

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องกระบอกสุบลมสองทางครั้งนี้ผู้วิจัย ได้ศึกษาแนวคิดทฤษฎีจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งขอเสนอสาระสำคัญตาม ลำดับ ดังนี้

1. หลักสตรนิวแมติกส์เบื้องต้น
 - 1.1 ความหมายของระบบนิวแมติกส์
 - 1.2 อุปกรณ์พื้นฐานในระบบนิวแมติกส์
 - 1.3 กระบอกสุบลมสองทาง
 - 1.3.1 โครงสร้างของระบบนิวแมติกส์พื้นฐาน
 - 1.3.2 หน้าที่และหลักการทำงานของกระบอกสุบลมสองทาง
 - 1.3.3 ความบกพร่องชำรุดเสียหายที่เกิดขึ้นกับกระบอกสุบลมสองทาง
 - 1.3.4 หลักการตรวจเช็คกระบอกสุบลมสองทาง
2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 2.1 ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 2.2 คุณลักษณะของสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 2.3 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 2.4 เทคนิคการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 2.5 ลำดับขั้นตอนของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 2.6 การเขียนบทเรียนแต่ละกรอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 2.7 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 2.8 ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 2.9 ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี
 - 2.10 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 2.11 ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 2.12 การทดลองใช้และปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 2.13 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
3. ความพึงพอใจ
 - 3.1 ความหมายของความพึงพอใจ

- 3.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ
- 3.3 การวัดความพึงพอใจ
- 4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 4.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 4.3 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 5.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรนิวแมติกส์เบื้องต้น

จากการศึกษาเอกสารหลักสูตรนิวแมติกส์เบื้องต้น มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ (สำนักงานการบุคคล, 2551, มกราคม 120-160)

1. ความหมายของระบบนิวแมติกส์

ระบบนิวแมติกส์ หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้ลมอัดเป็นต้นกำลังในการทำงานและควบคุมการเคลื่อนที่ด้วยวาล์วควบคุมทิศทางของลมอัดที่จ่ายให้แก่อุปกรณ์ทำงาน วิธีการควบคุมวาล์วควบคุมทิศทางสามารถเลือกใช้ได้หลายรูปแบบ เช่น ลมอัด ไฟฟ้า แรงเชิงกล (ปานเพชร ชินินทร, 2548, หน้า 9) เหตุผลที่มีการนำระบบนิวแมติกส์มาใช้อย่างกว้างขวางในงานอุตสาหกรรมที่เป็นระบบอัตโนมัติ เนื่องจากการประหยัดแรงงาน โครงสร้างของอุปกรณ์บังคับเป็นแบบง่าย ๆ มีความปลอดภัยในการทำงานสูง เพราะมีอุณหภูมิในการทำงานต่ำ ราคาถูกกว่าระบบอื่น ๆ มีการบำรุงรักษาและควบคุมง่าย นอกจากนี้ยังง่ายต่อการดัดแปลง เช่น สามารถใช้ร่วมกับไฟฟ้าในการบังคับจากระยะไกลได้ เป็นที่นิยมใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมที่ทันสมัยในระบบนิวแมติกส์จะประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ อีกหลายตัวที่ต้องทำงานร่วมกัน

2. อุปกรณ์พื้นฐานในระบบนิวแมติกส์

2.1 เครื่องอัดอากาศ หรือคอมเพรสเซอร์ คือ เครื่องจักรกลที่ทำหน้าที่อัดอากาศซึ่งดูดเข้ามาที่ความดันปกติให้มีความดันสูงขึ้น เพื่อที่จะนำไปใช้ในงานบริการต่าง ๆ แต่ในวิชานิวแมติกส์นำมาใช้ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์นิวแมติกส์ เช่น กระบอกลูกสูบหรือมอเตอร์ลม โดยอัดอากาศเก็บไว้ในถังเก็บลมแล้วจึงส่งจ่ายไปตามท่อลมเข้าเครื่องจักรกลนิวแมติกส์

1) เครื่องอัดอากาศชนิดเคลื่อนที่ได้ เหมาะสำหรับงานที่ใช้ปริมาณลมไม่มาก โดยเครื่องอัดอากาศจะมีขนาดเล็ก และติดตั้งเป็นชุดเดียวกับถังเก็บลม

2) เครื่องอัดอากาศชนิดติดตั้งถาวร เหมาะสำหรับงานที่ใช้ปริมาณลมมาก โดยมีความดันคงที่ และเครื่องอัดอากาศจะแยกต่างหากจากถังเก็บลม

2.2 ถังเก็บลมอัด (air reservoir)

หน้าที่ของถังเก็บลมอัด ได้แก่ กักเก็บลมอัดที่เครื่องอัดอากาศผลิตออกมา รักษาปริมาณลมอัดให้เพียงพอกับการใช้งาน จ่ายลมอัดออกไปใช้งานด้วยความดันสม่ำเสมอ ระบายความร้อนให้กับลมอัด แยกไอน้ำบางส่วนที่ปะปนมากับอากาศ ซึ่งกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ เมื่ออุณหภูมิลดลง

2.3 เครื่องระบายความร้อนของลมอัดที่ออกมาจากเครื่องอัดอากาศหรือ คอมเพรสเซอร์จะมีความดัน และ อุณหภูมิสูง และมีปริมาณไอน้ำปนอยู่มาก จึงควรที่จะ ระบายความร้อนออก และเพิ่มความเย็นให้แก่ลมอัดก่อน เมื่อลมอัดจากเครื่องอัดอากาศ ไหลผ่านในท่อ ซึ่งมีครีบทึ่ทำจากตัวนำความร้อนที่ดีเป็นตัวช่วยระบายความร้อนของลมอัด ภายในท่อ เมื่อมีพัดลมเป่าให้ความร้อนนั้นกระจายสู่บรรยากาศรอบ ๆ ได้อย่างรวดเร็วจะทำให้ อุณหภูมิของลมอัดลดลง

2.4 เครื่องทำอากาศแห้ง ถึงแม้ว่าลมอัดจะถูกลดอุณหภูมิลง แต่ความชื้น ยังถูกกำจัดออกไม่หมด จึงจำเป็นต้องทำความดันลมอัดให้แห้ง หลักการทำงาน ถังดูดความชื้น จะบรรจุสารดูดความชื้น เช่น แคลเซียมคลอไรด์ โซเดียมคลอไรด์ ลิเทียมคลอไรด์ ตรงกลางของห้อง เมื่อลมอัดจากเครื่องระบายความร้อนเข้ามาในถังด้านล่างลมอัดจะไหลผ่าน สารดูดความชื้นอย่างช้า ๆ ความชื้นที่ปนมาจะถูกดูดและรวมตัวกับสารดูดความชื้นกลายเป็น สารละลายไหลออกทางด้านล่างของห้อง และระบายทิ้งออกไปด้านนอก ทำให้อากาศสะอาด ปราศจากความชื้นไหลออกไปด้านบน

2.5 เครื่องกรองลมท่อส่งลมอัด (main filter) เครื่องกรองลมท่อส่งลมอัดทำ หน้าที่ กรองสิ่งสกปรก และความชื้นที่อาจหลงเหลือ หรือค้างในท่อส่งลมอัดให้สะอาด ก่อนเข้า ชุดควบคุม และปรับปรุงคุณภาพลมอัดของเครื่องจักรต่อไป หลักการทำงาน เมื่อลมอัดเข้าในถัง ผ่านไส้กรอง ซึ่งเป็นไส้กรองละเอียดประมาณ 0.01-3 ไมครอน ซึ่งทำจากโลหะซินเทอร์ กระดาษไวร์โคลท (wire cloth) โคมเทียม หรือฝ้ายคล้ายรวงผึ้ง ความละเอียดของการกรองจะ ขึ้นอยู่กับลักษณะของงาน ฝุ่นละอองและไอน้ำที่ปนมาจะผ่านไส้กรองไม่ได้ ไอน้ำจะรวมตัวเป็น หยดน้ำอยู่ทางด้านล่างของถัง และระบายออกสู่ภายนอก ส่วนไส้กรองถ้าสกปรกต้องถอดนำมา เป่าลมทำความสะอาด บางชนิดต้องทิ้งและเปลี่ยนใหม่

2.6 ชุดควบคุม และ ปรับปรุงคุณภาพลมอัด หรือชุดบริการลมอัด หรือ เซอร์วิสยูนิต (service unit) ในโรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้ปริมาณลมอัดจำนวนมากจะมีเครื่อง กำจัดน้ำออกไปบ้างแล้ว แต่ยังคงมีปริมาณน้ำเหลืออยู่บ้าง ซึ่งประกอบด้วย

- 1) อุปกรณ์กรองอากาศ (compressed air filter)
- 2) อุปกรณ์ควบคุมความดัน (regulator)

- 3) อุปกรณ์ช่วยในการหล่อลื่น
- 4) เกจวัดความดัน (pressure gauge)

2.7 วาล์วควบคุมทิศทาง เรียกว่า D.C.V. ทำหน้าที่ควบคุมลมอัดให้ไหลผ่านวาล์วไปในทิศทางที่ต้องการเพื่อให้กระบอกสูบทำงานหรือหยุดทำงาน หรือหยุดค้าง ตำแหน่งวาล์วควบคุมทิศทางทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของระบบนิวแมติกส์ คือ เปิดและปิดให้กระบอกสูบทำงาน และควบคุมทิศทางการไหลของลมอัด ทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ออกหรือเคลื่อนที่กลับ หรือค้างตำแหน่ง

2.8 วาล์วควบคุมอัตราการไหล (flow control valves) คือ วาล์วที่ควบคุมปริมาณลมให้ไหลน้อยลง ควบคุมการไหลได้ทั้ง 2 ทิศ คือ เมื่อลมเข้าวาล์ว ปริมาณลมจะผ่านช่องแคบ ทำให้ปริมาณลมไหลผ่านไปได้ช้ากว่าปกติ และเมื่อเอาลมเข้าอีกด้าน ลมก็ถูกควบคุมเช่นเดียวกัน สามารถปรับสกรูเปิดลิ้นวาล์วให้ปริมาณลมไหลผ่านน้อยหรือมากตามต้องการ วาล์วควบคุมอัตราไหลแบ่งตามโครงสร้างและลักษณะการทำงานได้ 2 ชนิด คือ วาล์วควบคุมอัตราไหลชนิดปรับการไหลไม่ได้ และชนิดปรับการไหลได้

2.9 อุปกรณ์ทำงานในระบบนิวแมติกส์จะทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานลมอัดให้เป็นพลังงานกล แบ่งตามลักษณะทำงานได้ 2 ลักษณะคือ

- 1) อุปกรณ์ทำงานในแนวเส้นตรง เช่น กระบอกสูบชนิดต่าง ๆ
- 2) อุปกรณ์ทำงานในแนวหมุน เช่น มอเตอร์ลม (หมุนรอบตัว)

3. กระบอกสูบลมสองทาง

3.1 โครงสร้างของระบบนิวแมติกส์พื้นฐาน

ระบบนิวแมติกส์มีองค์ประกอบในการใช้งานดังนี้

- 1) จุดจ่ายลม หมายถึง ต้นกำเนิดลมหรือเครื่องอัดอากาศ ในการใช้งานต้องคำนึงถึงปริมาณลมอัดที่ต้องการใช้ที่พอเพียงต่อการใช้งานอย่างเหมาะสม
- 2) ระบบหล่อเย็น หรือเครื่องระบายความร้อน มักจะติดตั้งอยู่ถัดจากเครื่องอัดอากาศเพื่อทำให้ลมลดอุณหภูมิลง
- 3) ถังลม ควรมีขนาดใหญ่เพียงพอจากลมอัดให้กับอุปกรณ์ทุกตัว เพื่อป้องกันการที่เครื่องอัดอากาศทำงานหนักมากเกินไป
- 4) ชุดกรองอากาศ หรือเครื่องกรองอากาศในท่อหลัก (main line air filter) จะทำหน้าที่กำจัดฝุ่นละออง น้ำ และคราบน้ำมันที่ปะปนมากับลมอัดที่อยู่ในท่อส่งหลัก ก่อนที่จะส่งลมอัดนี้ไปใช้งานหรือผ่านการกรองอีกครั้งหนึ่ง
- 5) ชุดทำให้อากาศแห้ง มีหน้าที่ในการทำให้ไอน้ำในลมอัดกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ โดยการลดอุณหภูมิห้อง ไอน้ำเกิดการกลั่นตัวเป็นหยดและไหลออกทางช่องระบายทิ้ง
- 6) ท่อแยกไปใช้งาน เป็นท่อที่ต่อแยกจากท่อส่งหลักไปใช้งานในตำแหน่งที่ต้องการ

