องการ

5.4.2 ข้อมูลที่ช่วยในการตีความหมายข้อมูล (Interpretation of data) ใบบงาน จะให้ข้อมูลนำผู้ปฏิบัติในการจับประเด็นสำคัญของข้อมูล วิธีการสรุปผลจากกลุ่มของข้อมูลที่มีอยู่ การเลือกตัวแปรและการคำนวณหาผลลัพธ์จากข้อมูลที่ได้จากการทดลอง การให้ข้อมูลในเรื่องนี้อาจมีความละเอียดความถี่ต่างกันตามลักษณะประเภทของการทดลอง

5.4.3 ข้อมูลที่ช่วยในการอ้างอิงหลักการ (Reference of data) เป็นขั้นตอนของการเขียนรายงานโดยอาศัยหลักทฤษฎีและหลักการต่างๆ อ้างอิงในลักษณะของ

5.4.3.1 การสรุปรวมของการค้นพบ (Generalization of finding)

5.4.3.2 การนำเอาผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้งาน (Implication of finding)

5.4.3.3 การพยากรณ์ผลที่อาจเกิดขึ้นจากสิ่งอื่น (Prediction behavior of other material)

5.4.3.4 การประเมินผลของการทดลอง (Critical appraisal of experimental procedure and finding) เป็นการประเมินในเชิงวิจารณ์ เกี่ยวกับกระบวนการทดลอง และผลลัพธ์ของการทดลองใบบงานที่ดีควรให้ข้อมูลด้วยการเสนอแนะหรือการตั้งคำถามเพื่อนำทางให้ผู้ปฏิบัติ สามารถหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาสนับสนุนผลลัพธ์สำหรับการเขียนรายงานที่ถูกต้อง การให้ข้อมูลในเรื่องนี้จะทำได้มากหรือน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับประเภทของการทดลองที่จะใช้

5.4.4 ลักษณะบางประการของการเขียนรายงาน (Lab report) การรายงานเป็นส่วนสำคัญของการทดลอง เพราะเป็นส่วนที่แสดงถึงความเข้าใจในการทดลอง การเขียนรายงาน อาจจะได้ว่าเป็นศิลปะอย่างหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาความสามารถในการเผยแพร่ข้อมูลต่อสังคม ลักษณะและรูปแบบของการรายงานนั้นมีรายละเอียดมากมาย โดยสรุปแล้วองค์ประกอบที่สำคัญที่จะแนะนำให้ผู้เรียนเขียนรายงานอย่างมีระบบและมีประสิทธิภาพ ควรประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้



5.4.4.1 บทคัดย่อ (Abstract) เป็นการสรุปเรื่องที่ทำทั้งหมดอย่างรัดกุม

5.4.4.2 คำนำ (Introduction) บทนำ ซึ่งเป็นการอรรถกถาเรื่อง เป็นการประสานเรื่อง ระหว่างงานที่ปฏิบัติกับหลักการทางทฤษฎี (General body of knowledge) เพื่อให้ผู้อ่าน ได้เข้าใจเรื่องที่ทำ

5.4.4.3 หลักการและจุดมุ่งหมายของการทำงาน (Notation and theory) เป็นการอธิบายความหมายของศัพท์ สัญลักษณ์ที่ใช้ หรือกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องโดยสรุป

5.4.4.4 การดำเนินงานและผลลัพธ์ (Procedure and result) กล่าวถึงสาระสำคัญของการดำเนินงาน และผลลัพธ์ได้

5.4.4.5 แผนภูมิ (Diagram) บางครั้งการเขียนรายงานต้องอาศัยรูป หรือ วงจรประกอบคำอธิบาย ซึ่งทั้งนี้ก็ได้แล้วแต่เรื่องและเหตุการณ์

5.4.4.6 การอภิปรายผล (Discussion of result) ขั้นตอนนี้มีความสำคัญ คือจะเป็นขั้นที่แสดงออกถึงความสามารถเชิงความคิดของผู้ทำการทดลองในการให้เหตุผลของการค้นพบ ด้วยการมีหลักฐานอ้างอิงอย่างสมบูรณ์ ความเชื่อถือได้ (Reliability) ของการทดลองเป็นเรื่องที่สำคัญอีกเรื่องหนึ่งที่จะทำให้ผลงาน ได้รับการยอมรับจากผู้อื่น ในกรณีนี้ผู้ทำการทดลอง จะต้องหาข้อมูลพิสูจน์ความน่าเชื่อถือของข้อมูล (Reliability) ในรายงานให้ได้

5.4.4.7 ข้อสรุป (Conclusion) เป็นการสรุปเรื่องที่ต้องอาศัยความสามารถของการใช้ภาษา ด้วยการใช้อำนาจบรรยายที่มีความชัดเจน สั้น และรัดกุม

5.4.4.8 หลักฐานอ้างอิง (Reference) เป็นการแสดงหลักฐานของข้อมูลที่นำมาใช้ในการอ้างอิงหรือสรุปเรื่อง ในกรณีของการทดลองระดับสูง และมีปริมาณมาก การอ้างอิงเป็นเรื่องสำคัญที่จะสร้างความเชื่อถือจากผู้อื่น

เท่าที่กล่าวนี้ เป็นลักษณะรูปแบบหนึ่งของการเขียนรายงานการทดลอง (Lab report) ซึ่งการทดลองแต่ละประเภทนั้นมีความต้องการการรายงานไม่เหมือนกัน เพราะฉะนั้นจึงเป็นหน้าที่อันหนึ่งที่ไปงานการทดลองต้องให้คำสั่งหรือคำแนะนำที่เหมาะสมและชัดเจน

5.4.5 ข้อมูลสำหรับการประเมินผล (Assessment information) หมายถึงข้อมูลที่ใช้ในการตรวจสอบความรู้ความสามารถ และความเข้าใจในเรื่องที่ผู้เรียนได้ปฏิบัติงาน การตรวจสอบในเรื่องนี้ อาจทำได้ทั้งทางกว้างและความลึกของเนื้อหา ข้อมูลที่เป็นคำถามในใบงานนั้น อาจจะเป็นลักษณะของคำถามที่แบ่งออกได้ 2 ประเภท คือ

5.4.5.1 คำถามในเนื้อหาการทดลอง (Assessment question) คือข้อมูลที่เป็นคำถามในเรื่องเกี่ยวกับงานที่ได้ปฏิบัติ โดยเฉพาะเรื่องของเหตุผลในการทำงานแต่ละขั้นตอน เป็นการทดสอบความรู้ และความเข้าใจในการทดลองโดยตลอด

#### 5.4.5.2 คำถามเชิงวิจารณ์ (Critical question) เป็นคำถามที่ค่อนข้าง

จะออกไปนอกเรื่องของงาน เป็นการประเมินความสามารถในการมองภาพรวมของเรื่อง (Generalize) ที่ทำทั้งหมดและสามารถนำความรู้ ความสามารถที่ได้จากการทดลองนั้นไปใช้ในงานอื่นได้เพียงไร ซึ่งมักจะเรียกว่าการถ่ายโยงความรู้ (Transfer of learning) ข้อมูลที่ใบงานควรจะให้ในขั้นนี้คือ การตั้งคำถามให้ผู้เรียนได้คิดในลักษณะของความคิดไตร่ตรอง (Reflexive thinking) ในเรื่องที่เรียนรู้มาแล้ว ผู้เรียนจะต้องมีความสามารถในการวิเคราะห์และพยากรณ์เหตุการณ์ต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้

### 6. การสร้างใบงานการทดลอง

การสร้างใบงานทดลองมีขั้นตอนใหญ่ ๆ 2 ขั้นตอน คือ ขั้นการศึกษาสำรวจข้อมูล และขั้นสร้างใบงานการทดลอง ซึ่งแต่ละขั้นมีรายละเอียดดังนี้

#### 6.1 ขั้นการศึกษาและสำรวจข้อมูลเป็นขั้นที่ผู้สร้างใบงานทดลองจะต้องศึกษา

รายละเอียดของกิจกรรมที่ใช้ในการทดลองตั้งแต่ต้น จากการวางแผนการทดลองจนถึงสรุปผลการทดลอง ผู้สร้างจะต้องพิจารณาขั้นตอนการดำเนินงานอย่างละเอียดพร้อมทั้งสำรวจความรู้ ความสามารถและอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ตลอดจนการวิเคราะห์พฤติกรรมที่ต้องการพัฒนาเพื่อให้เป็นข้อมูลในการสร้างใบงานทดลอง กิจกรรมสำหรับการศึกษาข้อมูลควรมีขั้นตอนดังนี้

6.1.1 การกำหนดชื่อเรื่องของการทดลอง ชื่อของการทดลองควรจะต้องมีความหมายเร้าความสนใจ สามารถบอกขอบเขตความกว้างและความลึกของเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับงานทดลองได้ และมีความรัดกุมพอสมควร

6.1.2 การศึกษารายละเอียดของเนื้อหา ในการทดลองผู้สร้างใบงานการทดลองควรทราบรายละเอียดเกี่ยวกับเนื้อหาเป็นอย่างดี การศึกษารายละเอียดของเนื้อหาในเชิงวิเคราะห์ และการเขียนออกมาเป็นภาษาเขียน จะทำให้ผู้สร้างมองเห็นความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอด (Concept) และหลักการ (Principle) ภายในเนื้อหาเหล่านั้นได้เป็นอย่างดี และมองเห็นขั้นตอนของการทดลองที่ควรจะเป็นได้อย่างชัดเจน จนสามารถกำหนดจุดสำคัญของการสอน (Teaching point) ที่เหมาะสมได้

6.1.3 การกำหนดวัตถุประสงค์ จากการศึกษาวิเคราะห์เนื้อหาการทดลองจะช่วยให้ผู้สร้างใบงานทดลองสามารถกำหนดวัตถุประสงค์ของการทดลองได้เหมาะสม ซึ่งวัตถุประสงค์การทดลองนั้นควรพิจารณาในเรื่องต่อไปนี้

### 6.1.3.1 วัตถุประสงค์ทางวิชาการ (Content objective) หมายถึง

วัตถุประสงค์ที่ได้จากเนื้อหาสาระของทฤษฎีที่เกี่ยวกับการทดลอง ซึ่งเป็นความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอด (Concept) และหลักการ (Principle) หรือเป็นความสามารถอื่นที่เกี่ยวกับเนื้อหาการทดลอง

### 6.1.3.2 วัตถุประสงค์นอกวิชาการ (Developmental objective) หมายถึง

วัตถุประสงค์ที่เกี่ยวกับการพัฒนาคุณภาพ หรือพัฒนาทัศนคติของผู้ปฏิบัติงาน เช่น ความสามารถในการเสาะแสวงหาข้อมูล ความมีระเบียบ ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

### 6.1.4 การกำหนดขั้นตอนของการทดลอง ผู้สร้างใบงานทดลองจะต้อง

พิจารณาวิธีการทดลองที่เหมาะสมกับลักษณะของเนื้อหาวิชา โดยพิจารณาจากประสบการณ์ของผู้สร้างใบงานเอง การทดลองในใบงานหนึ่งๆ นั้น อาจจะมีวิธีการเป็นขั้นตอนได้หลายวิธี ผู้สร้างจะต้องเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุด ที่คิดว่าผู้เรียนจะได้รับการเรียนรู้ และพัฒนาความสามารถได้ดี และรวดเร็วที่สุด และกำหนดขั้นตอนของวิธีนั้นให้ชัดเจนในใบงานทดลอง

### 6.1.5 การวิเคราะห์งาน (Task analysis) หมายถึงการนำเอารายละเอียดของ

งานมาพิจารณาเพื่อหาองค์ประกอบด้านคุณสมบัติผู้เรียน ชนิดของการเรียน เงื่อนไขหรืออุปสรรคของการทำงานเพื่อช่วยให้การทำงานได้ผล ในการนำเอาขั้นตอนของการดำเนินงานมาพิจารณาหาองค์ประกอบของความสามารถ เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ สามารถจัดตารางในการวิเคราะห์ได้ ดังตาราง 3

ตาราง 3 ตัวอย่างตารางวิเคราะห์งาน (Task analysis)

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	วัตถุประสงค์	เครื่องมืออุปกรณ์	ลักษณะงาน	ความรู้	ทักษะ
Operation ที่ 1					
1.....	1.....	1.....	1.....	1.....	1.....
2.....	2.....	2.....	2.....	2.....	2.....
3.....	3.....	3.....	3.....	3.....	3.....
Operation ที่ 2					
1.....	1.....	1.....	1.....	1.....	1.....
2.....	2.....	2.....	2.....	2.....	2.....
3.....	3.....	3.....	3.....	3.....	3.....

จากตารางวิเคราะห์งานสามารถพิจารณาวิเคราะห์รายละเอียดภายใน ได้ดังนี้

6.1.5.1 ขั้นตอนปฏิบัติงาน เป็นการพิจารณาขั้นตอนที่มีความสำคัญ และจำเป็นจะต้องมีในใบงานทดลองควรมีขั้นตอนอย่างไรบ้าง โดยในใบงานหนึ่งอาจจำแนก ขั้นตอนออกไปตามกลุ่มงาน (Operation) ซึ่งจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณเนื้อหาสาระของเรื่อง ที่ทำใบงานการทดลองนั้นๆ

6.1.5.2 วัตถุประสงค์ จะเป็นการพิจารณาการกำหนดวัตถุประสงค์ในการปฏิบัติการแต่ละกลุ่มงาน (Operation) ว่าในการปฏิบัติงานกลุ่มนี้เพื่อวัตถุประสงค์อะไร

6.1.5.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ เป็นการพิจารณารายการของเครื่องมือ และอุปกรณ์ตลอดจนวัสดุที่จำเป็นต้องใช้ในแต่ละกลุ่มงาน

6.1.5.4 ลักษณะงาน เป็นการจำแนกลักษณะของงาน ว่าเป็นลักษณะงานที่ต้องใช้ความสามารถทางสมอง (Cognitive task) หรือความสามารถทางกาย (Action task) ซึ่ง จะใช้ในการพิจารณาหาความรู้และทักษะที่เกี่ยวข้องต่อไป

6.1.5.5 ความรู้และทักษะ เป็นการพิจารณาความรู้และทักษะที่เกี่ยวข้องในการปฏิบัติงานทุกขั้นตอน โดยพิจารณาจากลักษณะของงานที่ได้จำแนกไว้แล้ว ว่าส่วนใดเป็นความรู้ และส่วนใดเป็นทักษะ

ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ศึกษาทั้ง 5 ขั้น จะเป็นข้อมูลที่นำไปใช้ในการสร้าง ใบงานการทดลอง (Lab sheet) ต่อไป

6.2 ขั้นสร้างใบงานทดลอง การสร้างใบงานทดลอง (Lab sheet) คือการนำข้อมูลที่ ได้ศึกษาวิเคราะห์มาแล้ว มาจัดรวมกันตามหมวดหมู่ภายใต้หัวข้อที่เหมาะสม ทั้งนี้เพื่อเป็น ข้อมูลแนะนำผู้ปฏิบัติงานให้สามารถดำเนินการทดลองได้ตามวิธีทางที่กำหนด สามารถที่จะ ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

6.2.1 การตั้งชื่อใบงาน (Lab sheet) ควรศึกษารายละเอียดของเนื้อหา กำหนด ชื่อการทดลอง จำกัดขอบเขตของชื่อการทดลอง

6.2.2 การออกแบบวงจรทดลอง ควรเขียนรายการพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับ การทดลอง กำหนดอุปกรณ์ เครื่องมือและวัสดุที่ใช้ และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวงจร

6.2.3 ขั้นการวิเคราะห์งาน

6.2.3.1 การตั้งวัตถุประสงค์ของการทดลอง (Primary objective) ควร พิจารณาพารามิเตอร์ กำหนดสมมุติฐาน และพิจารณาพฤติกรรม

6.2.3.2 การกำหนดกลุ่มงาน (Operation) เขียนคำอธิบายลักษณะของ  
กลุ่มงาน (Operation description) กำหนดงาน (Task) เขียนคำอธิบายลักษณะของงาน (Task  
description)

6.2.3.3 การกำหนดเครื่องมืออุปกรณ์

6.2.3.4 การกำหนดวัตถุประสงค์ของกลุ่มงาน

6.2.3.5 การวิเคราะห์วัตถุประสงค์

6.2.3.6 การกำหนดความรู้

6.2.3.7 การกำหนดทักษะ

6.2.4 ขั้นตอนการสรุปผลการวิเคราะห์งาน

6.2.4.1 การพิจารณาขั้นตอนการทดลอง

6.2.4.2 การพิจารณาเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้

6.2.4.3 การพิจารณารวบรวมวัตถุประสงค์ของกลุ่มงาน (Operation)

6.2.4.4 การพิจารณาความรู้ (Knowledge) ที่เกี่ยวข้อง

6.2.4.5 การพิจารณาทักษะ (Skill) ที่เกี่ยวข้อง

6.2.4.6 การพิจารณาวัตถุประสงค์ของใบงานการทดลอง

6.2.5 ขั้นตอนการพัฒนาข้อมูลในใบงานการทดลอง

6.2.5.1 การเขียนข้อมูลสำหรับดำเนินการ (Procedural information)

6.2.5.2 การเขียนข้อมูลสำหรับการสรุปผลลัพธ์ (Conclusion  
information)

6.2.5.3 การเขียนข้อมูลสำหรับการประเมินผล (Assessment  
information)

6.2.5.4 การเขียนข้อมูลพื้นฐานสำหรับการทดลอง (Background  
information)

6.2.5.5 การเขียนข้อมูลทั่วไป (Introductory information)

สรุป การสร้างใบงานการทดลองนั้นจะต้องอาศัยความรู้ ทักษะ ความประณีต ความ  
ละเอียดอ่อนในการพัฒนา และจะต้องครอบคลุมเนื้อหาให้มากที่สุด เน้นการพัฒนาความสามารถ  
และส่งเสริมให้เกิดทัศนคติที่ดี ใช้ข้อมูลที่ชัดเจนและตรงประเด็น และมีความพร้อมในเครื่อง  
อำนวยความสะดวก นักเรียนสามารถช่วยเหลือตัวเองได้ และมีความกระตือรือร้นในการเรียน

#### 4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ (Computer Based Simulation)

คอมพิวเตอร์เป็นผลผลิตของการพัฒนาอุปกรณ์ด้านอิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถนำมาเป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้นักเรียน เรียนรู้วิชาต่างๆ ซึ่งประกอบด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปที่สร้างไว้แล้วนำไปสอนผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและโต้ตอบได้ เพียงกดปุ่มคีย์บอร์ดหรือเมาส์ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นนวัตกรรมที่นับวันจะมีความสำคัญ และได้รับการนำไปใช้ในการเรียนการสอนมากขึ้นและเอื้อต่อการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

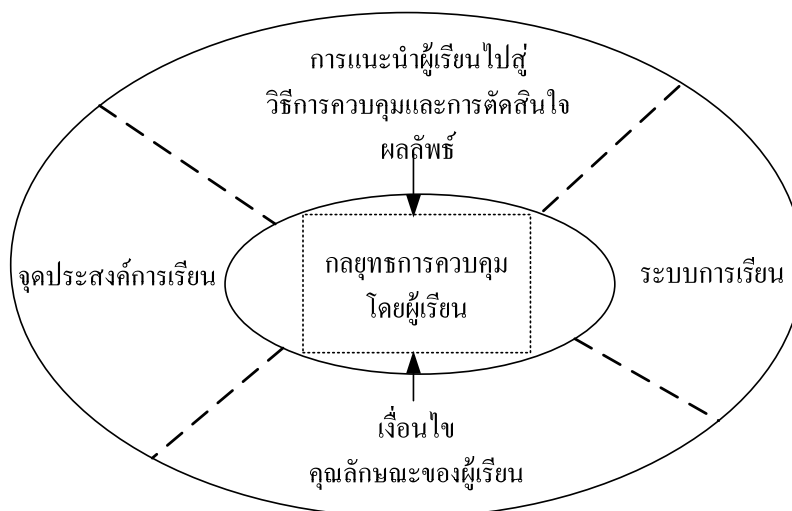
เทเลอร์ และวอลฟอร์ด (Taylor and Walford. 1978 : 27) ได้กล่าวถึงเหตุผลหลักใหญ่ 3 ประการ ที่แสดงความสำคัญของการจำลองสถานการณ์ คือ

1. เป็นเทคนิคที่นำไปสู่ความเข้าใจ กิจกรรมในชั้นเรียนและกิจกรรมที่ร่วมกันทั้งครูและนักเรียน เป็นการนำเอาเหตุการณ์ปกติและการร่วมกันแก้ปัญหาเพื่อเข้าใจถึงสถานการณ์

2. การจำลองสถานการณ์มักเป็นปัญหาพื้นฐาน และเป็นประโยชน์ในการพัฒนากระบวนการ ปัญหาในเรื่องการเรียนถ้าได้กระทำครอบคลุมถึงทักษะทางสังคม ก็จะเป็นความสัมพันธ์โดยตรงในการนำไปใช้กับโลกภายนอกได้

3. เป็นเทคนิควิธีที่เป็นกลไกพื้นฐานเชื่อมโยงสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงและการยืดหยุ่นของระดับการคิด และการตอบสนองการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ที่ผันแปร การจำลองสถานการณ์ที่เป็นความหมายของการเรียนการสอน คือการที่ผู้เรียนสามารถนำเอาความสามารถที่มีอยู่มาใช้กับกระบวนการหรือการประยุกต์หลักการ ภายใต้สถานการณ์เงื่อนไขที่เป็นจริง โดยเฉพาะการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ (Computer Based Simulation : CBS) จะช่วยให้เกิดปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนช่วยให้นักเรียนมีความชำนาญ เชี่ยวชาญในกระบวนการและการใช้ทักษะกระบวนการคิดขั้นสูงได้ (Reigeluth and Schwartz. 1989: 9)

อะแลสซี่ และทรอลลิป (Alessi and Trollip. 1991 : 159) ได้กล่าวถึง การจำลองสถานการณ์ว่าเป็นวิธีการสอนอย่างหนึ่งที่สามารถนำไปใช้ในคอมพิวเตอร์ได้อย่างเต็มที่ โดยเฉพาะการนำไปใช้ในการสอน การจำลองสถานการณ์จะปรับปรุงการเรียนทบทวนและการฝึกไปเป็นการเพิ่มแรงจูงใจ การถ่ายโยงการเรียนรู้และประสิทธิภาพ ซึ่งมีประโยชน์ ปลอดภัย และสามารถควบคุมได้เหมือนประสบการณ์จริง



ภาพประกอบ 5 โครงสร้างการจำลองสถานการณ์

ที่มา : Alessi and Trollip. 1991 : 159

#### 4.1 การจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์

การเรียนการสอนโดยการจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์ เป็นการออกแบบสำหรับ ผู้เรียนเพื่อเป็นการฝึกปฏิบัติและทักษะความสามารถในสถานการณ์จริง โดยปราศจากความเล็ง ที่จะเกิดความเสียหายหรือการได้รับอันตรายจากเครื่องมือ (Flaxman and Stark. 1987 : 163) ผู้เรียน สามารถเรียนได้โดยไม่ต้องวิตกกังวล แนวคิดพื้นฐานของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แนวคิดหนึ่งก็คือ การจำลองสถานการณ์ ประกอบด้วยการนำเสนอจุดมุ่งหมายเพื่อกระตุ้นความสนใจ การดึง ความสามารถและการป้อนกลับ เป็นวิธีการสอนที่เป็นประโยชน์ การใช้กฎเกณฑ์และการแก้ปัญหา (Bonner. 1991 : 103) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์เป็นวิธีการสอนอย่างหนึ่งที่ครู สามารถนำไปใช้ช่วยให้นักเรียนได้เรียนเพื่อพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ของแต่ละ วิชาได้ทั้งหมด ครูอาจกำหนดว่าจะสอนอะไรให้ผู้เรียน โดยแสดงให้เห็นวิธีการแก้ไขปัญหาว่า ทำอย่างไร และสร้างการตัดสินใจให้ผู้เรียนได้กระทำกับสถานการณ์จำลองในคอมพิวเตอร์ ซึ่ง ผู้เรียนก็จะทำได้ดีโดยคุณสมบัติที่แท้จริงของสถานการณ์จำลองก็คือ การทำให้ผู้เรียนได้ประสบ กับปัญหาในชีวิตจริง ในสภาพแวดล้อมที่เขาได้ร่วมตัดสินใจเป็นลำดับขั้น ไม่มีอันตรายกับตัวเขา ในทางปฏิบัติเองถ้าเกิดการผิดพลาดขึ้นนั้นก็จะไม่เป็นประโยชน์ เพราะสามารถเรียนรู้ หาทางเลือก และแก้ไขปัญหาได้ ประสบการณ์ที่ได้รับก็จะช่วยให้วิเคราะห์กระบวนการแก้ไขปัญหาได้ภายหลัง (Knapp and Glenn. 1996 : 103)

เฮียร์แมนน์ (Heerman, 1988 : 59) ได้กล่าวถึง ความก้าวหน้าของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ว่าโปรแกรมจำลองสถานการณ์เมื่อนำมาใช้ในสถานการณ์ซับซ้อนและเสมือนจริงจะมีการตอบสนองมาก และเข้าถึงกลุ่มเป้าหมายได้กว้างขวางกว่าที่เคยมีมา คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ทางการศึกษาในทัศนะของเขามี 4 รูปแบบคือ

1. การจำลองสถานการณ์ที่ไม่มีปฏิสัมพันธ์ (Non-interactive simulation) มีการจำลองแบบเสมือนจริง และการนำนักเรียนเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของระบบ แต่ไม่มีการเสนอกระบวนการให้ผู้เรียนกับ โปรแกรมได้มีปฏิบัติสัมพันธ์ต่อกัน

2. การจำลองสถานการณ์แบบมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive simulation) เป็นแบบที่ยอมให้ผู้เรียนได้ควบคุมระบบและสังเกตการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบภายในที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด ผู้เรียนมีส่วนร่วมกับการจำลองสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงนั้น

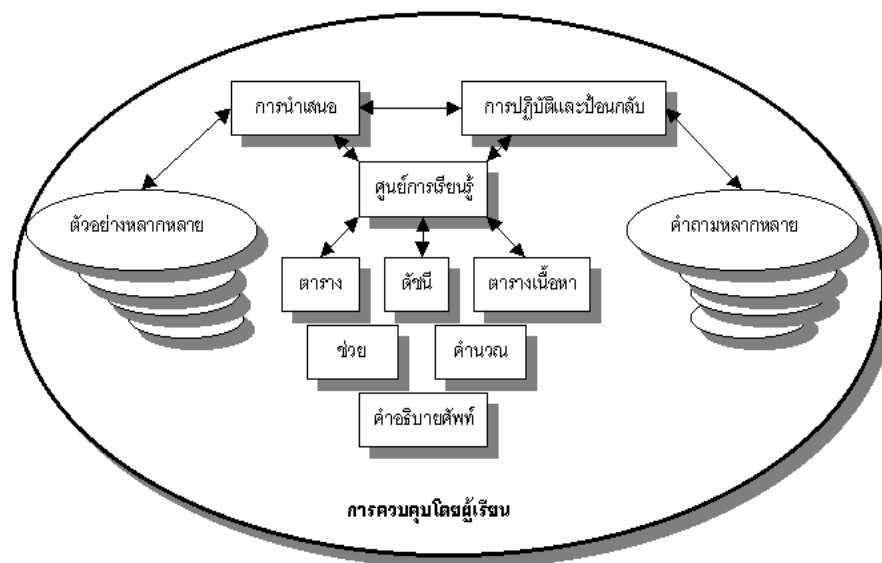
3. การจำลองสถานการณ์การแข่งขันเป็นกลุ่ม (Group competitive simulation) เป็นการจำลองสถานการณ์ที่เกี่ยวกับสังคม เศรษฐกิจ การเมืองหรือเนื้อหาอื่นๆ ที่เสนอปัญหา เพื่อแก้ปัญหา โดยการตัดสินใจเป็นทีม มีการแข่งขันกันของนักเรียน

4. การจำลองสถานการณ์การแข่งขันรายบุคคล (Individual competitive simulation) เป็นการจำลองสถานการณ์ที่นักเรียนเข้าไปมีส่วนร่วมเป็นรายบุคคล ในการแก้ไขสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและกำหนดจุดหรือการกระตุ้นให้มีความเชี่ยวชาญในการแก้ปัญหา

วิธีการสอนทั้งหลาย การสอนสาริตโดยการจำลองสถานการณ์เป็นวิธีการที่ดีที่สุดในการใช้ประโยชน์จากคอมพิวเตอร์ การจำลองสถานการณ์เหมาะสำหรับใช้ในการเรียนการสอนและการฝึกอบรม

การที่คอมพิวเตอร์ถูกใช้ในการฝึกสถานการณ์จำลอง ก็เนื่องจากสถานการณ์จริงมีความยุ่งยากในทางปฏิบัติ มีอันตราย เสียค่าใช้จ่ายมาก ไม่คุ้มค่าในการฝึก ต้องใช้เวลามาก กำหนดวิธีการในการฝึกยาก การใช้คอมพิวเตอร์ในการจำลองสถานการณ์จะช่วยในการแก้ปัญหาดังกล่าวได้ ในขณะที่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์สามารถแสดงกระบวนการคิดเพื่อนำไปใช้เมื่อผู้เรียนได้กระทำอย่างต่อเนื่องจนได้เห็นผลของการตัดสินใจของเขา ในขณะที่เดียวกันความเข้าใจกระบวนการที่เกิดขึ้นจะช่วยเพิ่มการตัดสินใจในการแก้ปัญหา (Rasch, 1988 : 23-28) เนื่องจากการจำลองสถานการณ์สามารถเสนอตัวอย่างของสถานการณ์จริงและสามารถฝึกปฏิบัติในการแก้ปัญหาซึ่งอาจเป็นอันตราย อยู่ห่างไกลใช้เวลามาก หรือมีปัจจัยในเรื่องของทุน รวมถึงทักษะการคิดขั้นสูง (High level of cognitive skill) อันเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ความจริง กฎเกณฑ์ และมโนทัศน์ในการแก้ปัญหา (Forcier, 1996 : 247)





ภาพประกอบ 6 รูปแบบการจำลองสถานการณ์เป็นขั้น

ที่มา : Forcier. 1996 : 248

#### 4.2 ประเภทของการจำลองสถานการณ์

เอกวิทย์ โคตรนรินทร์ (2546 : 17) ได้จัดแบ่งประเภทของการจำลองสถานการณ์ ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการศึกษาได้ 4 ประเภท ดังนี้คือ

1. โปรแกรมจำลองสถานการณ์เชิงทางกายภาพ (Physical simulation) เป็นการจำลองสถานการณ์ วิธีการเรียนรู้ กระบวนการทำงานของเครื่องจักรกล การทำงานเกี่ยวข้องกับเครื่องมือวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการทดลอง เช่น การจำลองสภาพการขับเครื่องบิน ผู้เรียนได้เห็นภาพเครื่องมือภายในเครื่องบินที่ยู่ยากซับซ้อนน้อยกว่าของจริง จุดประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของการอ่านเครื่องมือ เช่น เครื่องวัดความสูง เครื่องวัดความเร็ว เครื่องวัดความกดดันวัดอุณหภูมิ ในสถานการณ์จำลองจะใช้เครื่องมือที่จำเป็นเท่านั้น ตัวอย่างดังกล่าวเป็นการจำลองสถานการณ์ที่ซับซ้อนและมีราคาแพง

2. โปรแกรมจำลองสถานการณ์เชิงขั้นตอนการทำงาน (Procedural simulation) โปรแกรมลักษณะนี้จะเน้นการเรียนรู้ ขั้นตอน กระบวนการทำงานของเครื่องมือ โดยเรียนรู้ผ่านเครื่องมือจำลองเพื่อเน้นการฝึกทักษะและการกระทำที่จำเป็นต่อการควบคุมให้เครื่องมือเหล่านั้นทำงาน ตัวอย่างเช่น โปรแกรมที่จำลองความสำคัญของอุปกรณ์การบินของเครื่องบินจะคล้ายกับการสอนขั้นตอนกระบวนการบิน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อสอนเป็นลำดับขั้นของการกระทำ เช่น การใช้โทรศัพท์ การแยกสาร การวินิจฉัยเครื่องยนต์ที่ขัดข้อง

3. โปรแกรมจำลองสถานการณ์เชิงเหตุการณ์ (Situational simulation) เป็นโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับทัศนคติ ความคิดเห็นและพฤติกรรมของมนุษย์ในเหตุการณ์ต่างๆ มากกว่าเน้นการฝึกทักษะ เป็นการเน้นให้ผู้เรียนค้นหาผลลัพธ์เนื่องจากใช้วิธีการที่แตกต่างกันในเหตุการณ์หนึ่ง หรืออาจให้ผู้เรียนเล่นในบทบาทที่แตกต่างกัน ผู้เรียนเป็นส่วนหนึ่งในสถานการณ์นั้น เช่น โปรแกรมจำลองสถานการณ์ โดยให้ผู้เล่นสวมบทบาทเป็นครูใหม่ เพื่อแก้ปัญหาด้านนักเรียน และปัญหาอื่น ๆ ในโรงเรียน เมื่อจบโปรแกรมจะได้รับการประเมินว่าควรจะจ้างครูให้ทำงานต่อไปหรือไม่

4. โปรแกรมจำลองสถานการณ์ของกระบวนการ (Process simulation) โปรแกรมนี้จะแตกต่างจากโปรแกรม 3 ประเภทที่กล่าวมา คือ บทเรียนประเภทนี้ ผู้เรียนจะไม่มีส่วนร่วมในเหตุการณ์ บทบาทจะเป็นแต่เพียงผู้สังเกตกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้น การเรียนรู้เกิดขึ้นโดยการเลือกค่าขององค์ประกอบ หรือพารามิเตอร์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์นั้น ซึ่งจะส่งผลให้เหตุการณ์นั้นๆ เปลี่ยนแปลงไปตามค่าขององค์ประกอบที่เกี่ยวข้องที่ผู้เรียนส่งค่าไป ได้แก่ การจำลองการทำงานด้านความต้องการของสินค้าที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ที่สามารถเร่งหรือลดเวลาในการทำงานได้โดยไม่ต้องเสียเวลารอคอยเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นจริงในอนาคต

#### 4.3 ความเหมาะสมในการนำสถานการณ์จำลองมาใช้ในทางการศึกษา

ปกาศิต ภัทรังษี (2536 : 8) ได้ศึกษางานต่างๆ เกี่ยวกับการใช้สถานการณ์จำลองในการศึกษา และได้สรุปว่าการจำลองสถานการณ์มีความเหมาะสมต่อการใช้งานดังนี้

1. การจำลองสถานการณ์สามารถเชื่อมโยงวิชาภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติได้อย่างเหมาะสม
2. การจำลองสถานการณ์ผลักดันให้ผู้เรียนได้เกิดการแสดงออก และเป็นผลต่อเนื่องติดตัวไปตลอด
3. การจำลองสถานการณ์ช่วยให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างปลอดภัย
4. การจำลองสถานการณ์ทำให้เร้าอารมณ์ในทางจิตวิทยา
5. การจำลองสถานการณ์ช่วยส่งเสริมทักษะการควบคุมชั้นเรียนให้ดียิ่งขึ้น
6. การจำลองสถานการณ์ช่วยให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างต่อเนื่อง และกว้างขวางยิ่งขึ้น
7. การจำลองสถานการณ์ช่วยให้การเรียนการสอนสอดคล้องกับความเป็นจริงมากที่สุด
8. การจำลองสถานการณ์ช่วยให้ผู้เรียนสามารถศึกษาค้นคว้าหรือเรียนรู้ได้ด้วยตัวเอง
9. การจำลองสถานการณ์ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเห็นสภาพความเป็นจริงได้มากที่สุด

#### 4.4 ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสถานการณ์จำลอง

การจำลองสถานการณ์ในทางการศึกษามีประโยชน์ทางการเรียนการสอนและด้านการทดสอบทักษะ ซึ่งนักการศึกษาได้สรุปไว้ดังนี้

ปกาศิต ภัทรรังษี (2536 : 5-16) ได้กล่าวถึงประโยชน์จากการจำลองสถานการณ์ไว้ดังนี้

##### 1. การใช้สถานการณ์จำลองในด้านการเรียนการสอน

1.1 สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์ทางการศึกษาได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด ภายใต้ขอบเขตของงานที่ผู้เรียนสามารถปฏิบัติงานได้

1.2 สามารถทำให้ผู้เรียน นำความรู้ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้

1.3 ทำให้การเรียนการฝึกที่ยู่ยาก ซับซ้อน ง่ายต่อการเข้าใจ และสามารถสร้างประสบการณ์คล้ายกับประสบการณ์จริง

1.4 สามารถลดค่าใช้จ่ายในทางเศรษฐกิจได้ เช่น อุปกรณ์การฝึกจริงมีราคาแพง และชำรุดเสียหายได้ง่าย หรือสื่อของจริงต้องเดินทางไปศึกษาไกลๆ ทำให้เสียค่าใช้จ่ายมาก เช่น การเรียนภูมิศาสตร์ แก้ได้โดยการเรียนรู้ในห้องจำลองเกี่ยวกับภูมิศาสตร์แทน

1.5 ให้ความปลอดภัยแก่ผู้เรียน ในกรณีทำงานจริงมีอันตรายหรืองานยุ่งยากซับซ้อน เช่น การฝึกหัดขับเครื่องบิน การซ่อมรถ เป็นต้น

1.6 ให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้นอกเหนือจากการเรียนทางด้านเทคนิคอย่างเดียว เช่น สามารถเรียนรู้ทางเขาวนปัญญาและอารมณ์ได้อีก เป็นต้น

1.7 สามารถทำให้ผู้ฝึกสถานการณ์จำลองเกิดแรงจูงใจในการเรียนได้

1.8 การจำลองสถานการณ์สามารถใช้ในหลักสูตรการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี ภายใต้เงื่อนไขการสร้างอย่างมีสมมติฐาน การแก้ปัญหา การสังเกตการณ์ การประเมินผล การแก้ไขข้อบกพร่องและการสร้างการจำลองให้ได้ผลตามต้องการ

2. การใช้สถานการณ์จำลองในด้านการทดสอบทักษะ สรุปได้ว่าการใช้อุปกรณ์จริงระหว่างการทดสอบทักษะประสบปัญหายุ่งยาก บางครั้งเราสามารถใช้อุปกรณ์จำลองได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยการสร้างสถานการณ์จำลองขึ้นเป็นพิเศษเพื่อใช้ในการทดสอบทักษะเฉพาะอย่าง ถึงแม้ว่าการจำลองสถานการณ์จะไม่ทำให้เกิดงานได้เหมือนของจริง แต่ก็ไม่เป็นปัญหาในการทดสอบทักษะ เพราะสถานการณ์จำลองจะถูกสร้างอย่างรัดกุมโดยคำนึงถึงลักษณะการจำลองทักษะเป็นอย่างดี ซึ่งมีข้อคิดเห็นที่สำคัญ 4 ประการ ดังนี้

2.1 การจำลองสถานการณ์ สามารถที่จะแยกการวัดการทดสอบเฉพาะส่วนย่อยของกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับงานโดยตรง

2.2 การจำลองสถานการณ์เสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่าสถานการณ์จริง และยังสามารถสร้างการจำลองไว้เหมือนกันได้หลายชุด เพื่อสะดวกในการทดสอบทักษะของผู้เรียนพร้อมกันได้หลายๆ คนในแต่ละครั้งของการทดสอบทักษะ

2.3 การจำลองสถานการณ์นอกจากลดปัญหาความยุ่งยากลงแล้วยังช่วยให้ผู้ทดสอบเกิดความปลอดภัยอย่างแน่นอน

2.4 การจำลองสถานการณ์ บางอย่างอาจควบคุมได้โดยการต่อวงจรไฟฟ้าเพิ่มเติม และควบคุมการขับเคลื่อนด้วยสวิตช์ ซึ่งอุปกรณ์จริงไม่สามารถทำได้

ปรัชญนันท์ นิลสุข (2543 : 47-58) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือในการจำลองสถานการณ์ อีกรูปแบบหนึ่งของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ดีที่สุด เพราะผู้เรียนจะได้เรียนรู้เหมือนกับเป็นประสบการณ์ตรง และเป็นสิ่งที่จะติดตรึงไปตลอดชีวิต

ทิสนา เขมมณี (2552 : 368) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของสถานการณ์จำลองว่าเป็นกระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยให้ผู้เรียนลงไปเล่นในสถานการณ์ที่มีข้อมูล และกติกการเล่นที่สะท้อนความเป็นจริง และมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งต่างๆ ที่มีอยู่ในสถานการณ์นั้น โดยใช้ข้อมูลที่คล้ายกับข้อมูลจริงในการตัดสินใจและแก้ไขปัญหาต่างๆ ซึ่งการตัดสินใจนั้นจะส่งผลถึงผู้เล่นในลักษณะเดียวกันกับที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริง

มนต์ชัย เทียนทอง (2545ก : 46) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ว่ามีประโยชน์มากกว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทอื่นๆ ในด้านต่อไปนี้

1. ด้านแรงจูงใจ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ สามารถสร้างแรงจูงใจให้แก่ผู้เรียนได้ดี เนื่องจากผู้เรียนได้เรียนรู้จากการกระทำแทนการอ่านข้อความจากจอภาพหรือฟังเสียงบรรยาย

2. ด้านการถ่ายโอนการเรียนรู้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติและทดลองในเงื่อนไขและสถานการณ์ต่างๆ ทำให้เกิดการถ่ายโอนทักษะการแก้ปัญหาที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้

3. ด้านประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์มีประสิทธิภาพในการเรียนรู้ดีกว่า โดยเฉพาะการใช้ประโยชน์ต่อภายหลัง

อนุชา ศรีธรรมมา (2546 : 15) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของสถานการณ์จำลองไว้ว่า การจำลองสถานการณ์นั้น เมื่อนำมาใช้ในการเรียนการสอนสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ได้ใกล้เคียงกับการเรียนในสภาพจริง นอกจากนี้แล้วยังสามารถป้องกันอันตรายแก่

ผู้เรียนในกรณีทำงานจริงมีอันตรายรวมถึงลดค่าใช้จ่ายในการเรียนการสอนได้อีกด้วย สามารถสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับโปรแกรมที่ออกแบบได้เป็นอย่างดี ส่วนใหญ่จะเป็นการสร้างสถานการณ์จำลอง เพื่อเลียนแบบกระบวนการทดลอง หรือการปฏิบัติในห้องปฏิบัติการ

จากหลักการและทฤษฎีเกี่ยวกับสถานการณ์จำลอง ผู้วิจัยเห็นว่าสามารถนำสถานการณ์จำลองมาประยุกต์ใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นภาพและสามารถปฏิบัติกิจกรรมตามที่กำหนดในบทเรียนได้เป็นอย่างดี และช่วยให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างปลอดภัย และสอดคล้องกับความเป็นจริงมากที่สุด ผู้เรียนสามารถศึกษาค้นคว้า หรือเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในชีวิตประจำวันได้ เมื่อเจอสถานการณ์จริง

## 5. โปรแกรม Electronic Workbench Multisim

โปรแกรม Electronic Workbench Multisim เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้ในการจำลองและวิเคราะห์การทำงานของวงจรทางด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ตัวโปรแกรมประกอบด้วย 2 ส่วน คือ Digital และ Analog ซึ่งการใช้งานนั้นเราเพียงสร้างวงจรที่ต้องการจำลองในโปรแกรม โดยเลือกอุปกรณ์ที่มีอยู่ในโปรแกรมมาต่อกันให้เป็นวงจร แล้วเลือกใช้เครื่องมือวัดตามต้องการ เช่น ออสซิลโลสโคป มัลติมิเตอร์ จากนั้นก็สั่งงานให้โปรแกรมทำงาน เพียงเท่านี้โปรแกรมก็จะแสดงผลลัพธ์ที่ต้องการออกมา ซึ่งมีประโยชน์อย่างยิ่งที่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชามากขึ้น และเราไม่ต้องเสียเวลาในการทดลองจริง เพราะถ้าเกิดข้อผิดพลาดในวงจรก็สามารถแก้ไขในโปรแกรมให้ถูกต้องก่อนทดลองจริงได้ ช่วยทำให้ประหยัดเวลาและงบประมาณในการจัดหาวัสดุมาทดลอง (ทีมงานสมาร์ทเลิร์นนิ่ง. 2554 : 5)

โปรแกรม Electronic Workbench Multisim ที่ใช้ในการจำลอง วิเคราะห์การทำงานของวงจร ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเวอร์ชัน 11.0 ซึ่งเป็นของบริษัทซีเอ็นเอ็นที จำกัด สามารถดาวน์โหลดได้ทางอินเทอร์เน็ต และเป็นเวอร์ชันทดลองใช้งาน 30 วัน