7) ชุดกรองอากาศ จะทำการกำจัดฝุ่นละออง สนิมภายในท่อหรือสิ่งสกปรกอื่นๆ ที่ติดมากับลมอัด เพื่อป้องกันความเสียหายต่ออุปกรณ์ และยังช่วยในการกรองน้ำออกจากลมอัดด้วย

8) ชุดปรับความดันใช้งานและเกจวัดความดัน มีหน้าที่ในการรักษาระดับความดันให้อยู่ในระดับที่ต้องการและคงที่ เนื่องจากลมอัดที่เกิดจากเครื่องอัดอากาศจะมีค่าสูงกว่าความดันที่ต้องการใช้งานเล็กน้อย

9) ชุดผสมน้ำมันหล่อลื่น มีหน้าที่ในการเติมน้ำมันให้ผสมกับลมอัด เพื่อช่วยหล่อลื่นให้กับอุปกรณ์ที่เคลื่อนที่ เพื่อให้มีการทำงานที่ราบรื่น และช่วยยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์

10) วาล์วควบคุมทิศทาง เป็นวาล์วที่ใช้ในการจ่ายลมอัดให้กับกระบอกสูบ เพื่อควบคุมให้เกิดการเคลื่อนที่ในทิศทางที่ต้องการ

11) กระบอกสูบ เป็นอุปกรณ์ทำงานที่ใช้ลมอัดเป็นต้นกำลังในการเคลื่อนที่เชิงเส้น

12) วาล์วควบคุมความเร็ว มีหน้าที่ในการปรับแรงดันของลมอัดที่จ่ายให้แก่กระบอกสูบตามที่ต้องการ เพื่อควบคุมความเร็วในการเคลื่อนที่ของก้านสูบ อุปกรณ์ทำงานในระบบนิวแมติกส์จะทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานลมอัดให้เป็นพลังงานกล แบ่งตามลักษณะทำงานได้ 2 ลักษณะคือ อุปกรณ์ทำงานในแนวเส้นตรง เช่น กระบอกสูบชนิดต่างๆ และ อุปกรณ์ทำงานในแนวหมุน เช่น มอเตอร์ลมทำงานในลักษณะหมุนรอบตัว

3.2 หน้าที่และหลักการทำงานของกระบอกสูบลมสองทาง

กระบอกสูบลมสองทาง ทำงานโดยใช้ลมเข้าด้านลูกสูบ และลมออกด้านก้านสูบ ทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ออก และเคลื่อนที่กลับเมื่อลมเข้าด้านก้านสูบและลมออกด้านลูกสูบ ทำให้ได้แรงทั้งสองทิศทาง กระบอกสูบทำงานสองทางมีหลายชนิด เช่น กระบอกสูบชนิดไม่มีเบาะลมกันกระแทก กระบอกสูบชนิดมีเบาะลมกันกระแทก กระบอกสูบชนิดมีก้านสูบ 2 ข้าง กระบอกสูบชนิดช่วงชักหลายตำแหน่ง และกระบอกสูบชนิดลูกสูบเคลื่อนที่ ก้านสูบอยู่กับที่ โครงสร้างของกระบอกสูบลม ประกอบด้วย

1) กระบอกสูบ ทำด้วยท่อโลหะไม่มีตะเข็บ วัสดุที่ใช้ เช่น เหล็ก เหล็กไร้สนิม อะลูมิเนียม และทองเหลือง เป็นต้น ผิวภายในต้องขัดให้เรียบ หรือชุบโครเมียม เพื่อลดการสึกหรอของซีล ลดการเสียดทานภายในกระบอกสูบ ป้องกันการรั่วของซีล และลมอัด

2) ฝาสูบทั้งสองด้าน ทำด้วยโลหะโดยวิธีการอัดขึ้นรูปหรือหล่อ วัสดุที่ใช้ เช่น อะลูมิเนียมหรือเหล็กเหนียวหล่อ

3) ก้านสูบ ทำด้วยเหล็กไร้สนิม หรือเหล็กชุบโครเมียม ผิวก้านสูบต้องขัดให้เรียบที่สุดเช่นเดียวกับกระบอกสูบ

4) ลูกสูบ ทำด้วยเหล็กหล่อ หรือเหล็กเหนียวขัดมัน หรือชุบโครเมียม มีร่องสำหรับใส่ซีลลูกสูบกันลมรั่ว

5) ซีลลูกสูบ เป็นแหวนลูกสูบ ทำด้วยหนัง ยางสังเคราะห์ ยางธรรมชาติ เทฟลอนลักษณะของซีลลูกสูบแต่ละชนิดเหมาะสำหรับงานแต่ละงาน เช่น ซีลรูปถ้วยติดตั้งที่ลูกสูบหน้าทีของซีลเพื่อป้องกันฝุ่นละอองเข้าไปภายในกระบอกสูบป้องกันการรั่วของลม ลดความเสียหายระหว่างลูกสูบ และเรือนกระบอกสูบ

6) บูชหรือแบร็ง ทำด้วยโลหะ เช่น ทองเหลือง เหล็กหล่อ เหล็กเคลือบพลาสติก ทำหน้าที่รองรับก้านสูบ

7) สปริง กรณีกระบอกสูบทำงานทางเดียว

8) รูลมเข้าและรูลมออก

9) วาล์วปรับอัตราการไหลทางเดียวกระบอกสูบชนิดมีเบาะลมกันกระแทก

10) สลักเกลียว หรือสกรูยึดฝากระบอกสูบ และตัวกระบอกสูบ ติดตั้งที่ฝาสูบด้านก้านสูบ

กระบอกสูบลมทำงานสองทางมีหลายชนิด เช่น

กระบอกสูบทำงานสองทางชนิดไม่มีเบาะลมกันกระแทก มีราคาถูก เหมาะสำหรับงานที่มีความเร็วไม่สูง และ ความถี่ในการใช้งานน้อย เพราะถ้านำไปใช้กับงานความเร็วสูงจะทำให้ฝาสูบด้านลูกสูบ และด้านก้านสูบของกระบอกสูบถูกลูกสูบกระแทกเสียหายได้

กระบอกสูบทำงานสองทางชนิดมีเบาะลมกันกระแทก (cushioned cylinder) เบาะลมกันกระแทก จะอาศัยลมภายในด้านลูกสูบ หรือด้านก้านสูบซึ่งผ่านวาล์วปรับอัตราการไหลสำหรับด้านการเคลื่อนที่ของลูกสูบ เพื่อป้องกันการกระแทกกระหว่างลูกสูบและฝาสูบและด้านก้านสูบของกระบอกสูบ

กระบอกสูบทำงานสองทางชนิดมีก้านสูบสองข้าง (double end rod cylinder) การติดตั้งกระบอกสูบมีปัญหาเนื่องจากเนื้อที่ในการติดตั้งมีจำกัด หรืองานที่ต้องการแรงกระทำทั้งสองด้านเท่ากัน ซึ่งจะทำให้ประหยัดเวลา และเพิ่มผลผลิต ลักษณะเป็นกระบอกสูบชนิดทำงานสองทาง มีก้านสูบ 2 ข้าง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากัน มีแบร็งรองรับโครงสร้างทั้งสองข้าง ทำให้แรงกระทำที่ก้านสูบน้อย มีการนำไปใช้ในงาน เช่น การเคลื่อนชิ้นงาน 2 ราง

กระบอกสูบทำงานสองทางชนิดช่วงชักหลายตำแหน่ง (multi-position cylinder) เป็นการนำกระบอกสูบชนิดทำงานสองทางจำนวน 2 ลูกมารวมในกระบอกสูบเดียวกัน โดยให้ก้านสูบอยู่ด้านตรงข้ามกัน เพื่อนำไปใช้ในงานที่ต้องการให้กระบอกสูบหยุดได้หลายตำแหน่ง การนำไปใช้งาน เช่น ใช้ในการสับหลักรางสายพาน

กระบอกสูบทำงานสองทางชนิดลูกสูบเคลื่อนที่ ก้านสูบอยู่กับที่ หรือรูดเลส (rodless cylinder) งานบางอย่างต้องการการเคลื่อนที่ของช่วงชักยาว และถ้านำกระบอกสูบทำงานสองทางธรรมดาใช้งาน ก็จะทำให้เกิดปัญหาเรื่องพื้นที่การติดตั้ง และขนาดของก้านสูบจะเล็กเกินไป

อาจทำให้ก้านสูบโก่งงอได้ กระบอกสูบแบบนี้จะมีแม่เหล็กถาวรติดอยู่กับลูกสูบที่เคลื่อนที่ภายในลูกสูบ เมื่อให้ความดันลมเข้าด้านหนึ่ง ลมจะดันให้ลูกสูบ และแม่เหล็กเคลื่อนที่ และทำให้กระบอกสูบซึ่งอยู่ด้านนอก (ติดแม่เหล็กเช่นเดียวกันกับลูกสูบโดยสลับขั้วเหนือและใต้) เคลื่อนที่ตามไปด้วย โดยจะเคลื่อนที่บนก้านสูบไปทางด้านขวามือ ส่วนด้านที่ 2 จะเป็นรูระบายลม ในทำนองเดียวกันเมื่อต่อความดันลมเข้าทางอีกด้านก็จะทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่บนก้านสูบไปทางด้านซ้ายมือ ส่วนอีกด้านหนึ่งจะเป็นรูระบายลม

3.3 ความบกพร่องชำรุดเสียหายที่เกิดขึ้นกับกระบอกสูบลมสองทาง

การทำงานของกระบอกสูบจะมีอายุการใช้งานยาวนานเท่าไรขึ้นอยู่กับ การเอาใจใส่ในด้านการบำรุงรักษาอุปกรณ์ และการติดตั้งอุปกรณ์ให้ถูกต้อง ถ้าเช่นนั้นแล้วไม่ว่ากระบอกสูบจะราคาแพงเท่าไรก็อาจจะไม่สามารถใช้งานได้ยาวนาน ในระบบนิวแมติกส์ที่ใช้เครื่องอัดลมจ่ายพลังงาน ลมอัดมักจะมีปัญหาเรื่องความชื้น และฝุ่นละอองซึ่งปะปนอยู่ในบรรยากาศ จึงจำเป็นจะต้องกำจัดสิ่งสกปรกเหล่านี้ออกก่อนนำไปใช้งาน โดยส่วนใหญ่ สิ่งแปลกปลอมที่ปนมากับลมอัดจะทำให้เกิดข้อบกพร่อง เสียหายต่อกระบอกสูบดังตาราง 1

ตาราง 1 ความเสียหายของกระบอกสูบลมสองทาง

อุปกรณ์ ควบคุม	สิ่งแปลกปลอมที่เข้าสู่ระบบ			
	ความชื้น	น้ำมันหล่อลื่น จากเครื่องอัด ลม	สารออกไซด์	ฝุ่นละออง
อุปกรณ์ ทำงาน	- ความชื้นจะล้างจาระบี ออก ทำให้ชิ้นส่วนที่เสียด สีเกิดความฝืดมากขึ้น การทำงานจะฝืดไป - ซีลลูกสูบจะสึกหรือเร็ว ฝืดปกติ และเกิดการ เสียหาย	- การทำงาน ผิดพลาดเมื่อ ซีลชำรุด	- เกิดคราบจับ ชิ้นส่วนที่เสียดสี ทำให้เลื่อนไม่ได้ หรืออัตรา ความเร็วลดลง	- เกิดคราบจับชิ้นส่วนที่ เสียดสีทำให้เลื่อนไม่ได้ หรืออัตราความเร็วลดลง

ที่มา : (ปานเพชร ชินินทร, 2548, หน้า 295)

3.4 หลักการตรวจเช็คกระบอกสูบลมสองทาง

การที่จะหาจุดบกพร่องของวงจรควรจะทราบถึงวงจรที่ออกแบบควบคุมเสียก่อน ต่อจากนั้นต้องสังเกตลักษณะของการขัดข้องของอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น ก้านสูบไม่เคลื่อนที่เคลื่อนที่เร็วหรือช้าผิดปกติ ลมรั่ว ลักษณะดังกล่าวเป็นอาการที่จะหาตัวปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อทำการแก้ไขต่อไป

จะได้นั่งอยู่หน้าไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่อง หรือเทอร์มินอลที่ต่อกับเมนเฟรม เรียกโปรแกรมสำเร็จรูปที่จัดเตรียมไว้สำหรับการสอนวิชานั้น ๆ ขึ้นมาบนจากภาพซึ่งจะแสดงบทเรียนเป็นคำอธิบาย หรือรูปภาพ (ทักษิณา สนวนานนท์, 2529, หน้า 27)

ยีน กูว์รเวอร์ธ ได้ให้ความหมายไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้นำเนื้อหาวิชา และลำดับวิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ คอมพิวเตอร์จะช่วยนำบทเรียนที่เตรียมไว้อย่างเป็นระบบมาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสมโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลในการเรียนรู้ (ยีน กูว์รเวอร์ธ, 2531, หน้า 32)

นิพนธ์ สุขปรีดี ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า เป็นโปรแกรมการสอนประเภทหนึ่ง ซึ่งเป็นการรวมระหว่างบทเรียนแบบโปรแกรมและเครื่องช่วยสอนเข้าไว้ด้วยกัน (นิพนธ์ สุขปรีดี, 2533, หน้า 10)

สุกรี รอดโพธิ์ทอง ได้ให้ความหมายไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้มีความหมายอยู่ในตัวแล้ว นั่นคือการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสอนมิได้หมายถึงการใช้คอมพิวเตอร์สอนแทนครูทั้งหมด อาจมีเนื้อหาบางส่วนที่ครูสอน บางส่วนให้เรียนจากคอมพิวเตอร์หรือครูสอนเนื้อหาทั้งหมดส่วนการทบทวน และการทดสอบความรู้ ปลดปล่อยให้เป็นหน้าที่ของคอมพิวเตอร์ และสำหรับพนักงานที่เรียนไม่ทันก็ให้เรียนจากคอมพิวเตอร์ ในลักษณะการสอนเสริมกิจกรรมซึ่งวิธีการเหล่านี้ก็อยู่ภายใต้ขอบข่ายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (สุกรี รอดโพธิ์ทอง, 2531, หน้า 51)

สรุปได้ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อช่วย และ/หรือส่งเสริมกิจกรรมการเรียนการสอน มีทั้งการฝึกทักษะ การฝึกทบทวน การศึกษาเนื้อหาใหม่ การใช้เกมการสอน การศึกษาแบบสถานการณ์จำลอง และการทดสอบ มีการสร้างบทเรียนหรือเนื้อหาเตรียมไว้ก่อน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล พนักงานสามารถเรียนรู้ กำหนดอัตราความก้าวหน้าด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้พนักงานได้มีปฏิสัมพันธ์กับเครื่องคอมพิวเตอร์โดยตรง สามารถส่งผลการเรียนของพนักงานมาบันทึกเก็บไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์หรือพิมพ์ออกมาด้วยเครื่องพิมพ์เพื่อนำมาเปรียบเทียบผลมาตรฐานได้อีกด้วย

2. คุณลักษณะของสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ประกอบด้วยคุณลักษณะ 4 ประการ คือ

- 1) สารสนเทศ (information)
- 2) ความแตกต่างระหว่างบุคคล (individualization)
- 3.) การโต้ตอบ (interaction)
- 4) ผลป้อนกลับโดยทันที (immediate feedback)

รายละเอียดดังนี้ (กรมวิชาการ, 2543)

2.1 สารสนเทศ (information) หมายถึง เนื้อหาสาระ (content) ที่ได้รับการเรียบเรียงแล้วเป็นอย่างดี ซึ่งทำให้พนักงานเกิดการเรียนรู้หรือได้รับทักษะอย่างหนึ่งอย่างใด

ตามที่ผู้สร้างได้กำหนดวัตถุประสงค์ไว้ โดยอาจจะนำเสนอเนื้อหาในลักษณะทางตรงหรือทางอ้อมก็ได้

2.2 ความแตกต่างระหว่างบุคคล (individualization) คือ การตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลทั้งจากบุคลิกภาพ สติปัญญา ความสนใจ พื้นฐานความรู้ คือ ลักษณะสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยพนักงานจะมีอิสระในการควบคุมการเรียนรู้ของตนเอง รวมทั้งการเลือกรูปแบบการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับตนได้ เช่น สามารถควบคุมเนื้อหา ควบคุมลำดับของการเรียน ควบคุมการฝึกปฏิบัติ หรือ การทดสอบ เป็นต้น

2.3 การโต้ตอบ (interaction) เนื่องจากพนักงานจะเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น หากได้มีการโต้ตอบหรือปฏิสัมพันธ์กับผู้สอน ดังนั้น คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ออกแบบมาอย่างดีจะต้องเอื้ออำนวยให้เกิดการโต้ตอบระหว่างพนักงานกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างต่อเนื่อง และตลอดทั้งบทเรียน การอนุญาตให้พนักงานเพียงแต่คลิกเปลี่ยนหน้าจอไปเรื่อย ๆ ที่ละหน้าไม่ถือว่าเป็น ปฏิสัมพันธ์ที่เพียงพอสำหรับการเรียนรู้ แต่ต้องมีการให้พนักงานได้ใช้เวลาในส่วนของ การสร้างความคิดวิเคราะห์และสร้างสรรค์เพื่อให้ได้มาซึ่งกิจกรรมการเรียนนั้น ๆ

2.4 ผลป้อนกลับโดยทันที (immediate feedback) การให้ผลการป้อนกลับนี้เป็นสิ่งที่ทำให้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแตกต่างไปจากมัลติมีเดียส่วนใหญ่ ซึ่งได้มีการนำเสนอเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องราวของสิ่งต่าง ๆ แต่ไม่ได้มีการประเมินความเข้าใจของพนักงานไม่ว่าจะอยู่ในรูปแบบของการทดสอบ แบบฝึกหัด หรือการตรวจสอบความเข้าใจในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง จึงทำให้มัลติมีเดีย – ซีดีรอม เหล่านั้นถูกจัดว่าเป็นมัลติมีเดียเพื่อการนำเสนอข้อมูล (presentation media) ไม่ใช่คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3. การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเป็นโปรแกรมที่ดีหรือไม่ดีไม่ได้ขึ้นอยู่กับความสวยงามของกราฟฟิก เสียงที่เร้าใจ หรือภาพเคลื่อนไหวที่น่าติดตาม แต่ขึ้นอยู่กับ การออกแบบบทเรียนที่ดี การเสนอเนื้อหาทำให้พนักงานมีความรู้และความเข้าใจตรงตามจุดประสงค์ของบทเรียนได้ดี ดังนั้นจึงควรคำนึงถึงลักษณะสำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่ง (ทักษิณา สวานานนท์ 2529, หน้า 61-62) ได้กล่าวถึงลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า เป็นบทเรียนที่มีการพัฒนามาจากบทเรียนสำเร็จรูปซึ่งเป็นบทเรียนที่มีลักษณะสำคัญดังนี้

เริ่มจากสิ่งที่รู้ไปสู่สิ่งที่ไม่รู้ จัดการสอนให้เนื้อหาเรียงไปตามลำดับ (linear sequence) เริ่มจากเรื่องที่พนักงานรู้อยู่แล้วไปถึงเรื่องใหม่ ๆ ที่ยังไม่รู้ โดยทำเป็นกรอบ (frame) หลาย ๆ กรอบ พนักงานจะค่อย ๆ เรียนทีละกรอบตามลำดับง่ายไปสู่ยาก

เนื้อหาที่ค่อย ๆ เพิ่มขึ้นนั้น จะต้องเพิ่มขึ้นทีละน้อย ค่อนข้างง่ายและมีสาระความเปลี่ยนแปลงในแต่ละกรอบ จะต้องสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองแต่ละกรอบจะต้องมีการแนะนำ

ความรู้ใหม่เพียงอย่างเดียว การแนะนำความรู้เนื้อหาอะไรใหม่ๆ ที่ละมากๆ จะทำให้พนักงาน สับสนได้ง่าย ในระหว่างการเรียนจะต้องให้พนักงานแต่ละคนมีส่วนในการทำกิจกรรมตาม ไปด้วย เช่น ตอบคำถาม ทำแบบทดสอบ ไม่ใช่ติดตามอย่างเดียว เพราะจะทำให้เบื่อหน่ายการ เลือกคำตอบที่ผิด อาจทำให้กลับไปทบทวนกรอบของแบบเรียนเก่า หรือได้เป็นกรอบใหม่ที่ อธิบายถึงความเข้าใจผิดหรือความผิดพลาดที่เกิดขึ้น หรือถ้าเป็นคำตอบที่ถูกต้องพนักงานควร ได้รับผลป้อนกลับที่ดี ทำให้พนักงานมีความสุขสนุกสนานไปด้วย คำตอบที่ถูกต้องเมื่อได้รับคำชมเชย ทำให้มีกำลังใจ ส่วนคำตอบที่ผิดบางที่อาจถูกตำหนิ ซึ่งก็จะไม่มีใครได้ยิน ทำให้รู้สึกอับอายหรือ หดกำลังใจ การเรียนด้วยวิธีนี้ทำให้พนักงานเรียนได้ตามความสามารถของตนเอง จะใช้เวลา ในการทบทวนบทเรียนหรือคิดคำตอบนานเท่าไรก็ได้ พนักงานจะไม่รู้สึกกดดัน ด้วย กำหนดเวลาที่จะต้องรอเพื่อน หรือตามเพื่อนให้ทัน การเรียนในลักษณะนี้เป็นการเรียนโดยเน้น ที่ความถนัดของแต่ละบุคคล แต่ละคนจะมีความถนัดต่างกันแม้แต่ในวิชาเดียวกัน การเรียน บทเรียนแต่ละบทก็จะใช้เวลาไม่เท่ากันในการเสนอบทเรียนลักษณะนี้ การสรุปท้ายบทเรียน แต่ละบทจะช่วยให้พนักงานได้วัดผลตนเอง การสรุปนั้น หมายถึง สรุปเนื้อหา และสรุปการ ติดตามผลของพนักงานด้วยว่าพนักงานใช้เวลาเรียนมากน้อยเพียงใด ผลเป็นอย่างไร จำเป็นต้องค้นคว้าเพิ่มเติมหรือไม่ ในการเรียนในห้องเรียนยิ่งครูทดสอบย่อยเท่าไรการเรียนก็จะ ยิ่งมีผลเท่านั้น แต่การทดสอบธรรมดามีปัญหาเรื่องการตรวจ ยิ่งถ้าพนักงานในชั้นเรียนมีมากก็ อาจจะยิ่งเสียเวลามาก ความกระตือรือร้นของพนักงานอาจค่อยๆหมดไปในการทำกรอบ บทเรียนแต่ละบทนั้น ถ้าทำได้ดีจะสามารถวิเคราะห์คำตอบไปด้วย ประสบการณ์ของพนักงาน แต่ละคนอาจทำให้คำตอบต่างกันออกไปเราสามารถวิเคราะห์จากคำตอบของพนักงานได้ว่า การเลือกคำตอบข้อนั้นถ้าเป็นคำตอบที่ผิดเป็นเพราะเหตุใด อาจเป็นเพราะสับสนเรื่องอื่น ดีความคำถามผิด หรือไม่เข้าใจบทเรียน การทำแบบทดสอบที่ดีหากมีการเรียงเนื้อหาดีๆ พนักงานควรตอบได้ถูกต้องทั้งหมดการกำหนดวัตถุประสงค์ไว้ปลายทางว่าต้องการให้พนักงาน ได้รู้อะไรบ้างจะช่วยให้การแบ่งเนื้อหาซึ่งจะต้องเรียงไปตามลำดับทำได้ดีขึ้น ไม่ออกนอกทาง โดยไม่จำเป็น

4. เทคนิคการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

สุกรี รอดโพธิ์ทอง ได้เสนอเทคนิคการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์เพื่อการสอน (tutorial) (สุกรี รอดโพธิ์ทอง, 2531, หน้า 75-89) โดยให้เน้นการผสมผสานของกราฟฟิก สี ภาพเคลื่อนไหว การเปรียบเทียบ การให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม และการให้ข้อมูลป้อนกลับ ที่เป็นภาพ ฯลฯ ขั้นตอนการออกแบบนี้ดัดแปลงมาจากกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้นของ กาเย่ บริกส์ และแวกเนอร์ (Gagne, Griggs and Wager, 1988)