## 6. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสถานการณ์จำลอง

สถานการณ์จำลองสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมของผู้เรียนซึ่งแสดงออกภายใต้สถานการณ์อย่างใดอย่างหนึ่งซึ่งจากการปฏิบัติของผู้เรียนในสถานการณ์จำลองจะสามารถบอกได้ว่าผู้เรียนได้นำหลักการหรือทฤษฎีต่างๆ ที่ได้เรียนมาแล้วไปใช้ได้แค่ไหนอย่างไร สถานการณ์จำลองเป็นวิธีการให้ประสบการณ์แก่ผู้เรียนโดยที่ประสบการณ์นั้นๆ ไม่อาจมีโดยตรงในขณะที่เรียน เช่น การทดลองการทำงานของวงจรต่างๆ การสร้างสถานการณ์จำลองขึ้นมา จึงเป็นวิธีที่ทำให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ในการคิดหาวิธีแก้ปัญหาเหล่านั้น เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนประสบการณ์จริง เข้าไปอยู่ในสถานการณ์นั้น และให้มีปฏิริยาโต้ตอบกัน มีระดับความยากง่าย ความสลับซับซ้อนที่เหมาะสมกับพื้นฐานของผู้เรียน สถานการณ์จำลองจะช่วยปรับความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียนให้เข้ากันได้เป็นอย่างดี และเป็นไปตามความต้องการ ช่วยดึงดูดและชักจูงความสนใจของผู้เรียนให้เข้าสู่พฤติกรรมที่ต้องการได้

### 6.1 ความหมายของสถานการณ์จำลอง

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของสถานการณ์จำลองไว้ดังนี้

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2554 : 51) ได้สรุปความหมายของการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลอง หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเป็นวิธีการสอนที่ผู้สอนสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริงได้ โดยในการสอนครูต้องพยายามสร้างความสนใจแก่ผู้เรียนในการทำกิจกรรมด้วยวิธีการต่างๆ แล้วให้ผู้เรียนลองปฏิบัติกิจกรรมตามสถานการณ์จำลองที่กำหนดขึ้น ให้ผู้เรียนได้สังเกตการณ์ทำกิจกรรม จำแนกแยกแยะสิ่งที่ได้ วิเคราะห์หาทางเลือกที่ถูกต้องแล้วสรุปหลักการ วิธีการที่ได้ เพื่อนำไปเชื่อมโยงแก้ปัญหาของสถานการณ์ใหม่ในชีวิตประจำวัน ซึ่งจะเป็นผลดีแก่ผู้เรียนที่ได้ฝึกคิด ตัดสินใจในเรื่องราวต่างๆ โดยไม่เสี่ยงต่ออันตราย และสามารถหาทางป้องกันหรือแก้ปัญหานั้นไว้ล่วงหน้า เมื่อผู้เรียนไปพบสถานการณ์จริงก็จะแก้ปัญหาได้จากประสบการณ์ที่ได้ฝึกมาจากสถานการณ์จำลองที่เรียนไปแล้ว

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2553 : 74) ได้สรุปความหมายของการเรียนรู้ โดยใช้สถานการณ์จำลอง หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่ผู้สอนให้ผู้เรียนเข้าไปอยู่ในสถานการณ์ที่สร้างขึ้น ซึ่งสถานการณ์นั้นจะมีลักษณะคล้ายคลึงกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด ทั้งสภาพแวดล้อมและปฏิสัมพันธ์โดยมีการกำหนดบทบาท ข้อมูล และกติกาไว้เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดแก้ปัญหา และตัดสินใจจากสถานการณ์ที่กำลังเผชิญอยู่ ซึ่งผู้เรียนจะต้องใช้ข้อมูลทั้งหมดที่ได้รับ ประกอบกับวิจารณญาณของตนเองให้ปฏิบัติหน้าที่ตามสถานการณ์นั้นให้ดีที่สุด ซึ่งการเรียนรู้แบบสร้างสถานการณ์จำลองนี้จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการถ่ายโยงได้ดี และสามารถนำไปใช้แก้ปัญหามในชีวิตจริงได้

ทิสนา แชมมณี (2552 : 370) ได้สรุปความหมายของการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลอง หมายถึง กระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยให้ผู้เรียนลงไปเล่นในสถานการณ์ที่มีบทบาท ข้อมูล และกติกาการเล่นที่สะท้อนความเป็นจริง ในการตัดสินใจและแก้ปัญหา ต่างๆ ซึ่งการตัดสินใจนั้นจะส่งผลถึงผู้เล่นในลักษณะเดียวกันกับที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริง

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2546 : 126) ได้สรุปความหมายของการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลอง หมายถึง การสร้างสถานการณ์ขึ้นมาให้ใกล้เคียงสภาพความเป็นจริง ซึ่งผู้เรียนอาจจะประสบ ในภายหลัง การเรียนด้วยสถานการณ์จำลองนี้จะช่วยให้เกิดการถ่ายโยงความรู้ที่ดีและได้ผลมากที่สุด ผู้เรียนจะได้คิดแก้ปัญหาจากสถานการณ์จำลอง ทำให้เกิดการเรียนรู้และสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้

เบคและมอนโร (Beck and Monroe. 1969 : 163) ได้สรุปความหมายของการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลอง หมายถึง ขบวนการในรูปแบบหรือความคล้ายคลึงสภาพความเป็นจริงที่สร้างขึ้น เพื่อจุดมุ่งหมายที่จะทดสอบสถานการณ์ หรือเพื่อการเรียนการสอน

จากความหมายของสถานการณ์จำลองที่กล่าวมา สรุปได้ว่า การจำลองสถานการณ์ คือ กระบวนการที่จำลองมาจากสภาพที่เป็นจริงแล้วให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติแสดงความคิดเห็น หรือหาแนวทางแก้ปัญหาในสถานการณ์นั้นๆ ทำให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ในสภาพที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด มีโอกาสตัดสินใจ เลือกวิธีการแก้ปัญหา และเลือกหลักการหรือทฤษฎีมาใช้ในการตัดสินใจแก้ปัญหา ซึ่งวิธีการตัดสินใจนั้นจะส่งผลถึงผู้เรียนในลักษณะเดียวกันกับที่เผชิญในสถานการณ์จริงของชีวิตต่อไป

## 6.2 จุดมุ่งหมายในการใช้สถานการณ์จำลอง

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2553 : 74-75) กล่าวว่าจุดมุ่งหมายในการใช้สถานการณ์จำลองไว้ดังนี้

1. เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้สภาพความเป็นจริง เกิดความเข้าใจในสถานการณ์ต่างๆ หรือเรื่องที่มีตัวแปรจำนวนมากและมีความสัมพันธ์กันอย่างชัดเจน
2. เพื่อฝึกการทำงานเป็นกลุ่ม การสร้างความสัมพันธ์กับสมาชิกกลุ่ม การยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น
3. เพื่อฝึกการคิดวินิจฉัย แก้ปัญหา ควบคุมสถานการณ์ การตัดสินใจในสถานการณ์ที่ผู้เรียนอาจพบได้ในชีวิตจริง

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2546 : 126) กล่าวถึง จุดมุ่งหมายในการใช้สถานการณ์จำลองไว้ดังนี้

1. เพื่อฝึกการคิดวินิจฉัยแก้ปัญหา การควบคุมสถานการณ์ การตัดสินใจในสถานการณ์ที่ผู้เรียนอาจพบได้ในชีวิตจริง
2. เพื่อฝึกการทำงานกลุ่ม การสร้างความสัมพันธ์กับสมาชิกกลุ่ม การยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น การมีวินัยในตนเอง
3. เพื่อฝึกความกล้าของผู้เรียนให้กล้าคิดกล้าทำ กล้าแสดงออก เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจที่ดีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์จำลองนั้น

จากจุดมุ่งหมายของสถานการณ์จำลองที่กล่าวมาสรุปได้ว่า จุดมุ่งหมายในการจำลองสถานการณ์เพื่อให้เกิดความรู้สร้างประสบการณ์ที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง โดยนักเรียนมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ

### 6.3 องค์ประกอบของสถานการณ์จำลอง

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2553 : 75) กล่าวถึง องค์ประกอบของสถานการณ์จำลองไว้ดังนี้

1. สถานการณ์ ข้อมูล บทบาทและกติกาสื่อที่สะท้อนความเป็นจริง
2. ผู้เรียนทำหน้าที่ผู้แสดงบทบาทต่างๆ ตามที่กำหนดไว้
3. การแก้ปัญหาหรือการตัดสินใจที่เกิดจากวิจารณ์ของนักแสดง
4. การอภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์ ข้อมูล กติกา บทบาทหรือการแสดงพฤติกรรมและผลการแสดงเพื่อการเรียนรู้

ปกาศิต ภัทรรังษี (2536 : 13 ; อ้างอิงจาก Pareek. 1981. **Handbook for Trainers in Educational Management.** pp.154-155) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของสถานการณ์จำลองไว้ 6 ประการ คือ

1. วัตถุประสงค์ของสถานการณ์จำลอง เป็นตัวแสดงเป้าหมายของการฝึกซึ่งผู้ออกแบบและผู้ใช้สถานการณ์จำลองต้องเข้าใจอย่างชัดเจน เพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ของการใช้สถานการณ์จำลอง วัตถุประสงค์ของสถานการณ์จำลองนั้นอาจมีหลายด้านด้วยกัน เช่น ด้านความรู้ เมื่อสถานการณ์จำลองที่สร้างขึ้นก่อให้เกิดความรู้กับผู้เรียนหรือด้านการแสดงออก เมื่อสถานการณ์จำลองก่อให้เกิดการปฏิบัติ การฝึกทักษะ
2. ขอบข่ายความรู้ของสถานการณ์จำลอง เนื่องจากการฝึกสถานการณ์จำลองนั้น ผู้ฝึกต้องมีความเข้าใจ มีความรู้พื้นฐานในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการฝึกสถานการณ์จำลองนั้นๆ เพื่อจะได้มีความรู้ ความเข้าใจมากกว่าเดิม ในบางครั้งผู้ฝึกอาจไม่ประสบผลสำเร็จตามความต้องการ อันมี



สาเหตุมาจากผู้ฝึกขาดความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวกับสถานการณ์จำลอง ดังนั้นขอบข่ายความรู้จึงเป็นตัวกำหนดให้ผู้ออกแบบ ออกแบบสถานการณ์จำลองให้ผู้ฝึกประสบผลสำเร็จอีกด้วย

3. ส่วนที่ถูกจำลองสถานการณ์ เนื่องจากสถานการณ์จำลองนั้นเป็นส่วนที่เปลี่ยนมาจากความเป็นจริง ในบางครั้งลักษณะการเปลี่ยนจากของจริงให้เป็นสถานการณ์จำลองเพื่อให้ผู้ใช้เกิดความรู้ หรือเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง หรืออาจเป็นการจำลองสถานการณ์เพื่อให้ผู้ใช้เกิดความรู้และการแสดงออกพร้อมกันในส่วนที่ถูกเปลี่ยนแปลงมาจากของจริง ผู้ออกแบบหรือผู้ใช้สถานการณ์จำลองจะต้องเข้าใจในส่วนที่ถูกเปลี่ยนแปลงนี้เป็นอย่างดี เพื่อผลสัมฤทธิ์ของการฝึกสถานการณ์จำลองนั้น

4. บทบาทของผู้ฝึกในการฝึกสถานการณ์จำลองทุกครั้ง ตัวผู้ฝึกจะเป็นส่วนหนึ่งในสถานการณ์ที่สร้างขึ้น จะต้องดำเนินบทบาทที่เกี่ยวข้องในการฝึก ซึ่งบทบาทนี้อาจให้กระทำตามที่กำหนดไว้ หรือเกิดขึ้นเองโดยอัตโนมัติก็ตาม ย่อมขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ และลักษณะของการจำลองสถานการณ์นั้นๆ

5. กระบวนการเรียนรู้ ในการฝึกสถานการณ์จำลองมักเกี่ยวกับตัวบุคคลเสมอไม่ว่าจะทำงานในสถานการณ์ที่เป็นกลุ่มหรือทำงานในสถานการณ์จำลองเพียงลำพัง ในการทำงานเป็นกลุ่มจะเป็นการเกี่ยวข้องกันระหว่างบุคคลกับบุคคลและสิ่งแวดล้อมที่จำลองขึ้น ถ้าทำงานคนเดียวก็จะเป็นการเกี่ยวข้องกันระหว่างบุคคลกับสิ่งแวดล้อมที่จำลองขึ้น ดังนั้นเพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ในการใช้สถานการณ์จำลอง ผู้ออกแบบจำเป็นจะต้องเข้าใจจิตวิทยาในการทำงานร่วมกันของบุคคลในสถานะต่างๆ ด้วย

6. เกณฑ์การฝึก ผู้ออกแบบสถานการณ์จำลองนั้นสามารถกำหนดเป้าหมายและทิศทางการดำเนินการฝึกได้ด้วยการตั้งเกณฑ์ ในการตั้งเกณฑ์การฝึกนั้นผู้ออกแบบมักจะตั้งเกณฑ์ขึ้นจากการคาดการณ์ล่วงหน้าถึงผลสำเร็จที่ต้องการในการฝึกสถานการณ์จำลอง

จากสถานการณ์จำลองที่กล่าวมา สรุปได้ว่าสถานการณ์จำลอง ต้องประกอบด้วยวัตถุประสงค์ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดเป้าหมายในการฝึก ขอบข่ายความรู้จะเป็นตัวกำหนดสถานการณ์จำลอง ในส่วนที่ถูกจำลองสถานการณ์นั้นจะต้องสามารถเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมผู้เรียนได้ บทบาทของผู้ฝึกในการฝึกสถานการณ์จำลอง กระบวนการเรียนรู้และเกณฑ์การฝึกสถานการณ์จำลอง

## 6.4 ขั้นตอนการสร้างสถานการณ์จำลอง

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2554 : 49-51) กล่าวถึงการสร้างสถานการณ์จำลองมีขั้นตอนดังนี้

### ขั้นที่ 1 ขั้นสำรวจและวิเคราะห์

ก่อนสร้างสถานการณ์จำลอง ต้องศึกษาและสำรวจจุดประสงค์ว่าต้องการให้ผู้เรียนเรียนรู้เรื่องใดบ้าง ศึกษาสถานการณ์ต่างๆเมื่อได้พิจารณาและศึกษาเป็นอย่างดีแล้วจึงนำมาวิเคราะห์ว่าสถานการณ์จำลองนั้นมีผลต่อการเรียนรู้อะไรบ้าง และจะให้ผลเสียอะไร สถานการณ์ที่นำมาวิเคราะห์นั้นใกล้เคียงกับความเป็นจริงแค่ไหน เพื่อให้สถานการณ์มีประโยชน์ต่อการเรียนรู้มากที่สุด

### ขั้นที่ 2 ขั้นการกำหนดจุดประสงค์

การกำหนดจุดประสงค์นั้นมุ่งให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอะไร เมื่อผู้เรียนเรียนรู้จากสถานการณ์แล้วผู้เรียนจะเป็นอย่างไรการสร้างสถานการณ์จำลองจึงต้องสร้างให้ตรงกับจุดประสงค์

### ขั้นที่ 3 ขั้นการเลือกสถานการณ์

สถานการณ์ที่เป็นจริงและสามารถจำลองมาใช้ในชั้นเรียนต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์ และมีการดัดแปลงให้เหมาะกับการใช้ในชั้นเรียน โดยสถานการณ์จำลองนั้นได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกวิเคราะห์ตัดสินใจ ก่อให้เกิดการเรียนรู้และทักษะที่ต้องการและใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด

### ขั้นที่ 4 ขั้นการกำหนดโครงสร้างของสถานการณ์จำลอง

การกำหนดโครงสร้างของสถานการณ์จำลองประกอบด้วยสิ่งที่สำคัญดังนี้

1. การกำหนดจุดประสงค์ของสถานการณ์จำลอง
2. การกำหนดบทบาทของผู้ร่วมกิจกรรมแต่ละคน
3. การเตรียมข้อมูล เนื้อหาข่าวสารที่จำเป็น
4. การกำหนดสถานการณ์ต่างๆ ให้เห็นเหมือนจริงในสังคม
5. การลำดับขั้นของเหตุการณ์ เวลา และปัญหาจากสถานการณ์
6. การสรุปและอภิปราย เมื่อจบสถานการณ์

### ขั้นที่ 5 ขั้นการสร้างและออกแบบสื่อการเรียนและสร้างกฎเกณฑ์

การสร้างและออกแบบสื่อการเรียนเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการประกอบกิจกรรม เช่น รูปภาพ ใบงาน เป็นต้น สื่อการเรียนจะสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่กำหนดในกิจกรรม ควรวางเงื่อนไขแต่ละขั้นตอนของการแสดงว่าต้องกำหนดการเล่นตามลำดับเหตุการณ์นั้นๆ อย่างไร

## ขั้นที่ 6 ขั้นการทดลองใช้

เมื่อสร้างสถานการณ์เสร็จแล้ว ควรนำสถานการณ์จำลองนั้นไปใช้กับนักเรียนกลุ่มอื่น เพื่อตรวจสอบความพร้อม ด้านวิธีการ ภาษา ตลอดจนการใช้สื่อและเงื่อนไขต่างๆ ว่าควรแก้ไขและปรับปรุงในแง่ใดบ้าง เพื่อให้ได้สถานการณ์จำลองที่สมบูรณ์ เหมาะที่จะนำไปใช้กับนักเรียนแต่ละวัยได้อย่างเหมาะสม

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2553 : 78) กล่าวว่า การสร้างสถานการณ์จำลองจะต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. หากความรู้เกี่ยวกับเหตุการณ์ หรือประสบการณ์ให้มากที่สุด จะช่วยให้เราสร้างสถานการณ์จำลองที่เหมาะสมได้ดี มีคุณภาพ
2. ศึกษาสถานการณ์จำลองที่ผู้อื่นสร้างไว้ให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ก่อนที่จะสร้างขึ้นเอง
3. สถานการณ์จำลองที่เป็นไปได้หรือคล้ายคลึงกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุดจะเป็นสถานการณ์จำลองที่ดีที่สุดที่เราต้องการเช่นเดียวกัน
4. ส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องมือในสถานการณ์จำลองเป็นเพียงสื่อที่จะไปสู่จุดหมายตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

## 6.5 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมโดยใช้สถานการณ์จำลอง

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2553 : 78-81) กล่าวถึงการสอน โดยใช้สถานการณ์จำลอง มีขั้นตอนสำคัญดังต่อไปนี้

### ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมการ

ผู้สอนเตรียมสถานการณ์จำลองที่จะใช้จัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้สอนอาจจะสร้างสถานการณ์ขึ้นเอง หรือเลือกสถานการณ์จำลองที่มีผู้สร้างไว้แล้ว รวมทั้งการเตรียมวัสดุอุปกรณ์สิ่งต่างๆ และสถานที่ ในขั้นตอนนี้ผู้สอนจะต้องศึกษาและทำความเข้าใจในสถานการณ์จำลองนั้นและควรทดลองปฏิบัติด้วยตนเอง เพื่อจะได้ทราบถึงปัญหาอุปสรรค ข้อขัดข้องต่างๆ จะได้จัดเตรียมหาทางป้องกันหรือแก้ไขไว้

### ขั้นที่ 2 ขั้นนำเสนอสถานการณ์จำลองและแนวทางปฏิบัติ

โดยปกติสถานการณ์จำลองส่วนใหญ่จะมีความซับซ้อนพอสมควร การนำเสนอสถานการณ์จำลอง บทบาทและกติกาต่างๆ จึงจำเป็นที่ผู้สอนต้องมีการเตรียมการอย่างดี จัดเตรียมข้อมูลทุกอย่างไว้ให้พร้อมในการนำเสนอสถานการณ์นั้นๆ ผู้สอนจะต้องเสนอให้เป็นไปตามลำดับขั้นตอน โดยเริ่มด้วยการบอกเหตุผล วัตถุประสงค์ ภาพรวมของสถานการณ์จำลองทั้งหมดแล้วจึงให้ข้อมูลรายละเอียดที่จำเป็น เช่น บทบาท กติกา พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถาม

### ขั้นที่ 3 ขั้นมอบหมายบทบาทให้ผู้เรียน

เมื่อผู้เรียนเข้าใจภาพรวมบทบาท กติกาของสถานการณ์จำลองนั้นผู้เรียนทุกคนควรได้รับบทบาทในการแสดงซึ่งผู้สอนอาจเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกบทบาทเองหรือผู้สอนอาจเป็นผู้กำหนดบทบาทให้ผู้เรียนได้ตามความเหมาะสมกับบุคลิกภาพหรือแตกต่างจากชีวิตจริง ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แนวคิดใหม่ ๆ ขึ้นมาได้

### ขั้นที่ 4 ขั้นแสดง

คือขั้นที่ผู้เรียนร่วมแสดงในสถานการณ์จำลองจะต้องใช้ข้อมูลทั้งหมดที่ให้ไว้ประกอบกับวิจารณญาณของตัวเอง เพื่อปฏิบัติหน้าที่หรือแก้ปัญหาตามสถานการณ์นั้นให้ดีที่สุด โดยผู้เรียนจะต้องพิจารณาว่า จะเลือกใช้อุปกรณ์อะไรบ้าง เครื่องมือชนิดใดและการแสดงผลอย่างไร ส่วนครูผู้สอนจะทำหน้าที่ ควบคุมและติดตามสังเกตพฤติกรรมของผู้แสดงอย่างใกล้ชิด จดบันทึกข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนไว้ ให้คำปรึกษาและช่วยแก้ปัญหาต่างๆที่อาจเกิดขึ้น และกำหนดว่าจะเริ่มต้นและยุติการแสดงเมื่อไร