4.1 การเร้าความสนใจให้พร้อมที่จะเรียน (gain attention) ก่อนที่จะเริ่มเรียนมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่พนักงานควรจะได้รับแรงกระตุ้นและจูงใจให้อยากที่จะเรียน ทำได้โดยการใช้ ภาพ สี และ/หรือเสียง เสียงประกอบ ในการสร้างไตเติล (title) ใช้กราฟฟิกขนาดใหญ่

ง่าย ไม่ซับซ้อน มีการเคลื่อนไหวที่สั้นและง่าย ใช้สีและเสียงเข้าช่วยให้สอดคล้องกับกราฟฟิก ภาพควรค้างอยู่ที่จอภาพจนกว่าพนักงานจะเปลี่ยนภาพในกราฟฟิก ควรบอกชื่อเรื่องที่จะเรียน แสดงผลบนจอได้เร็วและควรเหมาะกับวัยของพนักงานด้วยวัตถุประสงค์ของการเรียน (specify objective)

4.2 การบอกวัตถุประสงค์ของการเรียน ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น เพื่อให้พนักงานรู้อ่างหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหา และเค้าโครงเนื้อหาอย่างกว้างๆ เพื่อให้ การเรียนรู้อามีประสิทธิภาพการบอกวัตถุประสงค์นั้นทำได้หลายแบบ อาจบอกเป็นวัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรมหรือวัตถุประสงค์ทั่วไป ซึ่งจะต้องคำนึงด้วยว่าควรใช้ถ้อยคำง่าย หลีกเลี่ยงคำที่ยัง ไม่เป็นที่รู้จักและเข้าใจโดยทั่วไป ไม่ควรกำหนดวัตถุประสงค์หลายข้อเกินไป ถ้าเป็นบทเรียน ใหญ่มีวัตถุประสงค์กว้างๆ ควรต่อด้วยเมนู (menu) แล้วจึงมีวัตถุประสงค์ย่อย ปรากฏบนจอ ทีละข้อ โดยใช้กราฟิกง่ายๆ และการเคลื่อนไหวเข้าช่วยทบทวนความรู้เดิม

4.3 การทบทวนความรู้เดิม (active prior knowledge) ก่อนที่จะให้ความรู้ใหม่ แก่พนักงาน ซึ่งในส่วนของเนื้อหาและแนวความคิดนั้นๆ พนักงานอาจไม่มีพื้นฐานมาก่อน มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ออกแบบโปรแกรมควรจะต้องหาวิธีการประเมินความรู้เดิม ในส่วนที่ จำเป็นก่อนที่จะรับความรู้ใหม่ นอกจากจะเป็นการเตรียมพนักงานให้พร้อม ที่จะรับความรู้ ใหม่แล้ว สำหรับผู้ที่มีพื้นฐานแล้วก็จะเป็นการทบทวน แต่ก็ไม่จำเป็นต้องมีการทดสอบเสมอไป ขั้นนี้ควรเปิดโอกาสให้พนักงานออกจากเนื้อหา หรือแบบทดสอบได้ตลอดเวลา

4.4 การให้เนื้อหา ความรู้ใหม่ (present new information) ควรใช้ภาพประกอบ กับเนื้อหาที่กะทัดรัด ง่าย และได้ใจความ ภาพที่ดีไม่ควรมีรายละเอียดมากเกินไป ใช้เวลา นานไป ไม่เกี่ยวกับเนื้อหา เข้าใจยาก หรือการออกแบบไม่เหมาะสม การออกแบบโปรแกรมใน ส่วนของเนื้อหาควรคำนึงด้วยว่าควรใช้ภาพประกอบเฉพาะส่วนเนื้อหาที่สำคัญ อาจใช้กราฟฟิก ในลักษณะต่างๆ เช่น แผนภูมิ แผนภาพ ภาพเปรียบเทียบช่วย เนื้อหาที่ยากและสลับซับซ้อน ควรใช้ตัวชี้แนะ (cue) เช่น การขีดเส้นใต้ การตีกรอบ การเปลี่ยนสีพื้น ฯลฯ แต่ไม่ควรใช้ กราฟฟิกที่ยาก ควรจัดรูปแบบให้อ่าน ยกตัวอย่างที่เข้าใจง่าย ควรเสนอกกราฟฟิกเท่าที่ จำเป็น และไม่ควรใช้สีเกิน 3 สีในจอสี ใช้คำที่คุ้นเคยการโต้ตอบควรมีหลายแบบ

4.5 การชี้แนวทางในการเรียนรู้ (guide response) ในขั้นนี้เป็นการเปิดโอกาสให้ พนักงานร่วมคิด ร่วมกิจกรรม ซึ่งยอมทำให้พนักงานจดจำเนื้อหาได้ดี และสัมพันธ์กับ ประสบการณ์เดิมของพนักงาน ควรแสดงให้เห็นว่าส่วนย่อยมีความสัมพันธ์กับส่วนใหญ่ และ สิ่งใหม่มีความสัมพันธ์กับความรู้เดิมของพนักงาน บางครั้งควรให้ตัวอย่างที่แตกต่างออกไปบ้าง ถ้าเนื้อหาอยากควรให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม และควรกระตุ้นให้พนักงานคิดถึงประสบการณ์เดิม

4.6 กระตุ้นการตอบสนอง (elicit responses) ในขั้นนี้เป็นการเปิดโอกาสให้ พนักงานร่วมคิด ร่วมกิจกรรม ซึ่งยอมทำให้พนักงานจำเนื้อหาได้ดี ควรให้พนักงานตอบสนอง วิธีใดวิธีหนึ่งเป็นครั้งคราว ไม่ควรให้ตอบยาว ควรเร่งความคิด อาจใช้กราฟฟิกหรือเกมช่วย

ในการตอบสนอง หลีกเลี่ยงการตอบสนองซ้ำ ๆ และไม่ควรมีคำถามหลายคำถามในข้อเดียวกัน การตอบสนองของพนักงาน คำถาม และผลป้อนกลับควรอยู่ในกรอบ (frame) เดียวกัน

4.7 ให้ข้อมูลป้อนกลับ (provide feedback) บทเรียนจะกระตุ้นความสนใจของพนักงานได้มาก ถ้าบทเรียนนั้นท้าทายพนักงาน โดยบอกจุดมุ่งหมายที่ชัดเจน และให้ผลป้อนกลับเพื่อบอกให้พนักงานรู้ว่าพนักงานอยู่ตรงไหน ห่างจากเป้าหมายเท่าใด และควรคำนึงด้วยว่าผลป้อนกลับควรให้ทันทีหลังจากพนักงานตอบสนอง บอกให้พนักงานทราบว่าตอบถูกหรือผิด การแสดงคำถาม คำตอบ และผลป้อนกลับควรอยู่ในกรอบเดียวกัน ควรใช้ภาพง่าย ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเข้าช่วย หลีกเลี่ยงการใช้ภาพที่ตื่นตา เพื่อหลีกเลี่ยงผลทางภาพจะทำให้พนักงานสนใจมากกว่าเนื้อหา ไม่ควรใช้กราฟิกที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ใช้การให้คะแนนหรือภาพเพื่อบอกความใกล้เคียงจากจุดหมาย และควรเปลี่ยนรูปแบบของผลป้อนกลับบ้างเพื่อเร้าความสนใจทดสอบ

4.8 การทดสอบความรู้ (assess performance) เพื่อประเมินผลการเรียนและให้พนักงานสามารถทำได้ ควรคำนึงด้วยว่าแบบทดสอบควรตรงกับจุดประสงค์ของบทเรียนและข้อทดสอบ คำตอบและข้อมูลป้อนกลับควรอยู่ในกรอบเดียวกัน และต่อเนื่องกันอย่างรวดเร็ว ไม่ควรให้พนักงานพิมพ์คำตอบยาวเกินไป ควรให้ผลป้อนกลับครั้งเดียวในหนึ่งคำถามและควรบอกพนักงานถึงวิธีที่จะตอบให้ชัดเจน บอกพนักงานว่ามีตัวเลือกอื่นด้วยหรือไม่ที่จะช่วยในการทำแบบทดสอบ และต้องคำนึงถึงความแม่นยำและความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ อย่าตัดสินใจว่าตอบผิดถ้าคำตอบไม่ชัดเจน ควรใช้ภาพประกอบในการตั้งคำถาม ไม่ควรตัดสินใจว่าคำตอบผิดถ้าพิมพ์ผิด วรรณคดี ใช้ตัวอักษรผิด

4.9 การนำความรู้ไปใช้ (enhancing retention and transfer) ควรให้พนักงานทราบว่าความรู้ใหม่มีส่วนสัมพันธ์กับความรู้เดิมอย่างไร เพื่อทบทวนแนวคิดสำคัญ เสนอแนะสถานการณ์ที่ความรู้ใหม่อาจทำประโยชน์ได้ และบอกพนักงานถึงแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อเนื่อง

5. ลำดับขั้นตอนของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้กล่าวมาเป็นหลักเกณฑ์โดยทั่วไป นอกจากนี้ยังมีผู้ให้หลักเกณฑ์ในการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเฉพาะ คือ หลักการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ เสนอเนื้อหา (tutorial) ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งที่พบเห็นมาก ใช้ในการเสนอสิ่งใหม่ให้กับพนักงานเกี่ยวกับข้อเท็จจริง และหลักการต่างๆ (อเลสซี่ และทรอลลิป Alessi and Trollip, 1985, หน้า 66) ได้กล่าวถึงลำดับขั้นตอนของการสอนที่มีลักษณะรูปแบบ tutorial ดังนี้

5.1 บทนำ

5.2 เนื้อหาสั้นกระชับ

5.3 บอกจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียน

5.4 บอกวิธีการเรียนบทเรียนที่แน่นอนและบอกให้รู้ทั้งหมด

5.5 บอกให้รู้ว่าก่อนการเรียนบทเรียนพนักงานต้องมีความรู้อะไรก่อนบ้าง

5.6 ให้นักงานเลือกลำดับการเรียนเอง โดยเลือกจากรายการและกลับมาที่รายการ (menu) อีกเมื่อเรียนหน่วยที่ได้เลือกไปเสร็จเรียบร้อยแล้ว

5.7 แบบทดสอบก่อนเรียนไม่ควรใส่ไว้ในบทเรียนเพราะใช้แบบทดสอบก่อนเรียนเพื่อวัดความรู้ของพนักงานที่จะต้องเรียนต่อไป และแบบทดสอบก่อนเรียนควรแยกจากบทเรียน

5.8 การเสนอเนื้อหา (presentation of information) เสนอเนื้อหาให้สั้นกระชับ ง่าย ออกแบบการเสนอเนื้อหาให้ดึงดูดความสนใจไม่ใช่ตัวหนังสือวิ่งจากบนลงล่างหรือล่างขึ้นบน เน้นส่วนที่ต้องการให้พนักงานทำความเข้าใจ เปรียบเทียบ หรือชี้แนะด้วยการใช้ Highlight ใช้สีเพื่อกระตุ้นหรือเน้นส่วนที่สำคัญ หลีกเลี่ยงการใช้สีในเนื้อหาทั่วๆ ไปที่ไม่ใช่ส่วนสำคัญ ตัวอักษรต้องอ่านง่าย เน้นความแตกต่างระหว่างหัวข้อให้ชัดเจน ใช้วิธีการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหา จัดเตรียมกรอบการเรียนที่จะช่วยพนักงานในการใช้หรือปฏิบัติตามได้ง่าย

5.9 คำถามและคำตอบ (question and responses) ให้คำถามบ่อยๆ โดยเฉพาะคำถามที่เกี่ยวกับความเข้าใจ หากทางให้พนักงานได้ตอบคำถามทางช่องทางอื่น อย่าใช้เพียงทางการพิมพ์ prompts เป็นเครื่องหมายแสดงให้พนักงานตอบ คำถามควรอยู่ในลักษณะที่ช่วยสนับสนุนให้ตอบคำถามให้ถูกต้อง ถามคำถามที่สำคัญๆ ของเนื้อหาและยอมให้พนักงานตอบคำถามได้มากกว่า 1 ครั้ง ใน 1 คำถาม การเขียนคำถามแบบเลือกตอบนั้นทำได้ยาก แต่ง่ายในการตรวจ และอาจมีการเดาได้ คำถามแบบเขียนตอบนั้นทำได้ง่าย แต่ยากในการตรวจ และป้องกันการเดาได้ ต้องรู้ว่าจะทดสอบความจำหรือความเข้าใจ และเลือกชนิดของคำถามให้เหมาะสม ภาษาที่ใช้ในบทเรียนควรมีความยากง่ายให้เหมาะกับระดับของพนักงาน หลีกเลี่ยงการใช้คำถามแบบย่อ หรือถามในทางปฏิเสธคำถาม ไม่ควรเป็นตัวหนังสือเลื่อนจากบนลงล่างหรือล่างขึ้นบน การถามคำถามจะแสดงบนจอคอมพิวเตอร์เมื่อเสนอเนื้อหาจบแล้วและอยู่ใต้เนื้อหานั้น

5.10 การตรวจคำตอบ (judging responses) การตรวจคำตอบเกี่ยวกับเซาว์ปัญหา ครูจะต้องยอมรับคำบางคำที่มีความหมายใกล้เคียงกัน สะกดเหมือนกัน หรือคำพิเศษต่าง ๆ จะต้องพิจารณาทั้งคำตอบที่ถูกและคำตอบที่ผิด ให้เวลาพนักงานในการตอบคำถามให้พนักงานได้รับการช่วยเหลือจนสามารถผ่านไป

5.11 การให้ข้อมูลป้อนกลับสำหรับคำถาม (providing feedback about responses) ถ้ารูปแบบคำตอบผิดให้บอกว่ารูปแบบคำตอบนั้นผิดแล้ว และให้บอกรูปแบบคำตอบที่ถูกและให้ตอบคำถามอีก ถ้าเนื้อหาของคำตอบถูกให้ยืนยันคำตอบอีกครั้งหนึ่ง ถ้าเนื้อหาของคำตอบผิดให้ข้อมูลป้อนกลับเพื่อการแก้ไข

5.12 การให้เนื้อหาเสริม (remediation) ให้เนื้อหาเสริมสำหรับพนักงานที่เรียนได้ไม่ดี โดยให้กลับไปเรียนบทเรียนใหม่หรือเรียนจากผู้สอน

5.13 ลำดับการเรียนบทเรียน (sequencing lesson segments) เสนอบทเรียนไปตามลำดับขั้นจากง่ายไปยาก ให้พนักงานควบคุมการเรียนรู้โดยใช้แป้นพิมพ์ ไม่ควรใช้เวลาในการควบคุมบทเรียน จัดทำบทเรียนให้สามารถกลับไปเริ่มต้นบทเรียนได้ใหม่ตอนท้ายของบทเรียน (closing) เก็บข้อมูลไว้สำหรับการกลับมาเรียนใหม่ ลบข้อมูลบนจอคอมพิวเตอร์บอกให้ทราบถึงการจบบทเรียนด้วยข้อมูลที่สั้นและแจ่มชัด

6. การเขียนบทเรียนแต่ละกรอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่สำคัญของบทเรียนทางไมโครคอมพิวเตอร์ คือ ทฤษฎีของการเชื่อมโยง (association theory) ซึ่งเป็นวัฏจักรระหว่างสิ่งเร้า (stimulus) กับการตอบสนอง (responses) โดยมีการเสริมแรง (reinforcement) ด้วยวิธีการป้อนกลับ (feedback) เพื่อเน้นให้เกิดการเรียนรู้ที่คงทนขึ้น แต่สัดส่วนของการเร้า และการสนองตอบในแต่ละกรอบของบทเรียนอาจไม่เท่ากัน โดยในกรอบแรกอาจจะต้องมีการเร้ามากกว่ากรอบหลังๆ และการตอบสนองต่อกรอบหลังๆ อาจมากกว่าในกรอบแรกก็ได้ ในการเขียนบทเรียนแต่ละกรอบควรคำนึงถึงข้อปฏิบัติดังนี้ (บุญชู ใจช็อกกุล, 2537, หน้า 24-25) ให้ศึกษาทำความเข้าใจแผนภูมิขายงานเนื้อหาให้ละเอียดให้คำนึงถึงพฤติกรรมก่อนเรียนของพนักงาน และพฤติกรรมพึงปรารถนาภายหลังเรียน แล้วใช้แผ่นกระดาษแต่ละแผ่นแทนกรอบแต่ละกรอบโดยใช้เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแต่ละกรอบกำกับไว้ด้วย ควรเขียนจากกรอบคำตอบย้อนมาหากรอบข้อมูลหรือสิ่งเร้า ในแต่ละกรอบจะต้องมีมโนทัศน์ (concept) เพียงความคิดเดียว อาจมีการชี้แนะ (cuing) หรือการปูพื้น (prompts) ประกอบเมื่อมีความจำเป็น หลีกเลี่ยงการใช้คำสำหรับการตอบสนองซ้ำๆ โดยไม่จำเป็น การจัดเว้นช่องไฟ และเว้นบรรทัดให้เหมาะสม สะดวกต่อการอ่าน และการตอบสนองจากหลักการออกแบบดังกล่าวข้างต้น ซึ่งถือเป็นแนวปฏิบัติ และข้อควรตระหนักขณะออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อให้บทเรียนที่สร้างขึ้นเป็นบทเรียนที่สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ บทเรียนที่เป็นผลจากการยึดเกณฑ์ดังกล่าวจะเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

7. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นกระบวนการที่เป็นระบบสมบูรณ์ จะต้องทำด้วยความรอบคอบ และคำนึงถึงวิธีการของระบบ (system approach) ผู้ออกแบบจะต้องคำนึงเสมอว่า พนักงานจะต้องเรียนโดยไม่มีครูปรากฏต่อหน้าพนักงาน ไม่มีการกำกับขั้นตอนในการเรียน ไม่มีผู้บังคับให้สนใจ ดังนั้นผู้ออกแบบระบบจะต้องวางแผนไว้เป็นอย่างดี โดยมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้ (บุญชู ใจช็อกกุล, 2537, หน้า 25) ศึกษาหลักสูตรและพนักงาน เพื่อให้ทราบถึงรายละเอียดของสาระในรายวิชาที่กำหนดในหลักสูตรว่า เนื้อหาทั้งหมดเป็นอย่างไร ระดับใด ควรใช้เวลาในการสอนเท่าไร พนักงานมีความรู้พื้นฐานเพียงใด ความพร้อมของพนักงานเป็นอย่างไร นอกจากนี้อาจต้องศึกษาประสบการณ์การสอนวิชานั้นๆ ของตนเอง หรือ

ผู้สอนคนอื่นๆ เพื่อเป็นข้อมูลประกอบในการวางแผนการสอนต่อไป กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม หรือจุดประสงค์อื่น ๆ ที่สามารถวัดได้ว่าพนักงานเกิดการเรียนรู้แล้วหรือไม่ การกำหนดจุดประสงค์นั้นผู้ออกแบบอาจกำหนดวัตถุประสงค์เฉพาะเองเพื่อให้ผลสุดท้ายเกิดผลลัพธ์เป็นไปตามวัตถุประสงค์ทั่วไปที่กำหนดไว้ในหลักสูตร เพื่อให้พนักงานได้รับความรู้สอดคล้องกับมาตรฐานความรู้ (academic content standard) มาตรฐานความสามารถ (performance standard) มาตรฐานกระบวนการ (procedural standard) และมาตรฐานความรู้ที่เป็นองค์รวม (declarative standard) เรียบเรียงจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และคำถามนำร่องของวัตถุประสงค์ เพื่อให้การเรียนรู้มีความต่อเนื่อง และเสริมซึ่งกันและกัน วิเคราะห์เนื้อหาจัดเป็นแผนภูมิข่ายงาน โดยอาศัยวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและคำถามนำร่องที่จัดทำไว้นำมาประกอบในการวิเคราะห์จัดเรียงเนื้อหาวิชาให้มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน และเสริมซึ่งกันและกัน โดยการจัดเรียงหัวเรื่องในรูปแผนภูมิข่ายงานที่สมบูรณ์ แสดงลำดับก่อนหลังของหัวเรื่องต่างๆ พร้อมทั้งลำดับทางตรรกะของเนื้อหาที่สมบูรณ์ด้วยจัดช้อยเนื้อหาเป็นส่วนย่อย เนื่องจากการสอนทางคอมพิวเตอร์จะเป็นการสอนที่ปราศจากครู อาจารย์ การเสนอเนื้อหาครั้งละมากๆ อาจมีปัญหาในการเรียนการสอนได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องช้อยเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อยที่มีความสมบูรณ์ในแต่ละหน่วยย่อยพอสมควร และพนักงานสามารถจะติดตามเนื้อเรื่องต่อไปได้ โดยไม่สับสนหรือขาดตอน การสร้างข้อความในแต่ละกรอบตามเนื้อหาที่กำหนด ข้อความเหล่านี้จะต้องกะทัดรัด เป็นประโยคที่ง่ายต่อความเข้าใจของพนักงาน ข้อความในกรอบต่างๆ ต้องสอดคล้องกับหน้าที่ของแต่ละกรอบด้วย โดยทั่วไปในแต่ละหน่วยย่อยของเนื้อหาจะประกอบด้วยกรอบข้อความต่างๆ 4 ชนิด คือ

กรอบหลัก (set frame) เป็นกรอบที่จะให้ข้อมูลโดยพนักงานสามารถจะเรียนรู้ในเรื่องต่างๆ ที่ไม่เคยรู้มาก่อน

กรอบแบบฝึกหัด (practice frame) เป็นกรอบที่จะให้พนักงานได้ฝึกหัดข้อมูลที่ได้จากกรอบหลัก

กรอบส่งท้าย (terminal frame) เป็นกรอบทดสอบโดยพนักงานจะต้องนำความรู้ความเข้าใจจากกรอบหลักมาตอบ

กรอบรองส่งท้าย (subterminal frame) เป็นกรอบเขียนต่อรองจากกรอบส่งท้าย แต่เป็นกรอบที่จะแก้ไขความเข้าใจผิดจากกรอบส่งท้าย เป็นกรอบที่จะเสริมความเข้าใจในกรอบส่งท้ายให้เข้าใจได้ถูกต้องยิ่งขึ้น

ในการป้อนบทเรียนเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์นั้นจะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดของโปรแกรมนั้นๆ ตรวจสอบความเรียบร้อยของบทเรียนจากคอมพิวเตอร์เมื่อป้อนบทเรียนเข้าหมดเรียบร้อยแล้ว ทดลองเรียกใช้งานบทเรียนตามลำดับที่พนักงานจะต้องปฏิบัติตรวจสอบความเรียบร้อย และอาจแก้ไขปรับปรุงบางจุดที่บกพร่อง ทดสอบบทเรียนกับพนักงานเป้าหมายเพื่อตรวจสอบว่าเป็นไปตามเป้าหมายหรือไม่ เพียงใด ถ้าจำเป็นต้องปรับปรุงก็ควรแก้ไขก่อน

นำไปใช้ทดสอบจริงกับพนักงานเป้าหมาย และสุดท้ายการติดตามผลการเรียนและข้อเสนอแนะของพนักงานจะเป็นปัจจัยที่จำเป็นมาก เมื่อผลการเรียนโดยบทเรียนทางคอมพิวเตอร์จากกลุ่มเป้าหมายต่างๆ เป็นไปตามที่คาดหวังไว้อย่างไร มีจุดอ่อนหรือข้อบกพร่อง หรือประเด็นที่ควรแก้ไขอย่างไร ควรติดตามรวบรวมไว้เป็นข้อมูลในการพัฒนาบทเรียนทางคอมพิวเตอร์นี้ให้ดีขึ้นต่อไป

8. ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสรุปได้ดังนี้ ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยทั่วๆ ไปสามารถตอบสนองการเรียนรู้ส่วนบุคคลได้ ซึ่งพนักงานสามารถเรียนรู้ตามระดับความสามารถ และอัตราความเร็วตามที่ต้องการ

สามารถสร้างแรงจูงใจในการเรียนโดยการใช้สี เสียง และภาพ รวมทั้งการออกแบบโปรแกรมที่น่าสนใจสามารถคำนวณได้รวดเร็วและแม่นยำ ช่วยให้พนักงานเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยสอนความคิดรวบยอด (concept) และทำให้พนักงานเกิดการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี สามารถเรียนได้อย่างไม่จำกัดเวลา และทบทวนได้ตามที่ต้องการ