### ขั้นที่ 5 ขั้นอภิปราย

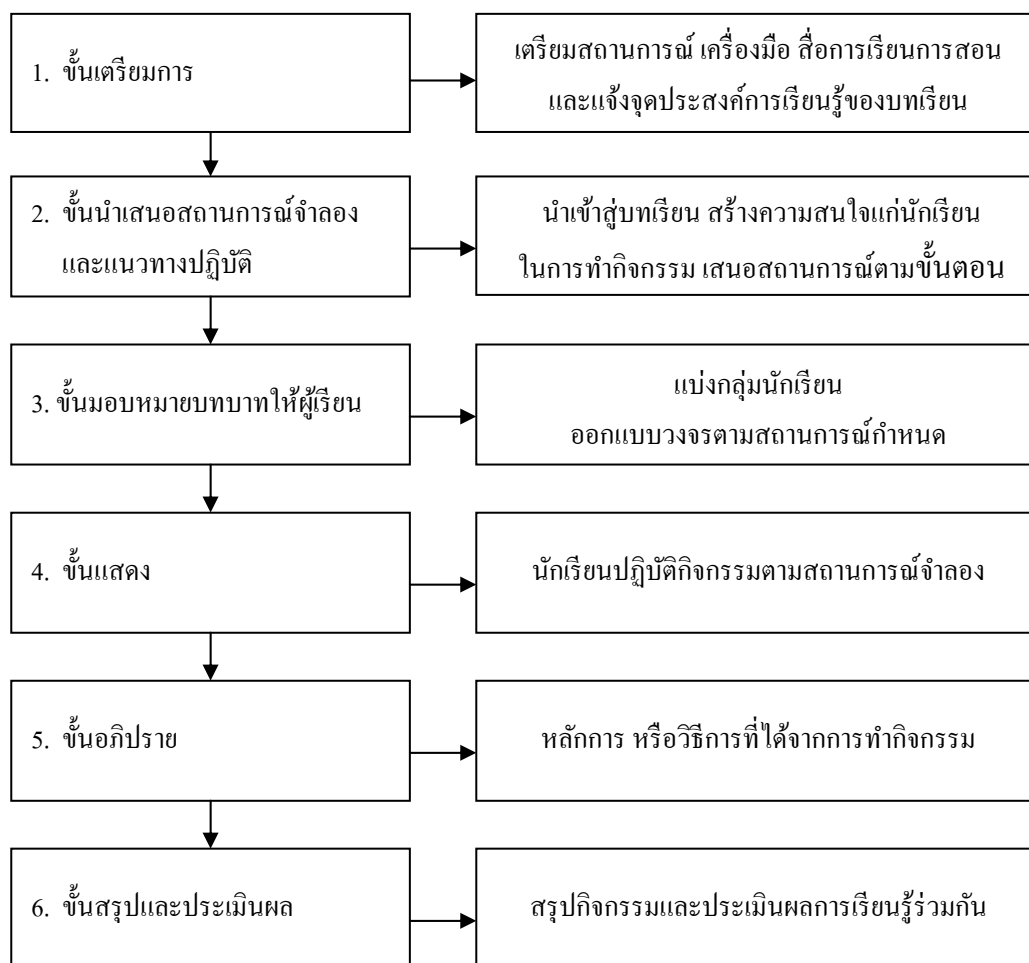
เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยการจำลองสถานการณ์เป็นวิธีการที่มุ่งให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสภาพความเป็นจริงหรือใกล้เคียงความเป็นจริงที่สถานการณ์จำลองขึ้นมา ดังนั้นหลังจากแสดงแล้วจำเป็นต้องมีการอภิปรายประเด็นการเรียนรู้จากสถานการณ์ในเรื่องนั้น ๆ ะไรบ้างเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อสถานการณ์นั้น สิ่งเหล่านี้จะทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง

### ขั้นที่ 6 ขั้นสรุปและประเมินผล

ผู้สอนและผู้เรียนสรุปสาระสำคัญ และประเมินผลการเรียนรู้

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลอง แบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอน

คือขั้นเตรียมการ ขั้นนำเสนอสถานการณ์จำลองและแนวทางปฏิบัติ ขั้นมอบหมายบทบาทให้ผู้เรียน ขั้นแสดง ขั้นอภิปราย ขั้นสรุปและประเมินผล ซึ่งสามารถสรุปเป็นภาพประกอบได้ดังนี้



ภาพประกอบ 7 แสดงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลอง

สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้สถานการณ์จำลอง มีประโยชน์กับนักเรียนและครูผู้สอน ทำให้เกิดการยอมรับซึ่งกันและกัน และเรียนรู้อย่างมีความสุข

**6.6 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลอง**  
 จอยส์ และเวลล์ (Joyce and Weil. 1986 : 347-357) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลอง ซึ่งครูจะต้องทำหน้าที่ดังนี้

1. ผู้อธิบาย (Explaining) ครูจะต้องอธิบายกฎ กติกาต่างๆ ตลอดจนอธิบายถึงภาพรวมของสถานการณ์จำลองโดยให้ทราบความสำคัญของแต่ละช่วงของสถานการณ์จำลองที่นักเรียนจะต้องทำว่าเกี่ยวข้องกับอย่างไร แต่ผู้เรียนไม่ต้องฝึกฝนเกี่ยวกับขั้นตอนต่างๆ เป็นแต่เพียงรู้ว่าจะต้องทำอะไรบ้าง นักเรียนจะทราบเพียงภาพรวมของสถานการณ์จำลองโดยนักเรียนจะเข้าใจ

ความสัมพันธ์ในแต่ละช่วงของบทบาทที่ต่อเนื่องและสัมพันธ์กันก็ต่อเมื่อนักเรียนได้ปฏิบัติเสร็จสิ้น

2. ผู้กำกับดูแล (Refereeing) ครูจะเป็นผู้กำกับงานในแต่ละกลุ่มโดยครูจะต้องกำหนดให้สอดคล้องกับความสามารถของแต่ละบุคคล โดยเด็กจะทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มครูจะต้องคำนึงถึงความสามารถของเด็กออกมาให้ได้ โดยเปิดโอกาสให้เด็กได้แสดงออกมาได้เต็มที่ และให้อิสระในการเคลื่อนไหว การพูดคุยครูจะทำหน้าที่เป็นกรรมการโดยพยายามไม่เข้าไปสอดส่อง สอดแทรก ในขณะที่เด็กทำกิจกรรม

3. ผู้ฝึก (Coaching) ครูจะต้องทำหน้าที่เป็นผู้ฝึกเมื่อถึงเวลาอันจำเป็น โดยคอยให้คำปรึกษาแก่นักเรียนเพื่อให้นักเรียนจะได้แนวทางที่ดีขึ้น นักเรียนได้แสดงออกมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ครูจะเป็นผู้คอยช่วยเหลือและสนับสนุน ไม่ใช่เป็นเพียงผู้สั่งสอนหรือผู้บังคับ ครูจะไม่ใช้ผู้แสดง ครูจะแสดงบทบาทเมื่อเด็กต้องการคำแนะนำ

4. ผู้อภิปราย (Discussing) หลังจากนั้นครูจะทำหน้าที่นำในการอภิปรายในห้องเรียน จัดสถานการณ์ให้เหมือนกับชีวิตประจำวันให้มากที่สุด โดยครูจะเป็นผู้ตั้งจุดสำคัญหรือความคิดรวบยอดที่เด็กควรจะได้จากกิจกรรมที่เด็กได้ทำไปแล้ว และนักเรียนทุกคนช่วยกันอภิปรายร่วมกัน ตลอดจนแนวทางพัฒนากิจกรรมให้ดียิ่งขึ้น

สรุป บทบาทของครูในสถานการณ์จำลองครูจะต้องเป็นผู้อธิบาย กฎ กติกา ขั้นตอน ตลอดจนภาพรวมของกิจกรรม และครูจะต้องกำหนดงานให้เหมาะสมกับความสามารถของเด็กแต่ละคน ครูจะทำหน้าที่เป็นผู้นำการอภิปรายโดยเปิดโอกาสให้เด็กได้แสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่

### 6.7 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลอง

ศุวิทย์ มูลคำและอรทัย มูลคำ (2553 : 81) กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัด ดังนี้

#### ข้อดี

1. เป็นการให้โอกาสผู้เรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการต่างๆ เช่น กระบวนการแก้ปัญหา กระบวนการสื่อสาร กระบวนการคิด เป็นต้น
2. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้สูงมาก เกิดความสนุกสนานในการเรียนรู้ เป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย
3. สามารถจัดประสบการณ์ ที่เพิ่มประสิทธิภาพความจำได้ดี สามารถถ่ายทอดสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวกับสภาพความเป็นจริงในชีวิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ
4. สามารถจัดทดลองจริงได้ตามสมมติฐาน การทดสอบและการประยุกต์ใช้ ช่วยให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในวิธีการเรียนรู้แบบแก้ปัญหา
5. ควบคุมเวลาในการจัดการเรียนรู้ได้ดี และสามารถประเมินผลได้อย่างถูกต้อง

### ข้อจำกัด

1. เป็นวิธีการเรียนรู้ที่ต้องใช้เวลามาก เช่น การเตรียมการ การแสดงและการอภิปราย เป็นต้น
2. เป็นวิธีการเรียนรู้ที่จะต้องใช้ค่าใช้จ่ายสูงมาก เพราะต้องใช้วัสดุอุปกรณ์และข้อมูลต่างๆ สำหรับผู้แสดง
3. เป็นวิธีการที่ต้องพึ่งสถานการณ์จำลอง ถ้าหากผู้สอนไม่มีความรู้ ความเข้าใจในการสร้างสถานการณ์เพียงพอ หรือกำหนดสถานการณ์ได้ไม่ดีพอ การเรียนรู้ในครั้งนั้นจะไม่เกิดสัมฤทธิ์ผล
4. การอภิปรายและการสรุปผล เป็นขั้นตอนสำคัญต้องอาศัยความชำนาญของผู้สอน จึงจะทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง

## 7. การจัดการเรียนรู้แบบปกติ

จากหลักการและแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ จะกล่าวถึงเรื่องเกี่ยวกับความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบปกติ การจัดการเรียนการสอนแบบปกติ และขั้นตอนการสอนแบบปกติ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

### 7.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

บุญชม ศรีสะอาด (2537 : 41) ได้กล่าวไว้ว่า วิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ บางครั้งอาจเรียกว่าวิธีการจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่อาศัยความสามารถของผู้สอนในการเรียบเรียงเนื้อหาสาระและการใช้เทคนิคในการถ่ายทอดเนื้อหาสาระให้น่าสนใจ

วรพร ชาวสุทธิ (2542 : 13) ได้ให้ความหมายว่า วิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติเป็นการจัดการเรียนการสอนโดยมีการดำเนินการเป็นขั้นตอนดังนี้คือ ขั้นนำ เป็นการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนเพื่อกระตุ้นให้เกิดความสนใจ และความพร้อมที่จะเชื่อมโยงเข้าสู่การเรียน ขั้นสอน เป็นการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมโดยผู้สอนจะสอนและแนะนำการสอน และให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด ขั้นสรุป ผู้สอนและผู้เรียนทั้งชั้นเรียนร่วมกันสรุปสาระสำคัญ เพื่อให้เกิดความเข้าใจชัดเจนมากยิ่งขึ้น และสามารถนำความรู้ไปใช้ได้ และขั้นการวัดและประเมินผล ผู้สอนให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบ

วีระพันธ์ ลิทธิพงศ์ (2540 : 228) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบปกติเป็นการสอนที่จัดขึ้นในสถานศึกษา ซึ่งเป็นการดำเนินการสอนตามหลักสูตรรายวิชาที่สถานศึกษากำหนดไว้เพื่อใช้สอนในแต่ละรายวิชา และเพื่อให้ทราบถึงโครงสร้างของรายวิชาที่แบ่งย่อยเป็นหัวข้อใหญ่ หัวข้อย่อย วัตถุประสงค์ทางการศึกษาของแต่ละหัวข้อใหญ่ และหัวข้อย่อย วิธีการสอน และวิธีการประเมินผล

จากความหมายของวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติสามารถสรุปได้ว่า วิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกตินั้นเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่สถานศึกษาได้กำหนดไว้ ซึ่งประกอบด้วย ขั้นนำ ขั้นสอน ขั้นสรุป และขั้นการวัดและประเมินผล วิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติที่ใ้ใช้มักจะใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย หรือวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสาธิต

## 7.2 วิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

วิระพันธ์ ลิทธิพงศ์ (2540 : 228) กล่าวถึงลักษณะการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีลักษณะดังต่อไปนี้

1. การจัดการเรียนรู้ยึดตามหลักสูตร โดยใช้เนื้อหาเป็นหลัก
2. กำหนดเวลาเรียนแน่ชัด ใช้เวลาเรียนพร้อม ๆ กันทั้งกลุ่ม
3. เน้นการตอบสนองความต้องการของกลุ่ม
4. ใช้ตำรา แบบฝึกหัด เป็นอุปกรณ์การจัดการเรียนรู้สำคัญ
5. จำกัดขอบเขตการเรียนรู้
6. สอนโดยวิธีการบรรยายหรือวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสาธิตเป็นหลัก
7. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้แบบกว้าง ๆ
8. เกณฑ์การวัดขึ้นอยู่กับบุคคล
9. การประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนจะแยกออกจากการจัดการเรียนรู้ และเกิดขึ้น

เกือบตลอดเวลาในช่วงของการทดสอบ

10. ยึดถือคะแนนการสอบเป็นหลัก

จากที่กล่าวมา การจัดการเรียนรู้แบบปกติจะยึดหนังสือ หรือตำราเป็นหลัก ครูเป็นผู้ป้อนความรู้ให้กับนักเรียนเพื่อให้นักเรียนจำไปทำข้อสอบ โดยนักเรียนไม่มีโอกาสได้สัมผัสกับชีวิตที่เป็นธรรมชาติ และนักเรียนก็ไม่กล้าแสดงออก ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนแบบปกติครูจะมีบทบาทแต่เพียงผู้เดียว

## 7.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

สุกัญญา กตัญญู (2542 : 55) กล่าวว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สามารถแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

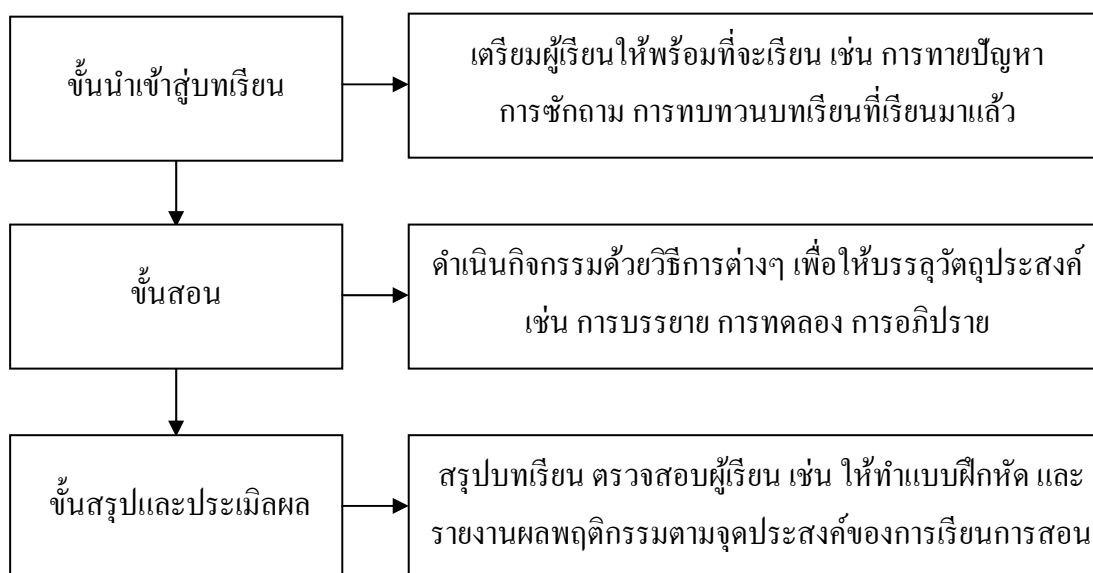
1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นการเตรียมนักเรียนให้พร้อมที่จะเรียน โดยครูกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจด้วยกิจกรรมต่างๆ เช่น การทายปัญหา การซักถาม การทบทวนบทเรียน



2. **ขั้นสอน** เป็นการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ด้วยวิธีการต่างๆ เช่น ครูเสนอบทเรียนใหม่โดยการสนทนา ซักถาม แล้วให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาในบทเรียนหรือเนื้อหาเสริมบทเรียน หลังจากนั้นนักเรียนร่วมกันอภิปรายในกลุ่ม ปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ตามที่กำหนดในแผนการจัดการเรียนรู้ เช่น ดำเนินการทดลอง การอภิปราย การเสนอผลการทดลอง

3. **ขั้นสรุปและประเมินผล** เป็นการสรุปเนื้อหาสาระและความคิดรวบยอดของบทเรียน โดยครูเลือกใช้กิจกรรมการสรุปในลักษณะต่างๆ เช่น ให้นักเรียนรายงานผลการทดลองหน้าชั้นเรียน ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองร่วมกัน การสังเกตและการตอบคำถาม การให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด เป็นการตรวจสอบพฤติกรรมที่กำหนดไว้ในจุดประสงค์การเรียนรู้ในการสอนแต่ละครั้ง

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เป็นขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามหลักสูตรรายวิชาที่สถานศึกษาได้กำหนดไว้ แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสอน และขั้นสรุปและประเมินผล ซึ่งวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติส่วนใหญ่จะใช้วิธีการสอนแบบบรรยาย หรือวิธีการสอนแบบสาธิตแล้วแต่ลักษณะรายวิชาที่สถานศึกษากำหนด สามารถสรุปได้ดังภาพประกอบ



ภาพประกอบ 8 สรุปขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

7.4 เปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองกับการจัดการเรียนแบบปกติ  
ในการเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองกับการจัดการเรียนรู้แบบ  
ปกติ ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบดังตาราง

ตาราง 4 เปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้แบบจำลองสถานการณ์กับแบบปกติ

หัวข้อเปรียบเทียบ	การจัดการเรียนรู้ แบบจำลองสถานการณ์	การจัดการเรียนรู้แบบปกติ
1. หลักการ	<ol style="list-style-type: none"> <li>ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ นักเรียนอาจเป็นรายบุคคล หรือกลุ่มก็ได้</li> <li>กิจกรรมเป็นกิจกรรมตามความถนัด ความสนใจ และเป็นไปตามลำดับขั้นตอน</li> <li>คำนึงถึงความสามารถของบุคคล</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ นักเรียนอาจเป็นรายบุคคล หรือกลุ่มก็ได้</li> <li>กิจกรรมเป็นกิจกรรมตามความสนใจและเป็นไปตามลำดับขั้นตอน</li> <li>คำนึงถึงความแตกต่างของบุคคล</li> </ol>
2. ขั้นตอนการเรียนรู้	<ol style="list-style-type: none"> <li>ขั้นเตรียมการ</li> <li>ขั้นนำเสนอสถานการณ์จำลองและแนวทางปฏิบัติ</li> <li>ขั้นมอบหมายหมายบทบาทให้ผู้เรียน</li> <li>ขั้นแสดง</li> <li>ขั้นอภิปราย</li> <li>ขั้นสรุปและประเมินผล</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>ขั้นนำ</li> <li>ขั้นสอน</li> <li>ขั้นสรุปและประเมินผล</li> </ol>
3. ลักษณะเด่น	<ol style="list-style-type: none"> <li>ผู้เรียนได้เรียนรู้เรื่องที่มีความสัมพันธ์ซับซ้อนได้ เนื่องจากมีประสบการณ์ ที่เห็นประจักษ์ด้วยตนเอง</li> <li>ผู้เรียนมีโอกาสได้ฝึกทักษะกระบวนการต่าง ๆ เช่น การปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น การสื่อสาร การตัดสินใจ การแก้ปัญหา และกระบวนการคิด เป็นต้น</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงได้ผ่านกระบวนการต่าง ๆ ได้ พิสูจน์ ทดสอบ และเห็นผลประจักษ์ด้วยตนเอง จึงเกิดการเรียนรู้ได้ดี มีความเข้าใจ</li> </ol>

ตาราง 4 (ต่อ)

หัวข้อเปรียบเทียบ	การจัดการเรียนรู้แบบจำลองสถานการณ์	การจัดการเรียนรู้แบบปกติ
4. บทบาทผู้เรียน	<ol style="list-style-type: none"> <li>ผู้เรียนเรียนรู้ทุกขั้นตอนด้วยตนเอง และก้าวหน้าตามธรรมชาติ ได้รับประสบการณ์และพัฒนาความคิด</li> <li>ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาในกิจกรรมที่ได้เรียนรู้ตามขั้นตอนของการจำลองสถานการณ์</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>ผู้เรียนทดลองใบงานด้วยตนเอง ตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งเสร็จสิ้น</li> <li>ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทดลอง</li> </ol>
5. บทบาทผู้สอน	<ol style="list-style-type: none"> <li>ผู้สอนทำการสอนตามลำดับขั้นตอนของการจำลองสถานการณ์ 6 ขั้นตอน ดูแลการทำกิจกรรมอย่างใกล้ชิด</li> <li>ให้คำแนะนำ ปรีกษา และช่วยแนะนำการแก้ปัญหาในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ทุกขั้นตอน</li> <li>ให้ความรัก ความเมตตาแก่ผู้เรียนทุกคนอย่างเท่าเทียมกัน</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>ผู้สอนทำการสอนตามลำดับขั้นตอน ดูแลการทำกิจกรรมอย่างใกล้ชิด</li> <li>ให้คำแนะนำ ปรีกษา และช่วยแนะนำการแก้ปัญหาในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ทุกขั้นตอน</li> <li>ให้ความรัก ความเมตตาแก่ผู้เรียนทุกคนอย่างเท่าเทียมกัน</li> </ol>

## 8. การทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนทดลอง

### 8.1 ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพ

การทดสอบประสิทธิภาพ หมายถึงการนำสื่อหรือบทเรียนไปทดสอบด้วยกระบวนการ 2 ขั้นตอน คือ

- การทดลองประสิทธิภาพเบื้องต้น (Tryout) เป็นการนำสื่อหรือบทเรียนที่ผลิตขึ้นเป็นต้นแบบ (Prototype) แล้วไปทดลองประสิทธิภาพการใช้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแต่ละระบบ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของสื่อหรือบทเรียนให้เท่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และปรับปรุงจนถึงเกณฑ์
- การทดสอบประสิทธิภาพจริง (Trial run) หมายถึง การนำสื่อหรือบทเรียนที่ได้ทดสอบประสิทธิภาพการใช้เบื้องต้นและปรับปรุงจนได้คุณภาพถึงเกณฑ์แล้วของแต่ละหน่วย

ทุกหน่วยในแต่ละวิชาไปสอนจริงในชั้นเรียนหรือในสถานการณ์การเรียนรู้ที่แท้จริงในช่วงเวลาหนึ่ง เช่น 1 ภาคการศึกษาเป็นอย่างน้อย เพื่อตรวจสอบคุณภาพเป็นครั้งสุดท้ายก่อนนำไปเผยแพร่

## 8.2 วิธีการทดสอบประสิทธิภาพ

กนกพรรณ ภูทองพลอย (2552 : 41) ได้กล่าวถึงวิธีการทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนทดลองที่สร้างขึ้น 2 วิธี คือ

### 1. การทดสอบประสิทธิภาพเชิงเหตุผล (Rational approach)

กระบวนการนี้เป็นการทดสอบประสิทธิภาพโดยใช้หลักของความรู้ และเหตุผลในการตัดสินคุณค่าของสื่อการเรียนการสอน โดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญ (Panel of expert) เป็นผู้พิจารณาตัดสินคุณค่าซึ่งเป็นการหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) และความเหมาะสมในการนำไปใช้ (Usability) ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน แล้วนำมาทดสอบหาค่าประสิทธิภาพต่อไป

### 2. การทดสอบประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ (Empirical approach)

วิธีการนี้จะนำสื่อไปทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนเป้าหมาย ประสิทธิภาพที่วัดส่วนใหญ่จะพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์การทำแบบฝึกหัดหรือกระบวนการเรียน หรือแบบทดสอบย่อย โดยแสดงเป็นค่าตัวเลข 2 ตัว เช่น  $E_1/E_2 = 80/80$ ,  $E_1/E_2 = 90/90$  เป็นต้น

## 8.3 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

ความหมายของเกณฑ์ (Criterion) เกณฑ์เป็นขีดกำหนดที่จะยอมรับรับว่าสิ่งใดหรือพฤติกรรมใดมีคุณภาพและหรือปริมาณที่จะรับได้

การตั้งเกณฑ์ต้องตั้งไว้ครั้งแรกครั้งเดียว เพื่อจะปรับปรุงคุณภาพให้ถึงเกณฑ์ขั้นต่ำที่ตั้งไว้ จะตั้งเกณฑ์การทดสอบประสิทธิภาพไว้ต่างกันไม่ได้ เช่น เมื่อมีการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว ตั้งเกณฑ์ไว้ 60/60 แบบกลุ่ม ตั้งไว้ 70/70 ส่วนแบบสนาม ตั้งไว้ 80/80 ถือว่า เป็นการตั้งเกณฑ์ที่ไม่ถูกต้องเนื่องจากเกณฑ์ที่ตั้งไว้เป็นเกณฑ์ต่ำสุด ดังนั้นหากการทดสอบคุณภาพของสิ่งใด หรือพฤติกรรมใดได้ผลสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 หรืออนุโลมให้มีความคลาดเคลื่อนต่ำหรือสูงกว่าค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้เกิน 2.5 ก็ให้ปรับเกณฑ์ขึ้นไปอีกหนึ่งขั้น แต่หากได้ค่าต่ำกว่าค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้ ต้องปรับปรุงและนำไปทดสอบประสิทธิภาพหลายครั้งในภาคสนามจนได้ค่าถึงเกณฑ์ที่กำหนด

ความหมายของเกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของสื่อหรือบทเรียนทดลองที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม หากบทเรียนทดลองมีคุณภาพ ก็สามารถนำไปสอนนักเรียนให้มีประสิทธิภาพได้

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้ โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภทคือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น  $E_1 = \text{Efficiency of process}$  (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น  $E_2 = \text{Efficiency of product}$  (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

1. ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional behavior) คือประเมินผลต่อเนื่องซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยของผู้เรียน เรียกว่า “กระบวนการ” (Process) ที่เกิดจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม ได้แก่ การทำโครงการ หรือทำรายงานเป็นกลุ่มและรายงานบุคคล ได้แก่งานมอบหมาย และกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

2. ประเมินพฤติกรรมสุดท้าย (Terminal behavior) คือประเมินผลลัพธ์ (Product) ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียน

ประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ ที่ผู้สอนคาดหมายว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้ผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมด ต่อร้อยละของผลการประเมินหลังเรียนทั้งหมด

$$E_1/E_2 = \text{ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์}$$

### ตัวอย่าง

80/80 หมายความว่าเมื่อเรียนจากสื่อหรือบทเรียนทดลองแล้ว ผู้เรียนจะสามารถทำแบบฝึกปฏิบัติหรืองานได้ผลเฉลี่ย 80% และประเมินหลังเรียนและงานสุดท้ายได้ผลเฉลี่ย 80%

การที่จะกำหนดเกณฑ์  $E_1/E_2$  ให้มีค่าเท่าใดนั้น ให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจ โดยพิจารณาพิสัยการเรียนรู้ที่จำแนกเป็น พุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย ในขอบข่าย พุทธิพิสัย ซึ่งเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักจะตั้งไว้สูงสุดแล้วลดต่ำลงมาคือ 90/90, 85/85, 80/80

เกณฑ์ประสิทธิภาพที่กำหนดในงานวิจัยครั้งนี้ คือ  $E_1/E_2 = 80/80$  ซึ่ง ตัวเลข 80 ตัวแรก ( $E_1$ ) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบย่อยได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ถือเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ ส่วน 80 ตัวหลัง ( $E_2$ ) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนการหาค่า  $E_1$  และ  $E_2$  ใช้สูตรดังนี้

### วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ $E_1$

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

- เมื่อ  $E_1$  คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ  
 $\sum X$  คือ คะแนนรวมของแบบฝึกปฏิบัติ กิจกรรมหรืองานที่ทำระหว่างเรียน  
 A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกปฏิบัติทุกชิ้นรวมกัน  
 N คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมด

### วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ $E_2$

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

- เมื่อ  $E_2$  คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์  
 $\sum F$  คือ คะแนนรวมของผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียน  
 B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน  
 N คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมด

### การตีความหมายผลการคำนวณค่า $E_1/E_2$

หลังจากคำนวณค่า  $E_1$  และ  $E_2$  ได้แล้ว ผู้หาประสิทธิภาพต้องตีความหมายของผลลัพธ์ โดยยึดหลักการและแนวทางดังนี้ ความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ ให้มีความคลาดเคลื่อนหรือความแปรปรวนของผลลัพธ์ ได้ไม่เกิน .05 (ร้อยละ 5) จากช่วงต่ำไปสูง =  $\pm 2.5$  นั่นคือผลลัพธ์ของค่า  $E_1$  หรือ  $E_2$  ที่ถือว่า เป็นไปตามเกณฑ์ มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ ไม่เกิน 2.5% และสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ไม่เกิน 2.5% หากคะแนน  $E_1$  หรือ  $E_2$  ห่างกันเกิน 5% แสดงว่ากิจกรรมที่ให้นักเรียนทำกับการสอบหลังเรียนไม่สมดุลกัน เช่น ค่า  $E_1$  มากกว่า  $E_2$  แสดงว่างานที่มอบหมายอาจจะง่ายกว่าการสอบ หรือหากค่า  $E_2$  มากกว่าค่า  $E_1$  แสดงว่าการสอบยากกว่า หรือไม่สมดุลกับงานที่มอบหมายให้ทำ จำเป็นที่จะต้องปรับแก้

สื่อหรือบทเรียนที่ได้รับการออกแบบและพัฒนาอย่างดีมีคุณภาพ ค่า  $E_1$  และ  $E_2$  ที่คำนวณได้จากการทดสอบประสิทธิภาพจะต้องใกล้เคียงกัน และห่างกันไม่เกิน 5% ซึ่งเป็นตัวชี้ที่จะยืนยันได้ว่านักเรียนได้มีการเปลี่ยนพฤติกรรมต่อเนื่องตามลำดับขั้นหรือไม่ก่อนที่จะมีการเปลี่ยนพฤติกรรมขั้นสุดท้าย หรืออีกนัยหนึ่งต้องประกันได้ว่านักเรียนมีความรู้จริง ไม่ใช่ทำกิจกรรมหรือทำสอบได้เพราะการเดา

## 8.4 ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ

### 8.4.1 ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ 1:1

การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือบทเรียนทดลองกับผู้เรียน 1-3 คน โดยใช้เด็กอ่อน ปานกลาง และเด็กเก่งให้ดีขึ้น คะแนนที่ได้ในขั้นนี้จะประมาณ 50-60% ระหว่างทดลองประสิทธิภาพ 1:1 ให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่าหงุดหงิด ทำหน้าฉงน หรือ ทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ ประเมินการเรียนรู้จากกระบวนการคือกิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบหมายให้ทำและทดสอบหลังเรียน นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น

### 8.4.2 ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ 1:10

การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1 : 10) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับผู้เรียน 6 – 12 คน (ละผู้เรียนที่เก่ง ปานกลาง และอ่อน) ระหว่างทดลองประสิทธิภาพ 1:10 ให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่า หงุดหงิด ทำหน้าฉงน หรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ หลังจากทดลองประสิทธิภาพ ให้ประเมินการเรียนรู้จากกระบวนการ คือกิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบหมายให้ทำ และ ประเมินผลลัพธ์คือการทดสอบหลังเรียน และงานสุดท้ายที่มอบให้นักเรียนทำส่งก่อนสอบประจำ หน่วยให้นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุง ในคราวนี้ คะแนนของผู้เรียนจะเพิ่มขึ้นอีกเกือบเท่าเกณฑ์โดยเฉลี่ยจะห่างจากเกณฑ์ประมาณ 10% นั่นคือ  $E_1/E_2$  ที่ได้จะมีค่าประมาณ 60-70%

### 8.4.3 ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ 1:100

การทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1 : 100) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คนทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือบทเรียนกับผู้เรียนทั้งชั้น ระหว่างทดลองประสิทธิภาพ 1:100 ให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่าหงุดหงิด ทำหน้าฉงน หรือ ทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ หลังจากทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามแล้ว ให้ประเมินการเรียนรู้จากกระบวนการ คือกิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบหมายให้ทำและทดสอบหลังเรียน นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้นแล้วนำไปทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามซ้ำกับนักเรียนต่างกลุ่ม โดยทดสอบประสิทธิภาพ 2-3 ครั้ง จนได้ค่าประสิทธิภาพถึงเกณฑ์ขั้นต่ำ ปรกติไม่น่าจะทดสอบประสิทธิภาพเกณฑ์สามครั้ง ด้วยเหตุนี้ขั้นทดสอบประสิทธิภาพ ภาคสนามจึงแทนด้วย 1:100 ปกติ

ให้ใช้กับผู้เรียน 30 คน แต่ในโรงเรียนขนาดเล็กก่อนุ โลมให้ใช้กับนักเรียน 15 คนขึ้นไปผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามควรใกล้เคียงกัน เกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากค่าจากเกณฑ์ ไม่เกิน 2.5% ก็ให้ยอมรับว่า สื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากค่าที่ได้ต่ำกว่าเกณฑ์ -2.5 ให้ปรับปรุงและทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามซ้ำ จนกว่าจะถึงเกณฑ์ จึงจะหยุดปรับปรุงแล้วสรุปว่าบทเรียนไม่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้หรือจะลดเกณฑ์ลงเพราะ“ถอดใจ” หรือยอมแพ้ไม่ได้ หากสูงกว่าเกณฑ์ไม่เกิน +2.5 ก็ยอมรับว่าสื่อหรือบทเรียนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากค่าที่ได้สูงกว่าเกณฑ์เกิน +2.5 ให้ปรับเกณฑ์ขึ้นไปอีกหนึ่งขั้น เช่น ตั้งไว้ 80/80 หากค่าได้ 83.40/86.25 ก็ให้ปรับขึ้นเป็น 85/85 หรือหากค่าได้ 88.75/91.20 ก็ปรับเกณฑ์เป็น 90/90 ตามค่าประสิทธิภาพที่ทดสอบประสิทธิภาพได้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2554ช : 62-63)

## 9. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### 9.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

อุทุมพร จามรمان (2541 : 73) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จของสิ่งที่ได้รับการอบรมหรือสอน หรือหมายถึงการบรรลุถึงวัตถุประสงค์ของการอบรม การเรียนการสอน

วรรณิ โสมประยูร (2537 : 261-271) ให้ความหมาย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง ความสามารถหรือพฤติกรรมของนักเรียนที่เกิดจากการเรียนการสอนซึ่งพัฒนาขึ้นหลังจากการได้รับการอบรมสั่งสอนและฝึกฝน โดยตรง

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2538 : 29) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะรวมถึงความรู้ ความสามารถของบุคคลอันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน หรือมวลประสบการณ์ที่พึงปวงที่บุคคลได้รับจากการเรียนการสอนทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ของสมรรถภาพสมอง

กู๊ด (Good. 1973 : 103) ให้ความหมาย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง ผลของการสะสมความรู้ ความสามารถในการเรียนทุกด้านเข้าด้วยกัน

จากความหมายดังกล่าวสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง ปริมาณของความรู้ความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการจัดการเรียนรู้ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่แสดงออกมาในด้านต่างๆ เช่น พุทธิพิสัย จิตพิสัย ทักษะพิสัย ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้



## 9.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีนั้น มีองค์ประกอบหลายประการ บรรเทา สุขช่วย (2552 : 73) ได้กล่าวโดยสรุปไว้ว่า ตัวแปรที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่ได้ขึ้นอยู่กับสติปัญญาเพียงอย่างเดียว แต่ขึ้นอยู่กับตัวแปรอื่นๆ ดังนี้

1. พฤติกรรมด้านความรู้ความคิด หมายถึงความสามารถทั้งหลายของผู้เรียนซึ่งประกอบด้วยความถนัดและพื้นฐานเดิมของผู้เรียน
2. คุณลักษณะด้านจิตพิสัย หมายถึง สภาพการณ์หรือแรงจูงใจที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ใหม่ ได้แก่ ความสนใจ ทัศนคติต่อเนื้อหาวิชาที่เรียนในโรงเรียนและระบบการเรียน ความคิดเห็นเกี่ยวกับตนเอง ลักษณะบุคลิกภาพ
3. คุณภาพการสอน ซึ่งได้แก่ การแนะนำ การมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน การเสริมแรงจากครู การแก้ไขข้อผิดพลาดและรู้ผลว่าตนเองกระทำได้ถูกต้องหรือไม่

สรุป องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประกอบด้วยคุณลักษณะของผู้เรียน คุณภาพการสอนของครูและสภาพแวดล้อมต่างๆ ซึ่งคุณลักษณะของผู้เรียนมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากที่สุด คุณภาพการสอนของครู และปัจจัยอื่นๆ มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรองลงมาตามลำดับ

## 9.3 ความรู้

### 9.3.1 ความหมายของความรู้

บลูม (Bloom. 1956 : 271) ได้ให้ความหมายของความรู้ว่า เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการระลึกถึงสิ่งเฉพาะเรื่องหรือเรื่องทั่วไป วิธีการ กระบวนการหรือสถานการณ์ต่างๆ โดยเน้นความจำ

พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542 (ราชบัณฑิตยสถาน. 2546 : 232) ให้ความหมายว่า ความรู้ หมายถึง “สิ่งที่สั่งสมมาจากการศึกษาเล่าเรียน การค้นคว้าหรือประสบการณ์ รวมทั้งความสามารถเชิงปฏิบัติและทักษะ” ความรู้มีถูกมีผิด ซึ่งถูกหรือผิดเป็นไปตามหลักวิชาและเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สามารถพิสูจน์หรือตรวจสอบได้ ความรู้เป็นภูมิปัญญา เป็นผลการเรียนรู้ และการแก้ปัญหาที่สั่งสมไว้ ความรู้เป็นความสามารถเชิงพฤติกรรมทางสมองสามารถวัดได้ด้วย การใช้แบบทดสอบ คำว่า ความรู้ มีลักษณะเป็นเพียงแนวความคิดของพฤติกรรมเท่านั้นมิใช่ส่วนประกอบของเนื้อหารวมด้วย เพราะจะถามว่ามีความรู้หรือไม่คงไม่ได้ ต้องมีเนื้อหาที่ต้องการถามรวมอยู่ด้วยจึงจะตอบได้

สรุปได้ว่าความรู้ หมายถึงผลที่ได้จากการเรียนรู้ซึ่งเกิดจากความเข้าใจ เป็นความสามารถในการระลึกนึกออกในสิ่งที่ได้เรียนรู้มา หรือคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนด้วยบทเรียนทดลอง

### 9.3.2 การจำแนกพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้

บลูมและคณะ (พิชิต ฤทธิจรูญ. 2545 : 31-35 ; อ้างอิงจาก Bloom, et al. 1970.

**Taxonomy of Cognitive Objective.** pp.58-61) ได้จำแนกจุดมุ่งหมายทางการศึกษาออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย เป็นสมรรถภาพทางด้านสมอง หรือสติปัญญาของบุคคลในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ แบ่งเป็น 6 ระดับ เรียงตามลำดับขั้นตอนการเกิดพฤติกรรมจากขั้นต่ำสุดถึงขั้นสูงสุด คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ดังนี้

1. ความรู้ความจำ (Knowledge) เป็นความสามารถทางสมองในอันที่จะทรงไว้หรือรักษาไว้ ซึ่งเรื่องราวต่างๆ ที่บุคคลได้รับรู้ เข้าใจในสมอง การวัดว่าบุคคลมีความสามารถในการจำเรื่องราวต่างๆ ได้มากน้อยเพียงใดนั้นให้ดูว่าบุคคลนั้นสามารถเลือกได้ซึ่งสิ่งที่จะจำไว้ได้เพียงใด
2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นความสามารถในการสื่อความหมายทั้งให้ผู้อื่นรู้เจตนาของตน และตนเองรู้ความหมาย ความปรารถนาของผู้อื่น
3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถทางสมองในการนำความรู้ความจำและความเข้าใจ ไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ที่เกิดขึ้นอย่างได้ผล ความสามารถในการนำไปใช้ไม่ได้หมายความว่าความรวมถึง การได้เรียนรู้วิธีการ นำไปทำตามวิธีการที่ได้รับไปเลียนแบบ แต่ความสามารถในการนำไปใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นเรื่องราวหรือเหตุการณ์ใหม่ๆ ที่เกิดขึ้นเป็นความสามารถนำสิ่งที่ได้จากการเรียนการสอนไปแก้สถานการณ์ให้สำเร็จลุล่วงไป
4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการพิจารณาเรื่องราวใดๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ
5. การสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นความสามารถในการประกอบส่วนย่อยๆ ให้เข้ากันได้ เป็นเรื่องราว เป็นความสามารถในการพิจารณาเรื่องราวในหลายๆ ลักษณะแล้วนำมาจัดระบบโครงสร้างเสียใหม่ ให้เกิดสิ่งใหม่ซึ่งมีประสิทธิภาพดีกว่าเดิม
6. การประเมินค่า (Evaluation) เป็นความสามารถในการตัดสินดีริกา โดยอาศัยหลักเกณฑ์และมาตรฐานที่วางไว้

### 9.3.3 การจำแนกลักษณะของความรู้

บลูม (1956 : 62) ได้จำแนกลักษณะของความรู้ (Knowledge) ได้ 3 ลักษณะดังนี้

1. ความรู้ในเรื่องเฉพาะ เป็นสมรรถภาพทางสมองขั้นที่ต่ำสุดที่จะเป็นพื้นฐาน ให้เกิดสมรรถภาพทางสมองขั้นสูงและเป็นนามธรรมจำแนกเป็น 2 ชนิด คือ

1.1 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์และนิยามเป็นความสามารถในการบอกความหมายของคำและสัญลักษณ์ต่างๆ เช่น ให้คำนิยามศัพท์ทางคณิตศาสตร์ได้ บอกความหมายของการวิจัยได้

1.2 ความรู้เกี่ยวกับกฎและความจริงบางอย่าง เป็นความสามารถในการบอกกฎสูตร ทฤษฎีและข้อเท็จจริงต่างๆ เช่น บอกสูตรการหาพื้นที่สามเหลี่ยมได้

2. ความรู้ในวิธีการดำเนินการ เป็นความรู้เรื่องของวิธีการและการจัดระบบ จำแนกเป็น 5 ลักษณะ คือ

2.1 ความรู้เกี่ยวกับระเบียบแบบแผน เป็นความสามารถในการบอกรูปแบบการปฏิบัติ และแบบฟอร์มหรือระเบียบที่เหมาะสมในการปฏิบัติซึ่งเป็นที่ยอมรับของคนส่วนใหญ่ เช่น การบอกลักษณะการแต่งกายของชาวเขาเผ่าต่างๆ

2.2 ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นและแนวโน้มเป็นความสามารถในการบอกขั้นตอนก่อนหลัง และทิศทางการเปลี่ยนแปลงของสิ่งต่างๆ เรื่องราวและปรากฏการณ์ต่างๆ เช่น บอกได้ว่าการขับรถยนต์ควรทำอะไรก่อนหลัง บอกแนวโน้มปัญหาจราจรในกรุงเทพในอนาคตได้

2.3 ความรู้เกี่ยวกับการจัดประเภท เป็นความสามารถในการจำแนก จัดหมวดหมู่ ความเหมือน และความต่างตามคุณลักษณะและหน้าที่ของสิ่งต่างๆ เรื่องราวหรือประสบการณ์ต่างๆ เช่น สามารถจัดประเภทของอาหาร จำแนกตามคุณค่าอาหารได้ สามารถจัดหมวดหมู่ ของวันตามเหตุการณ์ได้

2.4 ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ เป็นความสามารถในการบอกเกณฑ์หลักในการตรวจสอบและวินิจฉัยข้อเท็จจริงต่างๆ เช่น บอกได้ว่า อะไรเป็นเครื่องชี้ว่าสารนั้นเป็นกรดหรือด่าง บอกได้ว่าอะไรเป็นเกณฑ์ตัดสินว่าใครผ่านหรือไม่ผ่าน

2.5 ความรู้เกี่ยวกับวิธีการ เป็นความสามารถในการบอกเทคนิคกระบวนการ และวิธีการสืบเสาะหาความรู้ในอันที่จะให้ได้มาของผลลัพธ์ที่ต้องการ เช่นบอกวิธีการแก้สมการได้

3. ความรู้รวบย่อในเนื้อเรื่อง เป็นความรู้เกี่ยวกับข้อสรุปลักษณะร่วมของสิ่งต่างๆ แบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ

3.1 ความรู้เกี่ยวกับหลักวิชาและการขยายหลักวิชา เป็นความรู้ในการสรุปใจความสำคัญของเรื่องและนำหลักหรือความรู้ที่ได้ไปอภิปรายเรื่องอื่นๆ ที่คล้ายคลึงกันได้ เช่น บอกได้ว่าการเกิดฝนตกเกิดจากอะไร จำนวนผู้แทนราษฎรพิจารณาจากสิ่งใด

3.2 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้าง เป็นความสามารถในการนำหลักวิชาหลาย ๆ หลักวิชา ซึ่งอยู่ในสกุลเดียวกันมาสัมพันธ์กันจนได้เป็น โครงสร้างของเนื้อความใหม่ในเรื่องเดียวกันได้ เช่น สามารถสรุปคำสอนของพุทธศาสนาที่ได้เรียนรู้มาได้ บอกคุณสมบัติร่วมของเพศหญิง และเพศชายได้