สามารถจัดแผนการสอนได้ดี ด้วยการที่ผู้สอนสร้างโปรแกรมที่มีขั้นตอนและระบบที่ดี เช่น มีจุดมุ่งหมาย สอนเนื้อหา ทดสอบและให้ผลป้อนกลับ และยังสามารถเก็บข้อมูลพนักงานวิเคราะห์ และเสนอผลการประเมินได้

ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อผู้สอน ช่วยลดชั่วโมงการสอน ทำให้ครูมีเวลาในการปรับปรุงการสอน และพัฒนาความรู้อย่างขึ้น คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยลดเวลาที่จะต้องติดต่อกับผู้เรียนโดยการเปลี่ยนจากฝึกทักษะในห้องเรียนมาใช้ระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแทน ความสามารถในการเก็บข้อมูลของคอมพิวเตอร์ทำให้การเรียนแบบเอกัตบุคคลเป็นไปอย่างง่ายดาย ซึ่งครูผู้สอนสามารถออกแบบให้พนักงานเรียนได้ด้วยตนเอง คอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้โอกาสในการสร้างสรรค์ และพัฒนานวัตกรรมสำหรับหลักสูตรและวัสดุเพื่อการศึกษาหลักสูตรที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถส่งเสริมการสอนได้ ผู้สอนสามารถควบคุมการเรียนของพนักงานได้เพราะคอมพิวเตอร์จะบันทึกการเรียนแต่ละบุคคลไว้

ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อพนักงาน

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นติวเตอร์ส่วนตัวของพนักงานได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะผู้ที่ขาดเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเก็บข้อมูลได้มาก ทำให้ประหยัดพื้นที่เมื่อพนักงานต้องการเรียนเรื่องอะไร ก็สามารถค้นหาและดึงเอาบทเรียนออกมาแสดงได้อย่างรวดเร็ว คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้พนักงานสามารถสรุปหลักการ เนื้อหาสาระของบทเรียนแต่ละบทได้สะดวกและรวดเร็ว

2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้พนักงานไม่สามารถแอบพลิกดูคำตอบได้ก่อน จึงเป็นการบังคับให้พนักงานได้เรียนรู้จริงก่อนจึงจะผ่านบทเรียนไปได้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยฝึกให้พนักงานคิดอย่างมีเหตุผล เพราะต้องคอยแก้ปัญหาอยู่ตลอดเวลา

3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถยืดหยุ่นตารางเรียนได้ ตามสถานที่ที่สะดวกไม่ว่าจะเป็นที่โรงเรียน ที่บ้านหรือที่ทำงานก็ได้ และมีเกณฑ์การปฏิบัติโดยเฉพาะ

4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้พนักงานได้ดีกว่า และรวดเร็วกว่าการสอนตามปกติ ลดการสิ้นเปลืองเวลาของพนักงานลง

5. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยเสริมนิสัยความรับผิดชอบให้เกิดขึ้นในตัวพนักงาน เพราะไม่เป็นการบังคับพนักงานให้เรียน แต่เป็นการเสริมแรงอย่างเหมาะสม

6. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยให้พนักงานได้เรียนเป็นขั้นตอนที่ละน้อย จากง่ายไปหายาก ทำให้เกิดความแม่นยำในวิชาที่มีการเรียนก่อน พนักงานมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาที่เรียน พนักงานสามารถควบคุมวิธีการเรียนด้วยตนเองได้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถสอนความคิดรวบยอด และทักษะขั้นสูงได้ดีซึ่งยากแก่การสอนโดยวิธีการสอนแบบปกติหรือจากตำรา การสร้างสถานการณ์จำลองจะช่วยให้พนักงานเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น

7. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีส่วนช่วยให้เกิดการเรียนรู้ และเข้าใจเนื้อหามากขึ้น คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะยึดพนักงานเป็นสำคัญ (learner focus)

8. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถวัดผลการเรียนได้ พนักงานสามารถรู้คะแนนทันทีที่สอบเสร็จ เป็นการลดภาระครูอีกด้านหนึ่ง นอกจากนี้พนักงานยังสามารถที่จะทราบข้อมูลอื่นๆ ตามที่ผู้เขียนโปรแกรมได้วางไว้อีกด้วย เช่น พนักงานได้คะแนนอยู่ในระดับที่เท่าไร คอมพิวเตอร์จะแสดงผลให้ทราบได้ทันที

9. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถให้ข้อมูลป้อนกลับ (feedback) และให้การเสริมแรง (reinforcement) แก่พนักงานได้รวดเร็ว ทั้งในแบบของข้อความ เสียง รูปภาพ เมื่อพนักงานทำผิดก็สามารถแก้ไขข้อผิดพลาดได้ทันที ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมให้เกิดการเรียนรู้ทันที

10. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้พนักงานมีโอกาสเรียนรู้ซ้ำแล้วซ้ำอีกก็ครั้งก็ได้ตามความต้องการพนักงาน สามารถเลือกบทเรียนและวิธีการเรียนได้หลายแบบ มีโอกาสโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยตนเองทำให้ไม่น่าเบื่อ

11. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสนองต่อการเรียนรายบุคคล เพราะเปิดโอกาสให้พนักงานได้เรียนรู้ตามความสามารถของตนเองโดยไม่ต้องรอหรือเร่งตามเพื่อน

9. ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี

แฮนนาฟิน และเพค (Hannafin and Peck, 1988, p. 17-23) ได้กล่าวถึงการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี 12 ประการดังต่อไปนี้

1. สร้างขึ้นตามวัตถุประสงค์ของการสอนเพื่อให้พนักงานได้เรียนจากบทเรียนนั้น มีความรู้ ทักษะ และทัศนคติที่ผู้สอนได้ตั้งใจไว้ พนักงานสามารถประเมินผลด้วยตนเองว่าบรรลุจุดประสงค์แต่ละข้อหรือไม่

2. บทเรียนที่ดีควรเหมาะสมกับลักษณะพนักงาน การสร้างบทเรียนต้องคำนึงถึงพนักงานเป็นสำคัญว่า พนักงานมีความรู้ความสามารถพื้นฐานเดิมอยู่ในระดับขั้นใดไม่ควรยากหรือง่ายเกินไป

3. บทเรียนที่ดีควรมีปฏิสัมพันธ์กับพนักงานให้มากที่สุด เพราะการเรียนรู้จากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรมีประสิทธิภาพมากกว่าเรียนจากหนังสือ เพราะสามารถสื่อสารกับพนักงานได้ 2 ทาง (two way communication)

4. บทเรียนที่ดีควรมีลักษณะเป็นการเรียนการสอนรายบุคคล พนักงานสามารถเลือกเรียนหัวข้อที่ตนเองต้องการ และข้ามบทเรียนที่ตนเองเข้าใจแล้วได้ แต่ถ้าเรียนบทเรียนที่ตนเองไม่เข้าใจก็สามารถเลือกเรียนซ่อมเสริมจากข้อแนะนำของคอมพิวเตอร์ได้

5. บทเรียนที่ดีควรคำนึงถึงความสนใจของพนักงาน ควรมีลักษณะสร้างความสนใจตลอดเวลา เพราะจะทำให้พนักงานเกิดความกระตือรือร้นที่จะเรียนอยู่เสมอ

6. บทเรียนควรสร้างความรู้สึกในทางบวกกับพนักงาน ควรให้พนักงานเกิดความรู้สึกเพลิดเพลินเกิดกำลังใจ และควรหลีกเลี่ยงการลงโทษ ควรจัดทำบทเรียนให้แสดงผลป้อนกลับไปยังพนักงานให้มากๆ โดยเฉพาะการแสดงผลป้อนกลับในทางบวกจะทำให้พนักงานชอบไม่เบื่อง่าย

7. บทเรียนที่ดีควรเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมทางการเรียนการสอน

8. บทเรียนควรปรับเปลี่ยนให้ง่ายต่อกลุ่มพนักงาน เหมาะสมกับการจัดตารางเวลาเรียนสถานที่ติดตั้งเครื่องเหมาะสม และควรคำนึงถึงการใส่เสียง ระดับเสียง หรือ ดนตรี ประกอบควรเป็นที่ดึงดูดความสนใจของพนักงานด้วย

9. บทเรียนที่ดีควรมีการประเมินผลการปฏิบัติงานของพนักงานอย่างเหมาะสม ควรหลีกเลี่ยงคำถามที่ง่ายและตรงเกินไป ควรหลีกเลี่ยงคำหรือข้อความในคำถามที่ไร้ความหมาย การตัดสินใจตอบควรแจ่มแจ้งไม่คลุมเครือ ไม่สับสนหรือแย้งกับคำตอบ

10. บทเรียนควรใช้กับคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นทรัพยากรทางการเรียนอย่างชาญฉลาด ไม่ควรเสนอบทเรียนในรูปแบบตัวอักษรอย่างเดียว หรือเรื่องราวที่พิมพ์ตัวอักษรตลอด ควรใช้สมรรถนะของคอมพิวเตอร์อย่างเต็มที่ เช่น การเสนอด้วยภาพเคลื่อนไหวผสมตัวอักษร หรือให้มีแสง เสียง เน้นคำสำคัญที่วลีต่างๆ เพื่อขยายความคิดของพนักงานให้กว้างไกลยิ่งขึ้น ผู้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรตระหนักในสมรรถนะของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่ตลอดจนข้อจำกัดต่างๆ ของเครื่องด้วย เพื่อหลีกเลี่ยงความสูญเสียด้านประสิทธิภาพจากเครื่อง เช่น ภาพเคลื่อนไหวปรากฏช้าเกินไป การแบ่งส่วนย่อยๆ ของโปรแกรมมีขนาดใหญ่เกินไป ทำให้ไม่สะดวกต่อการใช้

11. บทเรียนที่ดีต้องอยู่บนพื้นฐานของการออกแบบการสอน คล้ายกับการผลิตสื่อชนิดอื่นๆ การออกแบบบทเรียนที่ดีย่อมจะสร้างความสนใจของพนักงานได้มาก การออกแบบบทเรียนย่อมประกอบด้วย การตั้งวัตถุประสงค์ของบทเรียน การจัดลำดับขั้นตอนของการสอน

และสำรวจทักษะที่จำเป็นของพนักงาน เพื่อให้การเรียนรู้บรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้ จึงควรจัดลำดับขั้นตอนการสอนให้ดี มีการวัดผลและแสดงผลป้อนกลับให้พนักงานทราบ มีแบบฝึกหัดพอเพียง และมีการประเมินผลขั้นสุดท้ายเป็นต้น

12. บทเรียนที่ดีควรประมวลผลทุกแง่มุม เช่น ประเมินผลคุณภาพของพนักงาน ประสิทธิภาพของบทเรียน ความสวยงาม ความตรงประเด็น และตรงกับทัศนคติของพนักงานเป็นต้น (สุขเกษม อุยโต, 2540, หน้า 23)

10. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ฉลอง ทับศรี กล่าวว่าการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีองค์ประกอบที่จะต้องพิจารณาอยู่ 3 ประการ (ฉลอง ทับศรี, 2540, หน้า 90) คือ เนื้อหา (content) กระบวนการออกแบบการเรียนการสอน (instructional design) และการใช้ชุดคำสั่งรายการ (programming) (อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์, 2530, หน้า 144) ได้กล่าวถึงแนวคิดในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในประเทศไทยไว้ 10 ขั้นตอนคือ

1. ขั้นตอนการเลือกเนื้อหา และกำหนดจุดมุ่งหมายทั่วไป
2. ขั้นตอนการวิเคราะห์พนักงาน
3. ขั้นตอนการกำหนดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
4. ขั้นตอนวิเคราะห์เนื้อหา แยกเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อย
5. ขั้นตอนการสร้างบทเรียนโปรแกรมตามแบบ
6. ขั้นตอนมือเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
7. ขั้นป้อนข้อมูลเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์
8. ขั้นการทดลองหาประสิทธิภาพ
9. ขั้นการนำไปใช้

10. ขั้นประเมินผลและปรับปรุงแก้ไข อเลสซีและทรอลลิป (Alssi and Trollip, 1985, อ้างถึงใน สุขเกษม อุยโต, 2540, หน้า 26) ได้วางแนวทางในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ 8 ขั้นตอนดังนี้