### 9.3.4 เครื่องมือวัดความรู้

เครื่องมือวัดความรู้มีหลายชนิด แต่ละชนิดก็เหมาะสมกับการวัดความรู้ตามคุณลักษณะซึ่งแตกต่างกันออกไปซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงเครื่องมือที่ใช้วัดความรู้ที่นิยมนำมาใช้กันมากคือ แบบทดสอบ (บุญธรรม กิจปริดาปริสุทธี. 2537 : 84-88)

นักวิชาการได้ให้ความหมายของแบบทดสอบไว้ดังนี้

บุญธรรม กิจปริดาปริสุทธี (2537 : 84-88) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบว่า หมายถึงวิธีการเชิงระบบที่ใช้ในการเปรียบเทียบพฤติกรรมของบุคคลตั้งแต่สองคนขึ้นไป ณ เวลาหนึ่งหรือของบุคคลคนเดียวหรือหลายคนในเวลาต่างกัน

บราวน์ (Brown. 1967 :7) ให้ความหมายที่คล้ายคลึงกันว่าแบบทดสอบเป็นวิธีการเชิงระบบที่ใช้สำหรับวัดตัวอย่างพฤติกรรมตามความหมายนี้ แบบทดสอบจะมีลักษณะที่สำคัญ 3 ประการ คือ

1. แบบทดสอบเป็นวิธีเชิงระบบ หมายความว่าแบบทดสอบนั้นจะต้องมีกฎเกณฑ์แน่นอนเกี่ยวกับโครงสร้างการบริหารจัดการและการให้คะแนน
2. แบบทดสอบเป็นการวัดพฤติกรรม ซึ่งจะวัดเฉพาะพฤติกรรมที่วัดได้เท่านั้น โดยผู้ตอบจะสนองตอบต่อข้อคำถามที่กำหนดให้มีใช่เป็นการวัดโดยตรง
3. แบบทดสอบเป็นเพียงส่วนหนึ่งของพฤติกรรมที่ต้องการวัดทั้งหมดตามความเป็นจริง ไม่มีแบบทดสอบชุดใดที่จะมีข้อคำถามวัดพฤติกรรมที่ต้องการได้ทั้งหมด จึงต้องตกลงว่าข้อคำถามในแบบทดสอบเป็นตัวแทนของข้อคำถามทั้งหมดที่ใช้วัดพฤติกรรมนั้น และถ้าผู้ตอบได้ตอบข้อคำถามใดคำถามหนึ่งถูกต้องจะต้องให้คะแนนเท่ากัน

ประเภทของแบบทดสอบมีลักษณะแตกต่างกันทั้งในด้านรูปแบบการนำไปใช้ และจุดมุ่งหมายในการสร้าง ประเภทของแบบทดสอบจึงแบ่งได้ตามเกณฑ์ที่ใช้ดังนี้ (ทิสนา เขมมณี. 2548 : 327 - 349)

1. แบ่งตามลักษณะทางจิตวิทยาที่ใช้วัด จะแบ่งได้ 3 ประเภท

1.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความเข้าใจตามพุทธพิสัย ซึ่งเกิดจากการเรียนรู้ แบบทดสอบประเภทนี้แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1.1.1 แบบทดสอบที่ครูสร้างเอง เป็นแบบทดสอบที่สร้างกันโดยทั่วไป เมื่อต้องการใช้ก็สร้างขึ้นใช้แล้วก็เลิก ถ้าจะนำมาใช้อีกก็ต้องดัดแปลงปรับปรุงแก้ไข เพราะเป็นแบบทดสอบที่ยังไม่มีการวิเคราะห์หาคุณภาพ

1.1.2 แบบทดสอบมาตรฐาน เป็นแบบทดสอบที่ได้มีการพัฒนาด้วยการวิเคราะห์ทางสถิติมาแล้วหลายครั้งหลายหนจนมีคุณภาพสมบูรณ์ทั้งด้านความตรง ความเที่ยง ความยากง่าย อำนาจจำแนก ความเป็นปรนัย และมีเกณฑ์ปกติไว้เปรียบเทียบด้วย และต้องมีมาตรฐานทั้งด้านการดำเนินการสอบ และการแปลผลคะแนนที่ได้

1.2 แบบทดสอบวัดความถนัด (Aptitude test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดสมรรถภาพทางสมองของคนที่มีความรู้ความสามารถมากน้อยเพียงใด และมีความสามารถทางด้านใดเป็นพิเศษ แบบทดสอบประเภทนี้แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1.2.1 แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน เป็นแบบทดสอบความถนัดที่วัดความสามารถทางวิชาการว่า มีความถนัดในวิชาอะไร ซึ่งจะแสดงถึงความสามารถในการเรียนต่อแขนงวิชานั้น และจะสามารถเรียนไปได้มากน้อยเพียงใด

1.2.2 แบบทดสอบความถนัดพิเศษ เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถพิเศษของบุคคล เช่น ความถนัดทางดนตรี ทางการแพทย์ ทางวิศวกรรม ทางศิลปะ ใช้สำหรับการแนะแนว การเลือกอาชีพ

1.3 แบบทดสอบบุคคล-สังคม (Personal-social test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดบุคลิกภาพ และการปรับตัวเข้ากับสังคมของบุคคล

2. แบ่งตามรูปแบบของการถามการตอบจะแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่

2.1 แบบทดสอบความเรียง แบบนี้จะกำหนดคำถามให้ผู้ตอบจะต้องเรียบเรียงคำตอบเอง

2.2 แบบทดสอบสั้นและเลือกตอบ แบบนี้จะกำหนดคำถามให้ และกำหนดให้ตอบสั้นๆ หรือกำหนดคำตอบมาให้เลือก ผู้ตอบจะต้องเลือกตอบตามซึ่งมีดังนี้

2.2.1 แบบให้ตอบสั้น

2.2.2 แบบถูก – ผิด

2.2.3 แบบจับคู่

2.2.4 แบบเลือกตอบ

3. แบ่งตามลักษณะการตอบจะแบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่

3.1 แบบทดสอบปฏิบัติ เป็นการทดสอบด้วยการให้ปฏิบัติลงมือทำจริงๆ เช่น การแสดงละคร การช่างฝีมือ การพิมพ์ดีด

3.2 แบบทดสอบเขียนตอบ เป็นแบบทดสอบที่ใช้กันทั่วไป ซึ่งให้กระดาษ และ ดินสอ หรือปากกาเป็นอุปกรณ์ช่วยตอบ ผู้ตอบจะต้องเขียนตอบทั้งหมด

3.3 แบบทดสอบปากเปล่า เป็นการทดสอบที่ให้ผู้ตอบพูดแทนการเรียนรู้มักจะเป็น การพูดคุยกันระหว่างผู้ถามกับผู้ตอบ เช่น การสอบสัมภาษณ์

4. แบ่งตามเวลาที่กำหนดให้ตอบจะแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่

4.1 แบบทดสอบใช้ความเร็ว เป็นแบบทดสอบที่กำหนดเวลาให้จำกัด ต้องตอบ ภายในเวลานั้น มักจะมีจำนวนข้อคำถามมาก ๆ แต่ให้เวลาน้อย ๆ

4.2 แบบทดสอบให้เวลามาก เป็นแบบทดสอบที่ไม่กำหนดเวลา ให้เวลาตอบอย่าง เต็มที่ ผู้ตอบจะใช้เวลาตอบเท่าใดก็ได้

5. แบ่งตามลักษณะเกณฑ์ที่ใช้วัดจะแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่

5.1 แบบทดสอบอิงเกณฑ์ เป็นแบบทดสอบที่สอบวัดตามจุดประสงค์ของการเรียนรู้ หรือตามเกณฑ์ภายนอก ซึ่งเป็นเนื้อหาของวิชาการเป็นหลัก

5.2 แบบทดสอบอิงกลุ่มเป็นแบบทดสอบที่เปรียบเทียบผลระหว่างกลุ่มที่สอบ ด้วยกัน

สรุปได้ว่าการวิจัยครั้งนี้ ใช้วิธีการวัดผลด้านความรู้ความจำ และความเข้าใจ โดยใช้ แบบทดสอบวัดความรู้ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น

### 9.3.5 การสร้างแบบทดสอบวัดความรู้

#### 1. ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ได้มีนักวิชาการให้ความหมายของคำว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้หลายท่าน

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2553 : 96) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะ และความสามารถทางวิชาการที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่า บรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543ก : 20) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนหมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดเนื้อหาวิชาที่เรียนผ่านมาแล้วว่านักเรียนมีความรู้ ความสามารถเพียงใด เช่น การวัดผลการเรียนการสอนในชั้นเรียนในปัจจุบัน

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2540 : 28) ได้สรุปแนวคิดไว้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เป็น แบบทดสอบวัดความรู้เชิงวิชาการ เน้นการวัดความรู้ความสามารถจากการเรียนในอดีตหรือในสภาพ ปัจจุบันของแต่ละบุคคล

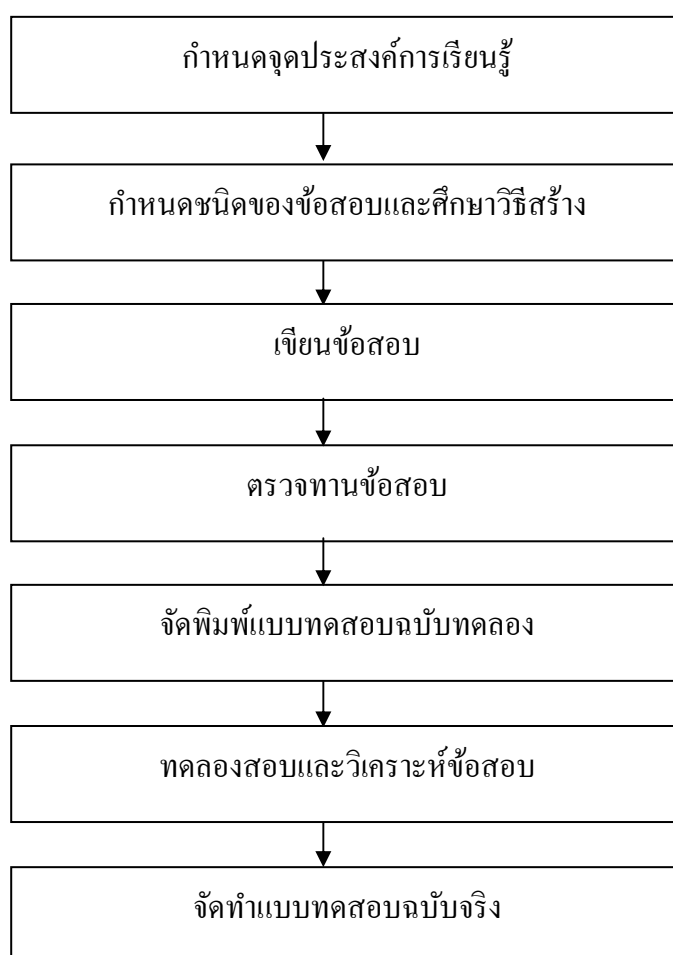
สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความสามารถ ทักษะกระบวนการ ของนักเรียนซึ่งเป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูว่าผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้เพียงใด

## 2. ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2553 : 99 -101) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร เพื่อวิเคราะห์เนื้อหาสาระและพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด ซึ่งเป็นการระบุจำนวนข้อสอบและพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดไว้
2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้เป็นพฤติกรรมที่เป็นผลการเรียนรู้ที่ครูมุ่งหวังให้เกิดกับนักเรียน ซึ่งครูจะต้องกำหนดไว้ล่วงหน้าสำหรับเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนและสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์
3. กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีสร้าง โดยการศึกษาตารางวิเคราะห์หลักสูตร และจุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาและตัดสินใจเลือกใช้ชนิดของข้อสอบที่จะใช้วัดว่าจะใช้แบบใด โดยต้องเลือกให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้และเหมาะสมกับวัยของนักเรียน แล้วศึกษาวิธีเขียนข้อสอบชนิดนั้นให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักและวิธีการเขียนข้อสอบ
4. เขียนข้อสอบ ผู้ออกข้อสอบลงมือเขียนข้อสอบตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตรและให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้โดยอาศัยหลักและวิธีการเขียนข้อสอบที่ได้ศึกษามาแล้วในขั้นที่ 3
5. ตรวจสอบข้อสอบเพื่อให้ข้อสอบที่เขียนไว้แล้วในขั้นที่ 4 มีความถูกต้องตามหลักวิชา มีความสมบูรณ์ครบถ้วนตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาทบทวนตรวจสอบอีกครั้งก่อนที่จะจัดพิมพ์และนำไปใช้ต่อไป
6. จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง เมื่อตรวจทางข้อสอบเสร็จแล้วให้พิมพ์ข้อสอบทั้งหมด จัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับทดลอง โดยมีคำชี้แจงหรือคำอธิบายวิธีตอบแบบทดสอบ และจัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม
7. ทดสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ เป็นวิธีการตรวจคุณภาพของแบบทดสอบก่อนนำไปใช้จริง โดยนำแบบทดสอบไปทดลองสอบกับกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันกับกลุ่มที่ต้องการสอนจริง แล้วนำผลการสอบมาวิเคราะห์และปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพ โดยสภาพการปฏิบัติจริงของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในโรงเรียนมักไม่ค่อยมีการทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบส่วนใหญ่นำแบบทดสอบไปใช้ทดสอบแล้วจึงวิเคราะห์ข้อสอบ เพื่อปรับปรุงข้อสอบและนำไปใช้ในครั้งต่อไป

8. จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง จากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ หากพบว่าข้อสอบข้อใด ไม่มีคุณภาพหรือมีคุณภาพไม่ดี อาจจะต้องตัดทิ้งหรือปรับปรุงแก้ไขข้อสอบให้มีคุณภาพดีขึ้น แล้ว จึงจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับจริงที่จะนำไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป ดังภาพประกอบ 9



ภาพประกอบ 9 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ที่มา : พิชิต ฤทธิจรูญ. 2553 : 101

สรุปได้ว่าขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น ต้องวิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีสร้าง กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เขียนข้อสอบ ตรวจทานข้อสอบ จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง ทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ และจัดทำแบบทดสอบฉบับจริง ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำหลักการ



และแนวคิดการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไปสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวงจรพัลส์และดิจิทัล เรื่องการออกแบบวงจรคอมบิเนชัน ตามขั้นตอนดังกล่าว

### 9.3.6 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545 : 135-161) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี ดังนี้

1. ความเที่ยงตรงเป็นแบบทดสอบที่สามารถนำไปวัดในสิ่งที่เราต้องการได้อย่างถูกต้องครบถ้วน ตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการ
2. ความเชื่อมั่น แบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่น คือสามารถวัดได้คงที่ไม่ว่าจะวัดกี่ครั้งก็ตาม เช่น ถ้านำแบบทดสอบไปวัดกับนักเรียนคนเดิมคะแนนจากการสอบทั้งสองครั้งควรมีความสัมพันธ์กันดี เมื่อสอบได้คะแนนสูงในครั้งแรกก็ควรได้คะแนนสูงในการสอบครั้งที่สอง
3. ความเป็นปรนัย เป็นแบบทดสอบที่มีคำถามชัดเจน เฉพาะเจาะจง ถูกต้องตามหลักวิชา และเข้าใจตรงกัน เมื่อนักเรียนอ่านคำถามจะเข้าใจตรงกัน ข้อคำถามต้องชัดเจนอ่านแล้วเข้าใจตรงกัน
4. การถามลึก หมายถึง ไม่ถามเพียงพฤติกรรมขั้นความรู้ความจำโดยถามตามตำรา หรือถามตามที่ครูสอน แต่พยายามถามพฤติกรรมขั้นสูงกว่าขั้นความรู้ความจำ ได้แก่ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประมาณค่า
5. ความยากง่ายพอเหมาะ หมายถึง ข้อสอบที่บอกให้ทราบว่าข้อสอบนั้นมีคนตอบถูกมากหรือตอบถูกน้อย ถ้ามีคนตอบถูกมากข้อสอบนั้นก็ง่ายและถ้ามีคนตอบถูกน้อยข้อสอบนั้นก็ยาก ข้อสอบที่ยากเกินความสามารถของนักเรียนจะตอบได้นั้นก็ไม่มี ความหมาย เพราะไม่สามารถจำแนกนักเรียนได้ว่าใครเก่งใครอ่อน ในทางตรงกันข้ามถ้าข้อสอบง่ายเกินไปนักเรียนตอบได้หมดก็ไม่สามารถจำแนกได้เช่นกัน ฉะนั้นข้อสอบที่ดีควรมีความยากง่ายพอเหมาะ ไม่ยากเกินไปไม่ง่ายเกินไป
6. อำนาจจำแนก หมายถึง แบบทดสอบนี้สามารถแยกนักเรียนได้ว่าใครเก่งใครอ่อนโดยสามารถจำแนกนักเรียนออกเป็นประเภทๆ ได้ทุกระดับอย่างละเอียดตั้งแต่อ่อนสุดจนถึงเก่งสุด
7. ความยุติธรรม คำถามของแบบทดสอบต้องไม่มีช่องทางชี้แนะให้นักเรียนที่ฉลาดใช้ไหวพริบในการเดาได้ถูกต้องและไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนที่เกียจคร้าน และดูตำราอย่างคร่าวๆ ตอบได้ และต้องเป็นแบบทดสอบที่ไม่ลำเอียงต่อกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดีต้องเป็นแบบทดสอบที่มีความเที่ยง ความเชื่อมั่น ความเป็นปรนัย ถามลึก มีความยากง่ายพอเหมาะ มีค่าอำนาจจำแนก และมีความยุติธรรม ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาและนำไปใช้ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวงจรพัลส์และดิจิทัล

เรื่อง การออกแบบวงจรคอมพิวเตอร์ ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 เพื่อให้ได้ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีคุณภาพ

#### 9.4 ทักษะปฏิบัติ

การที่คนเราจะเรียนรู้และทำสิ่งต่างๆ ได้นั้น ต้องอาศัยแรงจูงใจ มโนทัศน์ การแก้ปัญหา ความคิดพินิจพิเคราะห์วิพากษ์วิจารณ์และความคิดสร้างสรรค์แล้ว ยังต้องอาศัยทักษะในการทำงาน ทักษะเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้การทำงานคล่องแคล่ว มีประสิทธิภาพในการเรียนการสอนที่แท้จริง การเกิดทักษะมีลักษณะเป็นการลองผิดลองถูก หรือลักษณะที่เรียนด้วยการกระทำ

##### 9.4.1 ความหมายของทักษะปฏิบัติ

สุวิมล ว่องวานิช (2555 : 12-4) ได้ให้ความหมายของทักษะปฏิบัติ คือความสามารถในการปฏิบัติงาน โดยงานที่ทำงานจะเกี่ยวข้องกับความสามารถทางสมองหรือไม่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางสมองก็ได้ แต่จุดสำคัญคือผู้เรียนจะต้องมีการปฏิบัติงานแล้วมีผลงานออกมาให้เห็น

อภิชาติ อนุกุลเวช (2551 : 64) ได้ให้ความหมายของทักษะปฏิบัติ คือ ความสามารถ ความชำนาญของกล้ามเนื้อที่กระทำออกมาอย่างถูกต้อง รวดเร็ว และต้องอาศัยการฝึกหัดอย่างเหมาะสมจึงจะทำให้เกิดความชำนาญในการปฏิบัติงาน

วรพันธ์ เรื่องโอชา (2546 : 22) ได้ให้ความหมายของทักษะ คือ ความสามารถเฉพาะตัว ซึ่งบุคคลนั้นได้สั่งสมประสบการณ์ไว้ในตนเอง โดยทักษะจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อมีการฝึกฝนอยู่ตลอดเวลาจนเกิดความชำนาญ

ส.วาสนา ประवालพฤกษ์ (2537ข : 5) ได้ให้ความหมายของทักษะไว้ว่า เป็นวิชาที่ต้องสอนให้เกิดความชำนาญสามารถนำไปใช้ได้อย่างคล่องแคล่วองไวไม่ผิดพลาด เปรียบเสมือนเครื่องมือที่จะต้องฝึกให้เกิดความชำนาญจึงจะสามารถใช้เครื่องมือเหล่านี้ได้ดี มีประสิทธิภาพ ความชำนาญจะเกิดขึ้นได้ต้องฝึกปฏิบัติบ่อยๆ และทำมากๆ ก็จะทำให้เกิดทักษะขึ้น ทำนองเดียวกันวิชาทักษะหรือเนื้อหาที่ประสงค์จะให้เกิดทักษะก็ต้องใช้วิธีสอน โดยฝึกให้ผู้เรียนทำมากๆ ทำบ่อยๆ ครั้งจนเกิดความชำนาญขึ้น

นวลจิตต์ เขาวงกิตพิงศ์ (2535 : 50) ได้ให้ความหมายของทักษะปฏิบัติ คือ การเรียนรู้ที่เกี่ยวกับการทำงานของกล้ามเนื้อ เป็นงานที่มีความซับซ้อนและต้องอาศัยความสามารถในการบริหารเบื้องต้นของกล้ามเนื้อหลายๆ ส่วน การทำงานดังกล่าวจะเกิดขึ้นได้จากการสั่งงานของสมอง และต้องมีการปฏิบัติสัมพันธ์ กับความรู้สึกที่ป้อนเข้าไป การทำงานสามารถพัฒนาได้ด้วยการฝึกฝน ก็จะเกิดความชำนาญและความคงทน

กมลรัตน์ หล้าสุวรรณ (2524 : 270) กล่าวว่า ทักษะ คือ ลักษณะของพฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถในการแสดงออกได้ต่อเนื่องกัน หรือประสานสัมพันธ์กันของอวัยวะส่วนต่างๆ ของร่างกาย หรือความคิดที่ได้ตอบสนองปัญหาอย่างคล่องแคล่วถูกต้องจนเป็นนิสัยหรือเป็นแบบอัตโนมัติ

กาเย่ (Gagne. 1979 : 341) ได้ให้ความหมายของการปฏิบัติ (Performance) ว่าทักษะปฏิบัติจะถูกสะท้อนออกมาในการกระทำของการเคลื่อนไหวร่างกาย ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมของกล้ามเนื้อ การกระทำที่สังเกตได้จะถูกทำให้เป็นมาตรฐานในรูปของความรวดเร็ว ความแม่นยำ ความแรงหรือ ความราบรื่นในการจัดการ

แกร์ริสันและมอร์แกน (Garrison & Morgan. 1972 : 640) กล่าวว่า ทักษะ คือพฤติกรรมที่กระทำไปด้วยความราบเรียบ (Smoothly) ถูกต้อง รวดเร็ว และแม่นยำ ซึ่งเป็นผลมาจากการพัฒนาความสามารถของคน

ซิมป์สัน (Simpson. 1972 : 393) กล่าวว่า ทักษะ เป็นเรื่องเกี่ยวข้องกับการพัฒนาทางร่างกายของผู้เรียน ซึ่งเป็นความสามารถในการประสานการทำงานของกล้ามเนื้อและร่างกายในการทำงานที่มีความซับซ้อนและต้องอาศัยความสามารถในการใช้กล้ามเนื้อหลายๆ ส่วนการทำงานดังกล่าวเกิดขึ้นจากการสั่งงานของสมอง จะต้องมีปฏิสัมพันธ์กับความรูสึกที่เกิดขึ้น ทักษะปฏิบัตินี้สามารถพัฒนาได้ด้วยวิธีการฝึกฝน หรือถ้าหากได้รับการฝึกที่ดีแล้วจะเกิดความถูกต้อง ความคล่องแคล่วความเชี่ยวชาญ และความคงทน ผลของพฤติกรรมหรือการกระทำสามารถสังเกตได้จากความรวดเร็ว ความแม่นยำ ความแรงหรือความราบรื่นในการปฏิบัติงาน

ดี เซคโค (De Cecco. 1968 : 309 - 319) กล่าวว่า ทักษะ คือ การกระทำที่มีลักษณะเป็นการตอบสนองต่อสิ่งเร้าโดยการตอบสนองนั้น ๆ มีลักษณะต่อเนื่องกัน เป็นการประสานงานกันของการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อ ตั้งแต่ 2 ส่วนขึ้นไป มีการแสดงออกที่เป็นกระบวนการ

ทักษะ ตรงกับคำว่า Skill ในภาษาอังกฤษ พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตสถาน พ.ศ. 2542 (ราชบัณฑิตสถาน. 2546 : 392) ได้ให้ความหมายไว้ว่า หมายถึง ความชำนาญ จากความหมายนี้ ทักษะจึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการฝึกฝนอยู่เป็นประจำจึงจะเกิดความชำนาญในการเรียน

สรุป ทักษะปฏิบัติ เป็นพฤติกรรมการใช้อวัยวะเคลื่อนไหวของร่างกายในการปฏิบัติกิจกรรมหรืองานทั้งปวง ซึ่งทักษะปฏิบัติเกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างพุทธิพิสัยกับสิ่งเร้าภายนอก ตั้งแต่ขั้นการเรียนรู้ การพร้อมปฏิบัติ การตอบสนองตามผู้ปฏิบัติ นำ การปฏิบัติและการตอบสนองที่ซับซ้อน การปฏิบัตินั้นจะพิจารณาวิธีปฏิบัติงาน ผลการปฏิบัติงานและพฤติกรรมของผู้ปฏิบัติ

### 9.4.2 คุณลักษณะของทักษะปฏิบัติ

เนื่องจากธรรมชาติของทักษะปฏิบัติเกี่ยวข้องกับกระบวนการทำงานและผลงานที่ได้จากการปฏิบัติงาน กระบวนการทำงานอาศัยการเคลื่อนไหวทางร่างกายเพื่อปฏิบัติ ส่วนผลงานเป็นผลของกระบวนการทำงาน เช่น การพิมพ์ดีด มีกระบวนการทำงานตั้งแต่การกำหนดตำแหน่งที่ถูกต้อง การวางนิ้วบนแป้น การใช้สายตามองสิ่งพิมพ์ การพิมพ์ตัวอักษร ผลงานที่ออกมาจากกระบวนการทำงาน คือ เอกสาร จดหมาย หรือหนังสือ เป็นต้น จากคุณลักษณะของทักษะการปฏิบัติที่มีความแตกต่างกัน การวัดผลงานทำได้ง่ายกว่าการวัดกระบวนการ และสิ่งที่ผู้สอนส่วนใหญ่มักทำกันในภาคปฏิบัติคือ การวัดผลงานมากกว่าการวัดกระบวนการเพราะการวัดกระบวนการเสียเวลามากกว่า ผู้สอนต้องรู้จักผู้เรียน คลุกคลีใกล้ชิดกับผู้เรียนพอสมควร จึงจะประเมินทักษะการทำงานได้ ซึ่งเป้าหมายทางการศึกษาส่วนใหญ่เน้นให้ผู้เรียนปฏิบัติได้ การเรียนการสอนจะเกิดสัมฤทธิ์ผลสูงต่อเมื่อผู้สอนได้ให้ข้อมูลป้อนกลับ ซึ่งแสดงถึงจุดบกพร่องที่ต้องแก้ไขให้ผู้เรียนทราบ ดังนั้นการวัดกระบวนการจึงเป็นเรื่องที่จำเป็นมาก เพราะทำให้ผู้เรียนได้รู้ขั้นตอน หรือวิธีการทำงานที่ถูกต้อง

1. คุณลักษณะด้านทักษะที่ควรวัดจากกระบวนการทำงานขึ้นอยู่กับธรรมชาติของงานที่ให้ผู้เรียนปฏิบัติ ลักษณะสำคัญที่ควรวัดแบ่งออกเป็น 2 ประการ คือ ประสิทธิภาพในการทำงานและความถูกต้องของกระบวนการทำงาน ประสิทธิภาพในการทำงานครอบคลุมถึงความสามารถในการทำงานที่เป็นไปอย่างรวดเร็ว ความเร็ว ความประหยัด โดยทั่วไปงานที่ทำให้ทำมักวัดกระบวนการจากรวดเร็วในการปฏิบัติงาน หรือการพิจารณาลำดับขั้นตอนการทำงาน

2. คุณลักษณะด้านทักษะพิสัยที่ควรวัดจากผลงาน หมายถึง คุณภาพของผลงานซึ่งเป็นผลมาจากคุณภาพของกระบวนการทำงาน ถ้ากระบวนการทำงานมีความซับซ้อนด้วยทำให้ยากต่อการวัด การวัดผลงานเป็นเรื่องที่มักขาดความเป็นปรนัย เกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินคุณภาพของผลงานมักเป็นคำถามที่ผู้ให้คะแนนต้องใช้ประสบการณ์เข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งการตัดสินให้คะแนนคุณภาพของผลงานจึงขึ้นอยู่กับมาตรฐานของผู้ประเมิน ความยุติธรรมในการให้คะแนนการปฏิบัติเป็นปัญหาที่ทำให้เกิดการโต้แย้งกันเสมอ เมื่อมีการประเมินคุณภาพผลงานเนื่องจากมาตรฐานของผู้ประเมินแต่ละท่านไม่เหมือนกันการตัดสินผลงานจึงต้องอิงคุณลักษณะที่วัด ซึ่งยึดเกณฑ์ที่ตกลงร่วมกันระหว่างผู้ประเมิน และต้องอาศัยผู้ประเมินที่มีความชำนาญในเรื่องนั้นจริงๆ

สรุป การวัดคุณลักษณะของทักษะปฏิบัติขึ้นอยู่กับธรรมชาติของงานที่ให้ผู้ปฏิบัติ ถ้าต้องการวัดกระบวนการสิ่งที่วัดอาจเป็นขั้นตอนการทำงาน ความถูกต้องของการปฏิบัติ ความเร็วในการทำ แต่ถ้าวัดผลงานสิ่งที่วัดอาจเป็นความสวยงาม ความคิดสร้างสรรค์ ปริมาณของงานที่ทำ

### 9.4.3 กระบวนการวัดทักษะปฏิบัติ

กระบวนการวัดทักษะปฏิบัติ มีขั้นตอนที่แตกต่างจากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาก เนื่องจากการวัดผลด้านทักษะปฏิบัติต้องมีการจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียนได้มีการปฏิบัติจริงและมีการเก็บข้อมูลจากผู้สอนต้องให้ผู้เรียน ใช้การสังเกตพฤติกรรมการทำงานของผู้เรียนในระหว่างการปฏิบัติงาน ดังนั้น การวัดทักษะปฏิบัติส่วนหนึ่งจึงขึ้นอยู่กับเตรียมการเรื่องสถานที่ อุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติ กระบวนการวัดผลด้านทักษะปฏิบัติมีขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

1. การกำหนดงานให้ผู้เรียนปฏิบัติ ผู้สอนต้องศึกษาจากจุดมุ่งหมายของหลักสูตรว่า มุ่งเน้นให้ผู้เรียนทำกิจกรรมใด เกิดผลสัมฤทธิ์เรื่องใด แล้วกำหนดงานให้สอดคล้องกับหลักสูตร รายวิชา ผู้สอนต้องมีการวางแผนอย่างดีเกี่ยวกับงานที่มอบหมายให้ผู้เรียนปฏิบัติซึ่งจะปรากฏอยู่ในตัวชี้วัด หรือวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

2. การกำหนดสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่ใช้ในการปฏิบัติงานแก่ผู้เรียนให้ชัดเจนการวัดทักษะอาจเกิดขึ้นในสภาพจริง หรือในสถานการณ์ที่มีการจำลองให้คล้ายคลึงกับสภาพการณ์จริง

3. การกำหนดคุณลักษณะที่วัดทักษะ ในการปฏิบัติงานนั้นจะให้ความสำคัญกับ กระบวนการทดลองและผลงาน โดยผู้วัดต้องวิเคราะห์คุณลักษณะที่ใช้วัดพฤติกรรมการทำงานของผู้เรียน ขั้นตอนนี้มีความสำคัญมากในกระบวนการวัดทักษะปฏิบัติเนื่องจากจะเกี่ยวข้องกับ การกำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการวัดทักษะ การวัดทักษะจะมีคุณภาพมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับความครอบคลุมของคุณลักษณะที่กำหนด

4. กำหนดวิธีการวัดภาคปฏิบัติ ซึ่งมีหลายประเภท เช่น วัดโดยการให้เขียนตอบการวัดแบบนี้ขึ้นอยู่กับประเภทของงานที่ให้ทำ และวัดความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติโดยการสอบข้อเขียนก่อน จะให้ผู้เรียนไปปฏิบัติจริงเพื่อตรวจสอบความสามารถในงานที่ทำ โดยเฉพาะงานที่มีความเสี่ยงอันตรายสูง วัดโดยสร้างสถานการณ์จำลอง และวัดโดยให้ปฏิบัติงานจริง

5. กำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการวัด เช่น แบบสังเกตที่เป็นแบบประมาณค่าเพื่อบันทึก พฤติกรรมการปฏิบัติงาน มีเนื้อหาในแบบสังเกตที่สอดคล้องกับกระบวนการทดลอง

6. กำหนดวิธีการประเมินผลและรายงานผลการวัดพฤติกรรมที่แสดงถึงการปฏิบัติไม่ได้ ปรากฏให้เห็นอย่างคงทนถาวรตลอดไป ผู้วัดจึงต้องเตรียมเกณฑ์การวัดประเมินผลล่วงหน้า เช่น การประเมินแบบอิงเกณฑ์ และการประเมินแบบอิงความก้าวหน้าของผู้เรียน

สรุป กระบวนการวัดทักษะปฏิบัติ ประกอบด้วย การกำหนดงานให้ผู้เรียนทำ การเตรียม สถานการณ์ให้ผู้เรียนปฏิบัติงาน การกำหนดเครื่องมือวัดเพื่อเก็บข้อมูลเกี่ยวกับทักษะการทำงาน การให้คะแนนทักษะการปฏิบัติ และการแปลความหมายของผลการวัด

#### 9.4.4 การสร้างเครื่องมือวัดด้านทักษะปฏิบัติ

ขั้นตอนและกระบวนการวัดทักษะปฏิบัติมีความแตกต่างจากกระบวนการวัดผลด้านพุทธิพิสัยและจิตพิสัย เนื่องจากธรรมชาติของสิ่งที่วัดมีความแตกต่างกัน คือ การวัดทักษะปฏิบัติต้องเตรียมสถานการณ์ให้ผู้เรียนมีการปฏิบัติงาน และต้องมีการสังเกตพฤติกรรมการทำงานที่ต่อเนื่อง ซึ่งการสร้างเครื่องมือวัดทักษะปฏิบัตินั้นมีขั้นตอนไม่ค่อยแตกต่างจากการสร้างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์หรือเครื่องมือวัดผลด้านจิตพิสัย เป้าหมายของการสร้างคือ ได้เครื่องมือที่มีคุณภาพให้ผลการวัดที่เชื่อถือได้ เครื่องมือที่มีคุณภาพต้องเป็นเครื่องมือที่วัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้จริง และให้ผลการวัดที่คงเส้นคงวา การวัดภาคปฏิบัติจึงต้องอาศัยเครื่องมือที่บ่งชี้ถึงความสามารถของผู้เรียนในการทำงานได้และสอดคล้องกับความเป็นจริง เครื่องมือวัดทักษะปฏิบัติที่มีคุณภาพจึงต้องประกอบด้วยรายละเอียดของเนื้อหาหรือพฤติกรรมการทำงานที่ครอบคลุม มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

##### 1. การวางแผนสร้างเครื่องมือวัดทักษะปฏิบัติ

1.1 ศึกษาหลักสูตรรายวิชาที่สอนเพื่อดูรายละเอียดและความมุ่งหวังที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ด้านใด ส่วนใหญ่มุ่งให้นักเรียนมีความรู้ทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติงานได้ คือ มีความรู้ ความคิด ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น ประยุกต์ความรู้ไปใช้ได้เหมาะสม และมีจิตสำนึกที่ดี ค่านิยมที่ดีต่อวิชาที่เรียน ซึ่งเป้าหมายของหลักสูตรจะกำหนดในแนวกว้างและเป็นนามกระทำ ผู้สร้างเครื่องมือต้องแปลงเป้าหมายเหล่านั้นให้เป็นรูปธรรม โดยกำหนดเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมซึ่งสามารถสังเกตและวัดได้

1.2 ศึกษาธรรมชาติของงานที่ให้ผู้เรียนปฏิบัติในแต่ละวิชาไม่เหมือนกัน ซึ่งมีผลต่อการเลือกวิธีการวัด การเตรียมสถานที่สำหรับการวัด สามารถจัดประเภทโดยยึดเกณฑ์ที่ต่างกันดังนี้ คือ 1) ยึดทักษะที่วัด ซึ่งธรรมชาติของงานเน้นการวัดกระบวนการ เน้นการวัดผลงาน หรือเน้นทั้งกระบวนการและผลงาน เช่น การประกอบอุปกรณ์ การทดลองทางวิทยาศาสตร์ 2) ยึดธรรมชาติของงานซึ่งจะเกี่ยวข้องกับความสามารถด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย ทักษะพิสัย หรือเป็นงานที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันทั้ง 3 ด้าน เช่น ทักษะทางภาษา การเล่นเกม 3) ยึดความเสี่ยงของงานที่ปฏิบัติเป็นธรรมชาติของงานที่มีความเสี่ยงอันตรายมาก หรือเสี่ยงอันตรายน้อย เช่น การขับรถ

1.3 การวิเคราะห์คุณลักษณะของพฤติกรรมที่วัด เป็นเรื่องสำคัญในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพราะทำให้ทราบถึงตัวบ่งชี้และสิ่งที่ต้องการวัด ในขั้นตอนนี้จึงใช้การวิเคราะห์งานเป็นวิธีการในการวิเคราะห์หาพฤติกรรมการทำงาน การใช้เทคนิควิเคราะห์งานจะทำต่อเมื่องานที่ต้องการวัดมีความซับซ้อน และทำให้ทราบถึงกิจกรรมต่างๆ ที่ผู้เรียนต้องปฏิบัติซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการวัดกระบวนการ ซึ่งจะพบว่า การวิเคราะห์งานให้ข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนการทำงาน แต่ในการวัดพฤติกรรมการทำงานนั้น มิได้วัดแต่เพียงว่าผู้เรียนทำงานครบตามขั้นตอนแต่เพียงอย่าง

เดียว แต่ยังมีการวัดนิสัยในการทำงาน เช่น ความปลอดภัย การให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม เป็นต้น ส่วนคุณลักษณะที่วัดผลงานนั้นผู้เชี่ยวชาญในงานนั้นๆ มักเป็นผู้กำหนด ซึ่งจะพิจารณาในด้านต่างๆ เช่น ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซึ่งคุณลักษณะเหล่านี้ไม่ได้มีเทคนิควิธีการโดยเฉพาะแต่ มักได้จากการหารือกันระหว่างผู้เชี่ยวชาญในงานนั้นๆ แล้วตกลงเป็นเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินผลงานร่วมกัน

1.4 การกำหนดน้ำหนักความสำคัญของคุณลักษณะที่วัด ในงานแต่ละประเภท มีความสำคัญไม่เหมือนกัน งานส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับความถูกต้องของขั้นตอนการทำงาน เมื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะการเตรียมงานกับคุณลักษณะด้านการทำงานแล้ว คุณลักษณะหลังจะมีความสำคัญมากกว่า ดังนั้นในขั้นตอนการวางแผนก่อนลงมือสร้างเครื่องมือ ผู้สร้างต้องกำหนดน้ำหนักความสำคัญของคุณลักษณะเหล่านี้ให้ชัดเจน

## 2. การดำเนินการสร้างเครื่องมือวัดทักษะปฏิบัติ

2.1 กำหนดเนื้อหาที่ต้องการวัด ควรวิเคราะห์จากหลักสูตรรายวิชา วิเคราะห์งานให้ชัดเจน โดยมีวัตถุประสงค์และมาตรฐานรายวิชาเป็นตัวกำหนดคุณลักษณะที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน เช่น ความรู้ ความคิด ทักษะปฏิบัติ

2.2 กำหนดวิธีการวัดทักษะปฏิบัติ โดยพิจารณาจากวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ที่กำหนดแล้วตัดสินใจว่าควรให้ผู้เรียนปฏิบัติปฏิบัติให้ดูในสถานการณ์จริง สถานการณ์จำลองหรือใช้การทดสอบ

2.3 กำหนดน้ำหนักความสำคัญของคุณลักษณะที่ต้องการวัด การกำหนดเนื้อหา ในเครื่องมือวัดทักษะปฏิบัติมีหลักการเดียวกับการวัดผลสัมฤทธิ์ คือ ต้องกระจายเนื้อหาตามคุณลักษณะที่มุ่งวัดและมีจำนวนข้อที่ใกล้เคียงกันคืออย่างละ 1 ข้อ ควรปรับคะแนนหรือน้ำหนักความสำคัญตามสัดส่วนที่ต้องการเน้น

2.4 การกำหนดวิธีการการตรวจให้คะแนน เป็นเรื่องสำคัญในการวัดทักษะปฏิบัติ เพราะคุณลักษณะที่วัดมีความเป็นปรนัยน้อย ต้องใช้ความรู้ลึกของผู้ประเมินค่อนข้างสูง การตรวจให้คะแนนที่แทนความสามารถในการปฏิบัติงานจึงต้องมีการกำหนดเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนที่ชัดเจน และต้องพิจารณาด้วยว่าจะใช้ใครเป็นผู้ตรวจ และจำนวนผู้ตรวจที่จะทำให้ผลการวัดมีความถูกต้องและยุติธรรม

2.5 การสร้างเกณฑ์การให้คะแนน ผู้วัดต้องทำการเลือกเครื่องมือที่เหมาะสมและกำหนดเกณฑ์การตรวจให้คะแนน ซึ่งคะแนนที่ได้ไม่ว่าจะมาจากวิธีการหรือเครื่องมือแบบใดก็ตาม จะต้องนำมาปรับให้มีน้ำหนักความสำคัญตามที่ได้กำหนดไว้ วิธีการที่ใช้ในการวัดทักษะปฏิบัติส่วนใหญ่เป็นการสังเกตพฤติกรรมของผู้ปฏิบัติ ปัญหาในการวัดมักเกิดจากวิจรรย์ญาณและ

ประสบการณ์ของผู้ตรวจ เนื่องจากเครื่องมือที่ใช้ในการวัดภาคปฏิบัติมักเป็นการสังเกต หากมีผู้สังเกตหลายคนเป็นเรื่องปกติที่ผู้สังเกตเหล่านั้นจะให้คะแนนแตกต่างกัน เพราะเกณฑ์ที่ใช้ในการให้คะแนนของแต่ละคนไม่ตรงกัน ปัญหาที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งจึงเป็นความไม่สอดคล้องกันของการตัดสินใจให้คะแนน วิธีการแก้ปัญหาคือควรกำหนดเกณฑ์ให้คะแนนที่ยอมรับและเข้าใจตรงกัน เพื่อให้การตรวจมีความเป็นปรนัยมากที่สุด การตรวจให้คะแนนภาคปฏิบัติควรครอบคลุมกระบวนการทำงานและผลงาน แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การตรวจแบบลักษณะรวม และการตรวจแบบวิเคราะห์เป็นรายด้าน

2.6 การกำหนดวิธีการคำนวณคะแนนทักษะปฏิบัติ ต้องกำหนดน้ำหนักคะแนน ความสำคัญของทักษะแต่ละด้าน ซึ่งในเครื่องมือจะมีข้อรายการที่กำหนดขึ้นเพื่อวัดพฤติกรรมหรือคุณภาพการปฏิบัติงาน คะแนนที่ให้ในแต่ละข้ออาจจะเท่ากันหรือไม่เท่ากันก็ได้ผู้วัดสามารถปรับคะแนนเหล่านั้นตามน้ำหนักความสำคัญ

### 3. การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

3.1 การนำเครื่องมือไปทดลองใช้ หลังจากสร้างเครื่องมือเสร็จเรียบร้อยแล้วผู้สร้างเครื่องมือควรนำเครื่องมือไปทดลองใช้ ในขั้นตอนนี้อาจมีการทดลองใช้หลายครั้ง โดยการทดลองครั้งแรกเป็นการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือขั้นต้น มีจุดเน้นที่การพิจารณาความครอบคลุมเนื้อหาของพฤติกรรมที่วัด ความเข้าใจตรงกันในพฤติกรรมที่ต้องประเมิน หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่องในเครื่องมือวัด และอาจต้องนำไปทดลองใช้ใหม่เพื่อตรวจสอบคุณภาพในเรื่องความเที่ยงและความตรงของเครื่องมือ

3.2 การวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือ คุณภาพของเครื่องมือวัดทักษะการปฏิบัติ มีหลักการตรวจสอบเช่นเดียวกับการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ตรวจสอบความเที่ยงและความตรงของเครื่องมือ ซึ่งประเภทของความตรงและความเที่ยงอาจมีความแตกต่างกัน คือ เครื่องมือวัดทักษะเน้นการวัดความตรงตามเนื้อหา ความตรงตามสภาพ ความตรงเชิงจำแนก ส่วนความเที่ยงเน้นการวัดความเที่ยงในการวัดซ้ำ ความเที่ยงแบบความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน

3.3 การสร้างคู่มือการใช้เครื่องมือวัดทักษะปฏิบัติ คู่มือการใช้เครื่องมือการวัดทักษะปฏิบัติเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับผู้นำเครื่องมือไปใช้ ทำให้ทราบว่าการเตรียมการอย่างไร มีขั้นตอนการใช้อย่างไร จึงจะทำให้การวัดทักษะปฏิบัติมีความเป็นมาตรฐาน คู่มือประกอบด้วยรายละเอียดเกี่ยวกับสถานการณ์การปฏิบัติงานที่ผู้วัดต้องจัดเตรียม การเตรียมอุปกรณ์ การทดสอบเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ การตรวจให้คะแนน การแปลผลความหมายของคะแนนที่ได้จากการวัด การพัฒนาเครื่องมือวัดทักษะให้ได้มาตรฐาน ต้องให้ความสำคัญกับการสร้างคู่มือ การใช้



เครื่องมือเช่นเดียวกับการสร้างเครื่องมือ เพื่อให้การวัดผลด้านทักษะปฏิบัติมีความเป็นมาตรฐานเดียวกัน

#### 9.4.5 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดทักษะปฏิบัติ

ความเชื่อถือได้ของการวัดด้านทักษะพิสัยอยู่ที่คุณภาพของเครื่องมือและการประเมินผลของผู้วัด คุณภาพของการวัดขึ้นอยู่กับความตรงและความเที่ยง

##### 1. ความตรง (Validity)

1.1 ความตรงตามเนื้อหา คือความสามารถของเครื่องมือวัดผลที่สามารถวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้องเครื่องมือที่มีคุณภาพดีตามคุณสมบัติด้านนี้จะต้องมีเนื้อหาของสิ่งที่วัดครอบคลุมครบถ้วนตามจุดประสงค์ของการวัด ในการวัดทักษะปฏิบัติเครื่องมือที่ดีจึงประกอบด้วย ความสมบูรณ์เหมาะสมของคุณลักษณะที่มุ่งวัด คุณลักษณะดังกล่าวแยกออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ คุณลักษณะที่ใช้วัดกระบวนการปฏิบัติงานและคุณลักษณะที่ใช้วัดผลงาน เนื้อหาที่อยู่ภายในเครื่องมือวัดจึงมีความแตกต่างกัน ซึ่งเครื่องมือวัดทักษะปฏิบัติในส่วนของกระบวนการครอบคลุมเนื้อหาเกี่ยวข้องกับกิจกรรมหรือขั้นตอนการทำงาน ในขณะที่เครื่องมือวัดผลงานครอบคลุมเนื้อหาที่เกี่ยวกับตัวบ่งชี้คุณภาพของผลงาน ไม่ว่าจะเป็นการวัดกระบวนการหรือผลงาน วิธีการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาไม่แตกต่างกัน โดยกระบวนการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาประกอบด้วย การเลือกกลุ่มของผู้เชี่ยวชาญในงานที่ทำและการเตรียมเนื้อหาให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา

วิธีการที่นิยมใช้ในการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา คือ การจัดเตรียมแบบฟอร์มให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านแสดงความเห็นผู้เชี่ยวชาญจะกรอกข้อมูลในช่องความเห็นและให้ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุง ถ้าเห็นว่ามีข้อควรแก้ไขข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ซึ่งทำได้หลายวิธี วิธีหนึ่งที่ค่อนข้างเป็นรูปธรรม คือ ใช้ค่าสถิติเป็นตัวบ่งชี้เนื้อหาที่ต้องปรับปรุง

1.2 ความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ คือ ความสามารถของเครื่องมือที่สามารถวัดสิ่งที่ต้องการวัดแล้วให้ผลสอดคล้องกับการวัด โดยใช้เครื่องมืออื่นหรือข้อมูลที่เชื่อถือได้มาเป็นเกณฑ์ การตรวจสอบความตรงของเครื่องมือวัดผลภาคปฏิบัติหาเกณฑ์ที่เหมาะสมมาเป็นตัวเทียบค่อนข้างยาก วิธีการที่น่าจะใช้ได้ในการศึกษาความตรงตามเกณฑ์มีหลายประเภท เช่น การใช้เครื่องมือมาตรฐานที่ใช้วัดทักษะ การใช้เกณฑ์อื่นที่อาจไม่ได้วัดทักษะที่แท้จริงแต่มีความสัมพันธ์กับทักษะ เกณฑ์ที่นำมาใช้ในการเปรียบเทียบความแตกต่างตามธรรมชาติของการปฏิบัติ การตรวจสอบความตรงโดยยึดเกณฑ์เป็นตัวเทียบสามารถทำได้หลายวิธี

1.2.1 ตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ของเครื่องมือมุ่งวัดกระบวนการ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นแบบสังเกต เนื้อหาที่วัดประกอบด้วยคุณลักษณะการปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมและขั้นตอนการทำงาน การตรวจสอบทำได้หลายวิธี เช่น การกำหนดเกณฑ์ที่ใช้เป็นตัวเทียบ

1.2.2 วิธีตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ของเครื่องมือที่มุ่งวัดผลงาน ซึ่งวัดได้ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ คุณลักษณะที่มุ่งวัดจึงเป็นได้ทั้งความถูกต้อง ความเร็วในการทำงาน ความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งพิจารณาความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ได้ดังนี้

1.2.2.1 การจัดลำดับคุณภาพของงานเป็นเกณฑ์ ทำได้โดยนำผลงาน ที่มีอยู่มาเป็นเกณฑ์ควรทำโดยกลุ่มผู้ชำนาญการในสาขานั้นๆ หลังจากนั้นยึดผลงานเหล่านั้นเป็น เกณฑ์ ที่เชื่อถือได้ แล้วนำผลงานของผู้เรียนกลุ่มปัจจุบัน ไปเปรียบเทียบและจัดประเภทตามระดับ คุณภาพ จากนั้นนำงานที่นักเรียนทำไปให้ผู้สอนตรวจสอบประเมินคุณภาพ โดยยึดเครื่องมือซึ่งระบุ เกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจนแล้วนำผลมาเปรียบเทียบหากสอดคล้องกันแสดงว่าเครื่องมือ ประเมินผลงานที่สร้างขึ้นมีความตรง

1.2.2.2 การใช้ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญเป็นเกณฑ์การตรวจสอบ สามารถทำได้โดยการนำผลงานไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน หลังจากนั้นนำมาเปรียบเทียบกับผลการ ประเมิน เมื่อใช้เครื่องมือที่สร้างขึ้นเอง ถ้าให้ผลสอดคล้องกัน แสดงว่าเครื่องมือที่สร้างมีความตรง

1.3 ความตรงเชิงจำแนก เครื่องมือวัดทักษะที่ดีคือต้องแยกทักษะความสามารถของ ผู้เรียนได้อย่างถูกต้อง วิธีการที่นิยมใช้คือ วิธีใช้กลุ่มรู้ชัด (Know-group method) คือการหาวิธีการ ที่เชื่อถือได้มาจำแนกความสามารถการทำงานของผู้เรียน ดังนี้

1.3.1 การหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการวัดทั้งสอง สูตรที่ใช้ในการคำนวณ คือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

1.3.2 การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มโดยการทดสอบค่าที่ (t-test) ส่วนในกรณีที่มีการแบ่งกลุ่มมากกว่า 2 กลุ่มขึ้นไป ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) การใช้วิธีการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยไม่ว่าจะเป็น t-test หรือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนให้ข้อมูลด้านความสามารถในการจำแนก แต่ไม่ได้บอกขนาดของ ความสัมพันธ์ว่ามีค่ามากน้อยเพียงใด

## 2. ความเชื่อมั่น (Reliability)

การตรวจสอบความเชื่อมั่นของเครื่องมือ ในการวัดทักษะปฏิบัติค่อนข้างแตกต่างจากการ หาความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ส่วนใหญ่ หาความเชื่อมั่นแบบความสอดคล้องภายใน มีเป้าหมายของเรื่องที่วัดชัดเจน เครื่องมือที่ดีจึงต้องมีความเป็นเนื้อเดียวกันของเนื้อหาที่วัด ส่วนเครื่องมือวัดทักษะการปฏิบัติงานนั้นส่วนใหญ่ใช้แบบ ตรวจสอบรายการจะมีข้อรายการหรือข้อคำถามที่ค่อนข้างเป็นอิสระจากกันจำนวนรายการจึงขึ้นอยู่กับจำนวนพฤติกรรมที่มุ่งวัดไม่เหมือนเนื้อหาในแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่วัดเนื้อหาใด ด้านหนึ่ง ความเชื่อมั่นของการวัดทักษะมีดังนี้

2.1 ความเชื่อมั่นแบบการวัดซ้ำ เครื่องมือสำคัญของการวัดทักษะปฏิบัติ คือ ผู้วัด เนื่องจากการวัดทักษะการปฏิบัติอาศัยการสังเกตเป็นสำคัญ คุณภาพของการวัดที่ให้ผลลงเส้นคงวาคขึ้นอยู่กับความชัดเจนของตัวเครื่องมือและผู้ประเมิน ถ้าเครื่องมือมีคุณภาพดีจริง มีคุณลักษณะการวัดที่ชัดเจนเป็นรูปธรรมตลอดจนมีหลักเกณฑ์การให้คะแนนที่ดี การประเมินผลด้านทักษะของผู้ประเมินคนเดียวแม้จะประเมินต่างเวลาก็ควรให้ผลสอดคล้องกัน หรือเมื่อให้ประเมินซ้ำก็ควรให้ผลประเมินที่สอดคล้องกันซึ่งความเชื่อมั่นแบบการวัดซ้ำ ใช้เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ โดยการให้ผู้เรียนทดสอบซ้ำ 2 ครั้ง

2.2 ความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมิน ถ้าเครื่องมือมีคุณภาพดีคู่มือการให้คะแนนการปฏิบัติงานมีคุณภาพดี เกณฑ์ที่ใช้ในการตรวจให้คะแนนหรือการประเมินมีความชัดเจน ส่งผลให้การประเมินระหว่างผู้ประเมินสอดคล้องกัน การกำหนดความเชื่อมั่นแบบนี้ผู้เรียนปฏิบัติให้ดูเพียงครั้งเดียวโดยมีผู้ประเมินอย่างน้อย 2 คน สังเกตพฤติกรรมการทำงานหรือประเมินผลงาน ซึ่งเป็น การวัดที่เน้นกระบวนการหรือผลงาน เนื่องจากผู้ประเมินสามารถให้คะแนนพร้อมกันได้จากการปฏิบัติงานของผู้เรียน การหาความเชื่อมั่นแบบนี้ทำได้หลายวิธี เช่น หาความสัมพันธ์โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ในกรณีมีผู้ประเมิน 2 คน หากมีผู้ประเมินมากกว่า 2 คน สามารถใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนช่วยในการทดสอบความแตกต่างระหว่างผู้ประเมิน ถ้ามีความสอดคล้องกันค่าเฉลี่ยของนักเรียนในการประเมินจากผู้ประเมินแต่ละคนไม่ควรแตกต่างกัน ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนสามารถกำหนดค่าความสัมพันธ์ได้ โดยใช้สูตรการหาความสัมพันธ์แบบ Interclass correlation

สรุป การตรวจสอบคุณภาพของการวัดทักษะปฏิบัติ ควรตรวจสอบความตรง ความเชื่อมั่น และเกณฑ์การตรวจให้คะแนนต้องมีความชัดเจน และสื่อความหมายในกลุ่มของผู้เกี่ยวข้องกับการวัดได้ตรงกัน

## 10. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 10.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลอง

ปานิสรา รจิตบรรจง (2553 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์บนอินเทอร์เน็ตในการปรับพื้นฐาน เรื่อง พื้นฐานวงจรไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.05/84.37 สูงกว่าสมมุติฐานที่ตั้งไว้ 80/80 เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง พบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองเรียนด้วยบทเรียน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสริมแบบจำลองสถานการณ์สูงกว่ากลุ่มควบคุมเรียนในชั้นเรียนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สวียา สุรมณี (2552 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง กฎหมายจราจร ผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องกฎหมายจราจร มีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.44/84.15 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 2) ค่าดัชนีประสิทธิผลของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องกฎหมายจราจร มีค่าเท่ากับร้อยละ 73 3) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 4) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องกฎหมายจราจร อยู่ในระดับมากที่สุด 5) นักเรียนมีความคงทนทางการเรียนผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนด

วารุณี คุ้มบัว (2552 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่อง การติดตั้งเครื่องเสียงในสถานการณ์ต่างๆ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 77.63/78.69 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 75/75 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ต่างๆ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น อยู่ในระดับมาก

ญาณิรัตน์ หาญประเสริฐ (2550 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนอินเทอร์เน็ตแบบมัลติมีเดีย ด้วยเทคนิคสถานการณ์จำลอง วิชา การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์และอัลกอริทึม ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 81.16/80.13 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ กลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผู้เรียนมีความพึงพอใจในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนอินเทอร์เน็ตแบบมัลติมีเดียด้วยเทคนิคสถานการณ์จำลอง วิชา การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์และอัลกอริทึมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น อยู่ในระดับมาก

เนตรา มุลดวง (2550 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลอง กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม เรื่อง วิถีประชาธิปไตย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) เท่ากับ 86.45/85.97 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองกลุ่มสาระ การเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม เรื่อง วิถีประชาธิปไตย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แยกต่างหรือสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยแผนการจัดกิจกรรมโดยใช้สถานการณ์จำลอง อยู่ในระดับมาก

พรคิต อ้นขาว (2548 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสถานการณ์จำลองผ่านเครือข่าย อินเทอร์เน็ต กับการเรียนที่ฝึกทักษะด้วยเครื่องมือและอุปกรณ์จริง โดยมีครูเป็นผู้สอน เรื่อง TTL and CMOS Logic Gate กับนักเรียนสาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ จำนวน 60 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 30 คน โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย โดยกลุ่มที่ 1 เรียนด้วยบทเรียนที่สร้างขึ้น กลุ่มที่ 2 เรียน โดยใช้เครื่องจริงครูเป็นผู้สอน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพตาม เกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 83.24/84.73 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย สอนที่สร้างขึ้นสูงกว่าการเรียนด้วยเครื่องมือจริง โดยมีครูเป็นผู้สอน ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .05

เรณู สายเชื้อ (2547 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์ จำลอง วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง การบวกและการลบจำนวนที่มีผลลัพธ์และตัว ตั้งไม่เกิน 20 มีประสิทธิภาพ 87.95/83.36 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ มีดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.7373 แสดงว่านักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 73.73 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ชั้น ประถมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง การบวกและการลบจำนวนที่มีผลลัพธ์และตัวตั้งไม่เกิน 20 เป็นการจั ดกิจกรรมที่เหมาะสม นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 83.36 ของคะแนนเต็ม และ นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนอยู่ในระดับมาก

วิลเดอร์ (Wilder. 1997 : 2808-A) ได้ศึกษารูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ชนิดต่างๆ คือ Drill และ Practice การเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นพื้นฐานและการเรียนปกติโดยใช้ สมุดงานเป็นพื้นฐาน ซึ่งพิจารณาจากคะแนนการคำนวณความคงทนในการเรียนรู้และในการเรียน กลุ่มประชากรที่ทำการทดลอง จำนวน 564 คน โดยใช้เวลาในการเก็บข้อมูลเป็นเวลา 5 ปี ผลการ ทดลองพบว่า โปรแกรมทำให้ความคงทนในการเรียนรู้เพิ่มขึ้นและลดเวลาในการเรียนรู้ลง

เอ็ดเวิร์ด (Edward. 1997 : 51-63) ได้พัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ เพื่อใช้ในการฝึกปฏิบัติในห้องทดลอง โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มทดลอง 28 คน เรียนด้วยคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ กลุ่มควบคุม 28 คนเรียนจากการทดลอง ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์แบบจำลองสถานการณ์มีความสามารถดีกว่ากลุ่มควบคุม และเห็นว่า การจำลองสถานการณ์ในห้องปฏิบัติการเป็นประโยชน์และง่ายต่อการฝึก แต่จะไม่มีผลอย่างเต็มที่ เท่ากับการฝึกจริงในสถานการณ์จริง แต่ก็เหมาะสมสำหรับผู้เรียนที่เริ่มต้นเพราะการจำลองสถานการณ์ จะสร้างประสบการณ์ก่อนไปเจอสถานการณ์จริง

ลี และเซีย (Lee and Chia. 1997 : 25) ได้ทำการทดลองโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ทดลองสอนในเรื่อง ระบบเลเซอร์มัลติเซนแนล กับนักศึกษาปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 วิชาฟิสิกส์ โดยมีวัตถุประสงค์ให้นักศึกษาได้มีประสบการณ์ในการคำนวณวงจรไฟฟ้าบนคอมพิวเตอร์และเปรียบเทียบกับประสบการณ์ในแบบเดิมที่เคยทำ เพื่อช่วยให้นักศึกษาเข้าใจลำดับขั้นของระบบเลเซอร์มัลติเซนแนล โดยการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์และคำนวณผลด้วยคอมพิวเตอร์ โดยช่วงแรกจะใช้คำถามง่าย ๆ ในการประยุกต์ใช้กฎของเคอร์ชอฟแก้สมการทางไฟฟ้า ให้ความเวลาในการคิดอย่างอิสระ การคำนวณเริ่มจากง่ายและพัฒนาขึ้นไป ผลการทดลองพบว่าการใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์เป็นประโยชน์ในการประยุกต์และวิเคราะห์วงจรที่มีความซับซ้อน ช่วยทำให้เกิดมโนทัศน์และประสบการณ์จริง ในสิ่งที่ไม่สามารถทดลองได้ด้วยเครื่องมือทั่วไป

คอบสัน, ฮิลล์ และเทอร์เนอร์ (Dobson, Hill and Turner. 1995 : 13-20) ได้ศึกษาการประเมินผลการทดลองสอนโดยการทดลองอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ เปรียบเทียบกับการทดลองในห้องปฏิบัติการทดลองด้วยอุปกรณ์ภายในห้องทดลองจริง และศึกษาการตอบสนองของผู้เรียนในการใช้วิธีจำลองสถานการณ์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1-2 ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเซาธ์แทมตัน ที่เรียนวิชาปฏิบัติการออปแอมป์ โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองที่ 1 จำนวน 14 คน ให้เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ กลุ่มทดลองที่ 2 เรียนจากการใช้อุปกรณ์จริงตามปกติจำนวน 50 คน

แซมสัน (Samson. 1982 : 5079-A) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความมีประโยชน์และความเหมาะสมของแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ ในการนำไปปรับปรุงทักษะที่ใช้ในการวิเคราะห์ในวิชาพันธุศาสตร์ ได้ทำการวิจัยโดยแบ่งตัวอย่างประชากรออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จากการวิจัยพบว่า ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างทั้งสองกลุ่ม แบบจำลองมีประสิทธิภาพเท่ากับการทดลองด้วยสิ่งมีชีวิต แต่ประสิทธิภาพของการใช้แบบจำลองไม่มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญกับการทดลองด้วยสิ่งมีชีวิต และแบบจำลองสามารถใช้อย่างมีประสิทธิภาพอย่างยิ่งในกรณีที่ไม่สามารถมีการทดลองปฏิบัติการด้วยสิ่งมีชีวิต

## 10.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้และทักษะปฏิบัติ

ขเจนศักดิ์ ไตรธิเลน (2553 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นทักษะปฏิบัติ เรื่องการใช้อุปกรณ์และการต่อวงจรไฟฟ้า กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นทักษะปฏิบัติ เรื่อง การใช้อุปกรณ์และการต่อวงจรไฟฟ้า ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพ 84.74/88.41 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ 2) ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะปฏิบัติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 ก่อนและหลังการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้รูปแบบ การเรียนการสอนที่เน้น ทักษะปฏิบัติ เรื่อง การใช้อุปกรณ์และการต่อวงจรไฟฟ้า พบว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 3) ผลการเปรียบเทียบคะแนนความรู้ ความเข้าใจ ก่อนเรียนและหลัง เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นทักษะปฏิบัติ เรื่องการใช้ อุปกรณ์และการต่อวงจรไฟฟ้า พบว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 4) นักเรียนมีเจตคติต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้รูปแบบการเรียน การสอนที่เน้นทักษะปฏิบัติ เรื่อง การใช้อุปกรณ์และการต่อวงจรไฟฟ้า ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยรวมอยู่ในระดับมาก

เทียมจันทร์ เรืองเกษม (2553 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบความรู้และทักษะ ปฏิบัติ วิชางานประดิษฐ์ที่เป็นเอกลักษณ์ไทย เรื่อง การประดิษฐ์ดอกไม้สด ของนักเรียนระดับ ประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มโรงเรียนปัทมาลัย ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเองจากบทเรียน คอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการกลุ่มจากชุดการสอน แบบศูนย์การเรียน ผลการวิจัยพบว่าความรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเองจาก บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการกลุ่มจากชุดการสอนแบบศูนย์การ เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความรู้ของนักเรียนที่ได้รับการ จัดการเรียนรู้ด้วยตนเองจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียกับที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วย กระบวนการกลุ่มจากชุดการสอนแบบศูนย์การเรียนไม่แตกต่างกัน ส่วนทักษะปฏิบัติแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ณรงค์ศักดิ์ แสงเงิน (2545 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ระหว่างการสอน แบบใช้การทดลองเป็นศูนย์กลางการเรียนกับการสอนทดลองแบบปกติ เรื่อง วงจรขยายสัญญาณ ด้วยทรานซิสเตอร์ ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษากลุ่มทดลองที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบใช้การทดลอง เป็นศูนย์กลางมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในภาพรวม ความคงทนในเนื้อหา ตลอดจนผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนระดับสูงตั้งแต่ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ ดีกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนทดลองแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัย แต่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับต่ำ คือความรู้ความจำ ไม่แตกต่างกัน และจากการสังเกตพบว่านักศึกษากลุ่มทดลอง ให้ความสนใจและมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้เนื้อหามากกว่า นักศึกษากลุ่มควบคุม

จากการศึกษาผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ พบว่าการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยแก้ปัญหาทางการศึกษา ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นและเป็น การตอบสนองในด้านความแตกต่างระหว่างบุคคลได้ดี ทั้งยังเป็นสื่อเสริมสำหรับการเรียนการสอนรายบุคคลให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองมากขึ้นด้วย จากเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะพัฒนาบทเรียนทดลองแบบจำลองสถานด้วยคอมพิวเตอร์ เรื่อง การออกแบบวงจรคอมพิวเตอร์ วิชา วงจรพัลส์และดิจิทัล ให้มีประสิทธิภาพเพื่อนำไปใช้ในการเรียนการสอนต่อไป