- ขั้นตอนที่ 1. กำหนดจุดมุ่งหมายของบทเรียนออกแบบบทเรียนโปรแกรม
- ขั้นตอนที่ 2. ขั้นการรวบรวมเอกสารต่าง ๆ ตลอดจนวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็น
- ขั้นตอนที่ 3. ระดมความคิดจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อที่จะจัดทำเป็นแบบเรียน
- ขั้นตอนที่ 4. สรุปลงเป็นบทเรียนของตนเอง
- ขั้นตอนที่ 5. ผลิตบทเรียนเป็นกรอบภาพลงบนกระดาษ
- ขั้นตอนที่ 6. เขียนผังงานของบทเรียน
- ขั้นตอนที่ 7. ลงมือเขียนโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- ขั้นตอนที่ 8. ประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพของบทเรียน

11. ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบ่งออกได้เป็น 3 ขั้นตอนใหญ่ ๆ

(พิทักษ์ ศีลรัตน์, 2531, หน้า 20-25) คือ

1. ขั้นการออกแบบ (instructional design) เป็นการกำหนดคุณลักษณะและรูปแบบการทำงานของโปรแกรม ผู้ออกแบบต้องมีความรอบรู้ในเนื้อหาหลักจิตวิทยา วิธีการสอน การวัดผล และประเมินผล ซึ่งต้องมีการร่วมกันพัฒนาดังนี้

วิเคราะห์เนื้อหา โดยมีข้อพิจารณา ดังนี้ เลือกเนื้อหาที่มีการฝึกทักษะทำซ้ำบ่อย ๆ ต้องมีภาพประกอบ เลือกเนื้อหาที่คาดว่าจะสามารถช่วยประหยัดเวลาในการสอนได้มากกว่าวิธีเดิม เลือกเนื้อหาบางอย่างที่สามารถจำลองให้อยู่ในรูปของการสาธิตได้ เพราะถ้าหากทดลองจริง ๆ อาจจะมีอันตรายหรือต้องใช้วัสดุสิ้นเปลืองหรืออุปกรณ์ที่มีราคาแพง ศึกษาความเป็นไปได้โดยมีข้อพิจารณา ดังนี้ มีบุคลากรที่มีความรู้พอจะพัฒนาโปรแกรมได้ตามความต้องการหรือไม่ จะใช้ระยะเวลาในการพัฒนามากเกินกว่าการสอนแบบธรรมดาหรือพัฒนาด้วยสื่อการสอนแบบอื่นได้หรือไม่ ต้องการอุปกรณ์พิเศษที่ต่อเพิ่มเติมจากคอมพิวเตอร์หรือไม่ การกำหนดวัตถุประสงค์จะต้องกำหนดคุณลักษณะ และสิ่งที่คาดหวังจากพนักงานทั้งก่อนและหลังการใช้โปรแกรมโดยระบุสิ่งต่อไปนี้ ความรู้พื้นฐานของพนักงานที่ต้องการทราบอะไรบ้างก่อนที่จะมาใช้โปรแกรม สิ่งทีคาดหวังจากพนักงานหลังการใช้โปรแกรมว่าพนักงานควรรู้อะไร การลำดับขั้นตอนการทำงาน คือนำเนื้อหาที่ได้จากการวิเคราะห์และสิ่งที่คาดหวังจากพนักงานมาเรียงลำดับแล้ววางแผนการสอนในรูปของ storyboard และ flow chart โดยเน้นในเรื่องต่อไปนี้

- 1) ภาษาที่ใช้เหมาะสมกับพนักงานหรือไม่
- 2) ขนาดข้อความใน 1 จอภาพ
- 3) ขนาดของตัวอักษรที่เหมาะสมกับวัยของพนักงาน
- 4) คำติ คำชม แรงเสริมต่าง ๆ ในการเรียน
- 5) หลักจิตวิทยา การเรียนรู้ การชี้แนะ
- 6) แบบฝึกหัด การประเมินผลความสนใจ

2. ขั้นการสร้าง (construction) หมายถึง การสร้าง การทดสอบและปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้ ขั้นที่หนึ่งการสร้างโปรแกรม เป็นการทำเนื้อหาที่อยู่ในรูปของสตอรี่บอร์ดให้เป็นชุดคำสั่งที่คอมพิวเตอร์เข้าใจ โดยใช้ภาษาใดภาษาหนึ่งหรือ โปรแกรมสำหรับการสร้างบทเรียนโดยเฉพาะ (authoring system) โดยต้องมีการตรวจแก้ข้อผิดพลาดเนื่องจากสาเหตุดังต่อไปนี้ คือ รูปแบบคำสั่งผิดพลาด (syntax error) เป็นการใช้คำสั่งไม่ถูกต้องตามข้อกำหนดของภาษา แนวความคิดผิดพลาด (logical error) เป็นการเข้าใจขั้นตอนการทำงานคลาดเคลื่อน ขั้นต่อไปเป็นการนำโปรแกรมที่สร้างไปตรวจสอบความถูกต้องบนจอภาพ อาจมีการแก้ไขโปรแกรมในบางส่วน และนำไปทดสอบกับพนักงานในสภาพการใช้งานจริง เพื่อทดสอบการทำงานของโปรแกรม และหาข้อบกพร่องที่ผู้ออกแบบคาดไม่ถึง เพื่อนำข้อมูล

เหล่านั้นกลับมาปรับปรุงต้นฉบับและแก้ไขโปรแกรมต่อไป และขั้นการปรับปรุงแก้ไขหลังจากทราบข้อบกพร่องจากการนำโปรแกรมไปทดสอบการทำงานแล้วทำการปรับปรุงแก้ไข การปรับปรุงจะต้องเปลี่ยนแปลงที่ต้นฉบับของ storyboard ก่อนแล้วจึงค่อยปรับปรุงแก้ไข เมื่อแก้ไขเรียบร้อยแล้วนำไปทดสอบการทำงานใหม่จนกว่าจะได้โปรแกรมที่เรียบร้อย แล้วนำไปทดสอบการทำงานใหม่จนกว่าจะได้โปรแกรมเป็นที่พอใจจึงนำไปใช้งานได้ และควรทำคู่มือประกอบการใช้โปรแกรมด้วย

3. ขั้นการประยุกต์ใช้ (instruction implementation) การประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนและการประเมินผลเป็นขั้นตอนที่จะตัดสินใจว่า โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นเป็นอย่างไร สมควรที่จะใช้งานในการเรียนการสอนหรือไม่ การนำโปรแกรมไปใช้ในการเรียนการสอนจะต้องทำตามข้อกำหนดสำหรับใช้โปรแกรม เช่น โปรแกรมที่ออกแบบสำหรับสาธิตการทดลองควรให้พนักงานได้ใช้โปรแกรมก่อนเข้าห้องทดลองจริง การประเมินผลจะเป็นขั้นตอนสุดท้ายสำหรับการพัฒนาโปรแกรม เป็นการสรุปว่าโปรแกรมที่สร้างขึ้นเป็นอย่างไร สมควรที่จะนำไปใช้ในการเรียนการสอนหรือไม่ การประเมินผลแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

1) ประเมินว่าหลังจากพนักงานใช้โปรแกรมนี้แล้วบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ การประเมินส่วนนี้กระทำโดยพนักงานทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อวัดความก้าวหน้าของพนักงาน วัดความเข้าใจในเนื้อหา

2) ประเมินในส่วนโปรแกรมและการทำงานว่า การใช้โปรแกรมกับเนื้อหาวิชาเหมาะสมหรือไม่ ทศนคติของพนักงานต่อการใช้โปรแกรมเป็นอย่างไร วิธีการใช้โปรแกรมยากง่ายอย่างไร วิธีการเสนอบทเรียน ความถูกต้องของเนื้อหาและการติดต่อกับพนักงานเป็นอย่างไร การประเมินผลส่วนนี้จะใช้แบบสอบถาม (ศิริชัย สงวนแก้ว, 2543, หน้า 173-176)

12. การทดลองใช้และปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การทดลองใช้และปรับปรุงแก้ไข ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น มีจุดมุ่งหมายอยู่ 2 ประการ คือ เพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

13. การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การเอาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองใช้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ เพื่อนำข้อมูลมาปรับปรุงแล้วจึงนำไปใช้จริง ทั้งนี้เหตุที่ต้องหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพราะ เพื่อให้มีความมั่นใจว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นมีคุณภาพ เพื่อให้มีความแน่ใจว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น สามารถทำให้การเรียนการสอนบรรลุวัตถุประสงค์ได้อย่างแท้จริง การทดสอบประสิทธิภาพจะเป็นหลักประกันในการสำเนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำนวนมาก เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นส่วนหนึ่งของชุดการเรียนการสอน

ดังนั้นคุณสมบัติต่างๆ ของชุดการเรียนการสอนจึงเป็นคุณสมบัติของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วย

เกณฑ์การวัดประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอน (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2521, หน้า 122) กล่าวว่า ระดับประสิทธิภาพของชุดการสอนที่จะช่วยให้พนักงานเกิดการเรียนรู้ เป็นระดับที่ผู้ผลิตชุดการสอนจะพึงพอใจว่า หากชุดการสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้วชุดการสอนนั้นก็มีความที่จะนำไปสอนพนักงาน และคุ้มค่าแก่การลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของพนักงาน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_1 (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) E_2 (ประสิทธิภาพของผลลัพ์)

การประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง คือ การประเมินผลต่อเนื่องซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยหลายๆ พฤติกรรม เรียกว่า "กระบวนการ" (process) ของพนักงานที่สังเกตจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม (รายงานของกลุ่ม) และรายงานบุคคล ได้แก่งานที่มอบหมาย และกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

การประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (terminal behavior) คือ ประเมินผลลัพ์ (product) ของพนักงาน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียน ประสิทธิภาพของชุดการสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่าพนักงานจะเปลี่ยนพฤติกรรมให้เป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงาน และการประกอบกิจกรรมของพนักงานทั้งหมด ต่อเปอร์เซ็นต์ของผลสอบหลังเรียนของพนักงานทั้งหมด นั่นคือ E_1/E_2 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพ์

ตัวอย่าง 80/80 หมายความว่าเมื่อเรียนจากชุดการสอนแล้ว พนักงานจะสามารถทำแบบฝึกหัด หรืองานได้ผลเฉลี่ย 80% และทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ผลเฉลี่ย 80% การที่จะกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้นให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจ โดยปกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักจะตั้งไว้ 80/80, 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะหรือเจตคติศึกษาอาจตั้งไว้ต่ำกว่านี้ เช่น 75/75 เป็นต้น

วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพใช้สูตร ต่อไปนี้

$$\text{สูตรที่ 1 } E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100 \quad (\text{หรือ } \frac{\bar{X}}{A} \times 100)$$

เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum X$ คือ คะแนนรวมของแบบฝึกหัดหรืองาน

- A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดทุกชิ้นรวมกัน
n คือ จำนวนพนักงาน

$$\text{สูตรที่ 2 } E_2 = \frac{\sum F}{B} \times 100 \quad (\text{หรือ } \frac{\bar{X}}{B} \times 100)$$

- เมื่อ E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
 $\sum F$ คือ คะแนนรวมของการสอบหลังเรียน
B คือ คะแนนเต็มของการสอบหลังเรียน
n คือ จำนวนพนักงาน

จะเห็นว่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) คือ การนำเอาคะแนนของแบบฝึกหัดหรือผลงานในขณะที่ประกอบกิจกรรมกลุ่ม/เดี่ยวของพนักงานทุกคนรวมกันหารด้วยจำนวนพนักงาน แล้วนำค่าที่ได้หารด้วยคะแนนเต็มของแบบฝึกหัดทุกชิ้นรวมกันคูณด้วย 100 ส่วนประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ก็คือการนำคะแนนรวมของการทดสอบหลังเรียนหารด้วยจำนวนพนักงาน (คะแนนเฉลี่ย) แล้วนำค่าที่ได้หารด้วยคะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียนคูณด้วย 100 นั่นเอง

การหาประสิทธิภาพเมื่อผลิตชุดการสอนขึ้นเป็นต้นแบบแล้วต้องนำชุดการสอนไปหาประสิทธิภาพ ตามขั้นตอนต่อไปนี้

แบบรายบุคคล ทดลองกับพนักงาน 3 คน โดยใช้พนักงานอ่อน ปานกลาง และเก่งเสร็จแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น

แบบกลุ่มย่อย คือ ทดลองกับพนักงานจำนวน 10 คน คณะพนักงานที่เก่งกับอ่อนคำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุง

ภาคสนาม ทดลองกับพนักงาน 30 คน คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วทำการปรับปรุงผลลัพธ์ที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้

ความพึงพอใจ

1. ความหมายของความพึงพอใจ

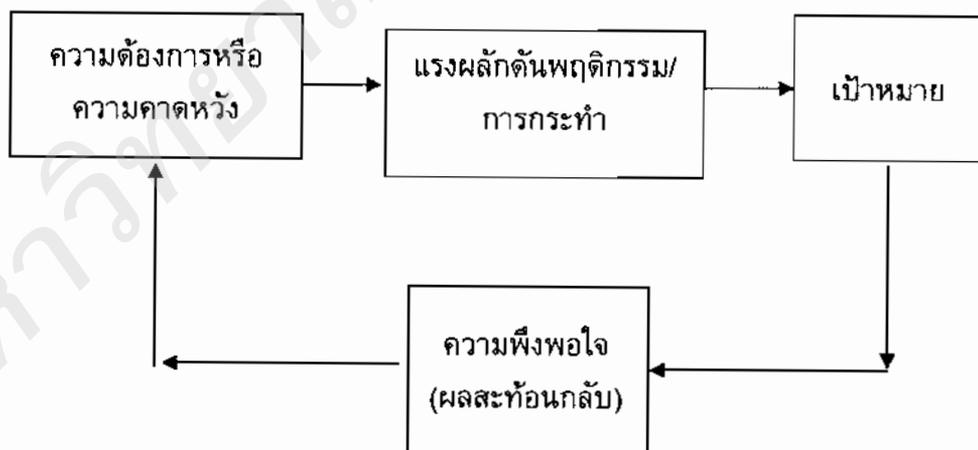
ความพึงพอใจหรือความพอใจตรงกับคำภาษาอังกฤษว่า "satisfaction" ซึ่งมีความหมายโดยทั่วไปว่า ระดับความรู้สึกในทางบวกของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง (จิตตินันท์ เดชะคุปต์, 2543, หน้า 19) เนื่องจากความพึงพอใจในการเรียนรู้ของบุคคลย่อมมีความแตกต่างกัน ซึ่งความแตกต่างอาจมีผลกระทบต่อผลการเรียนการสอนที่เกิดขึ้น ความแตกต่างนั้น

ส่วนหนึ่งอาจมาจากความพึงพอใจที่จะเรียนหรือไม่เรียนก็ได้ การจัดการเรียนรู้ที่ให้พนักงานเกิดความพึงพอใจในการเรียนจึงเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้พนักงานเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพจึงต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับความพึงพอใจซึ่งมีนักวิชาการและนักจิตวิทยาให้ความหมายไว้ ดังนี้

กู๊ด (Good) กล่าวว่า ความพึงพอใจหมายถึงระดับความรู้สึกพอใจ ซึ่งเป็นผลจากความสนใจ และเจตคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ (Good, 1977, p. 320)

วอลเลอร์สไตน์ (Wallerstein) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่เกิดขึ้นเมื่อได้รับผลสำเร็จตามความมุ่งหมาย เป็นกระบวนการทางจิตวิทยา ไม่สามารถมองเห็นได้ชัดเจนแต่สามารถคาดคะเนได้ว่ามีหรือไม่มีจากการสังเกตพฤติกรรมของคนเท่านั้น การที่จะทำให้คนเกิดความพึงพอใจจะต้องศึกษาปัจจัยและองค์ประกอบที่เป็นสาเหตุของความพึงพอใจนั้น (Wallerstein, 1971, p. 256)

มัลลินส์ (Mullins) กล่าวว่า ความพึงพอใจเป็นทัศนคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ หลายๆ ด้าน เป็นสภาพที่มีความสัมพันธ์กับความรู้สึกของบุคคลที่ประสบความสำเร็จในงานทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ เกิดจากมนุษย์จะมีแรงผลักดันบางประการในตัวบุคคล ซึ่งเกิดจากการที่ตนเองพยายามจะบรรลุถึงเป้าหมายบางอย่างนั้นแล้วจะเกิดความพอใจ เป็นผลกลับไปยังจุดเริ่มต้นเป็นกระบวนการหมุนเวียนต่อไปอีกตามภาพประกอบ มัลลินส์ (Mullins, 1985, p. 20)



ภาพ 3 การเกิดความพอใจของบุคคล

ที่มา : (Mullins, Laurie J. (2002) Management and Organization Behavior: 280)

วัฒนา เพชรวงศ์ ได้สรุปว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกหรือทัศนคติทางด้านบวกของบุคคลที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด ซึ่งจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อนั้นสามารถตอบสนองความต้องการให้แก่บุคคลนั้นได้ แต่ทั้งนี้ความพึงพอใจของแต่ละบุคคลย่อมมีความแตกต่างกันขึ้นกับค่านิยมและประสบการณ์ที่ได้รับ ปัจจัยบำรุง (maintenance factor) เป็นปัจจัยที่บำรุงให้แรงจูงใจใน

การทำงานของบุคคลมีอยู่ตลอดเวลา ถ้าไม่มีหรือมีในลักษณะไม่สอดคล้องกับบุคคลในองค์กร บัณฑิตนั้นก็เลยไม่เกิดประโยชน์ใดๆ เลย ซึ่งตามทฤษฎีนี้สิ่งที่ทำให้เกิดความพอใจจะเกี่ยวข้องกับ ลักษณะของงาน ในทางตรงกันข้ามสิ่งที่ทำให้เกิดความไม่พอใจนั้นจะเกิดขึ้นจากความสัมพันธ์ ของบุคคลกับสภาพแวดล้อมของงานที่บุคคลปฏิบัติงานอยู่ ทฤษฎีสองปัจจัยชี้ให้เห็นว่าการ ปรับปรุงการจูงใจให้เกิดขึ้นได้นั้น จะต้องขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมของงานและลักษณะของงาน ซึ่งอาจทำได้โดยการกำจัดความเบื่อหน่าย และความซ้ำซากของงาน การพัฒนางานใหม่ให้มี ความท้าทายการเพิ่มโอกาสของความรู้สึกเกี่ยวกับความสำเร็จของงาน ความเจริญเติบโตและ การพัฒนาส่วนบุคคลในการทำงาน ซึ่งมีผลต่อความสัมพันธ์ของบุคคลและสภาพแวดล้อมใน องค์กร (วัณนา เพ็ชรวงศ์, 2542, หน้า 18)

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

การที่บุคคลจะเกิดความพึงพอใจในการเรียนรู้นั้นจะต้องมีการจูงใจให้เกิดขึ้น ซึ่งต้อง อาศัยปัจจัยหลายอย่างมากระตุ้น นักจิตวิทยาแบ่งการจูงใจออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้ (สุณีย์ ธีรดากร, 2526, หน้า 88-89)

1. แรงจูงใจภายใน (intrinsic motivation) ได้แก่ การจูงใจที่เกิดจากความรู้อยู่ภายใน ของพนักงานเอง เช่น ความต้องการ ความสนใจ และทัศนคติที่ดีต่อวิชาที่เรียน ทำให้พนักงาน เกิดความรู้สึกกระตือรือร้น อยากรู้ อยากเห็น อยากเรียน เต็มใจและตั้งใจเรียน เพราะต้องการ ความรู้ มิใช่เรียนเพราะหวังผลอย่างอื่น

2. แรงจูงใจภายนอก (extrinsic motivation) ได้แก่ การจูงใจที่เกิดจากสภาพแวดล้อม ภายนอกมาชักจูงหรือกระตุ้นให้เกิดการจูงใจภายในขึ้น เป็นต้นว่า วิธีสอนบุคลิกภาพของผู้สอน และเทคนิคที่ครูใช้ในการสอน จะเป็นสิ่งจูงใจให้พนักงานเกิดความรู้สึกอยากเรียน การกระทำที่ เกิดจากแรงจูงใจภายนอกไม่ได้เป็นการกระทำเพื่อความสำเร็จในสิ่งนั้นอย่างแท้จริง แต่เป็นการ กระทำเพื่อสิ่งจูงใจอย่างอื่น เช่น การเรียนที่หวังคะแนนนอกเหนือไปจากการได้รับความรู้ (สุณีย์ ธีรดากร, 2526, หน้า 88-89)

3. การวัดความพึงพอใจ

สำนักงานพัฒนาคุณภาพงาน กล่าวถึง การวัดความพึงพอใจไว้ดังนี้ (สำนักงานพัฒนา คุณภาพงาน, 2550, หน้า 19-20)

องค์กรควรมีการประเมินผลการปฏิบัติงานของตนในฐานะที่เป็นผู้ส่งมอบสินค้าและ หรือบริการให้กับลูกค้า จึงควรมีการติดตามข้อมูลเกี่ยวกับการยอมรับของลูกค้าที่มีต่อองค์กร การติดตามควรดำเนินการอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากความต้องการของลูกค้ามีการแปรเปลี่ยน ตลอดเวลา ผลที่ได้จากการวัดความพึงพอใจจะต้องนำเสนอผู้บริหารหรือเจ้าของกิจการเพื่อ ทราบผลการปฏิบัติงานในการวางแผนปรับปรุงเพื่อพัฒนาสู่ความพึงพอใจของลูกค้า

การสำรวจความพึงพอใจของลูกค้าต้องคำนึงถึงลูกค้าแต่ละประเภทขององค์กร บางองค์กรมีการขายส่งแก่ผู้ค้าส่งซึ่งจะขายต่อผู้ค้าปลีกก่อนแล้วขายต่อไปยังลูกค้าปลายทางอีก

ที่หนึ่ง ดังนั้นลูกค้าแต่ละประเภทอาจมีความคาดหวังและความพึงพอใจแตกต่างกัน จึงควรดำเนินการให้ครอบคลุมลูกค้าทุกประเภท

การดำเนินการสำรวจควรวัดค่าหนึ่งถึงจำนวนลูกค้าที่ต้องการสำรวจค่าใช้จ่ายในการสำรวจ ในกรณีที่ใช้จำนวนตัวอย่างไม่เพียงพออาจทำให้ได้ข้อมูลที่ไม่ถูกต้องในขณะที่การเพิ่มจำนวนตัวอย่างจะทำให้ค่าใช้จ่ายในการสำรวจเพิ่มสูงขึ้น การตัดสินใจขึ้นกับจำนวนลูกค้าที่จะทำการสำรวจในขั้นต้น สถานการณ์แข่งขันในธุรกิจ จำนวนคู่แข่ง และความสำคัญของสินค้าขององค์กรที่มีต่อลูกค้า โดยเฉพาะผลกระทบของลูกค้าแต่ละรายต่อองค์กร

การสำรวจอาจดำเนินการตามความเหมาะสมโดยองค์กรเอง เช่น การใช้โทรศัพท์สอบถาม การประชุมร่วมกับลูกค้า การส่งแบบสำรวจ หรือการตรวจสอบข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เช่น ผลการจำหน่าย จำนวนข้อร้องเรียนของลูกค้า หรืออาจจ้างหน่วยงานวิจัยทำการสำรวจ และประเมินผลการสำรวจ การตัดสินใจว่าจะใช้วิธีการใดขึ้นอยู่กับงบประมาณ และกรอบระยะเวลาที่ต้องการทราบผล อย่างไรก็ตามการใช้แบบสำรวจควรออกแบบให้ผู้ตอบแบบสำรวจสามารถตอบข้อมูลได้ง่าย สะดวก และเป็นข้อมูลที่มีประโยชน์สำหรับการนำมาใช้ในการประเมินความพึงพอใจของลูกค้าในด้านต่างๆ ซึ่งลูกค้าอาจพึงพอใจในสินค้าแต่อาจไม่พึงพอใจในการดำเนินการขององค์กร เช่น ความล่าช้าในการจัดส่ง เป็นต้น

การวัดความพึงพอใจประกอบด้วยข้อความหรือคำถาม ซึ่งเป็นสิ่งเร้าทางภาษาที่นิยมใช้กัน ทำหน้าที่เป็นตัวเร้าให้บุคคลแสดงความคิดเห็นหรือแสดงความรู้สึกออกมา ระดับความรู้สึก เช่น มาก ปานกลาง และน้อย จะเห็นได้ว่า ความรู้สึกต่างๆ ซึ่งเกิดขึ้นจากความคิดภายในนั้นสามารถที่จะวัดได้ด้วยเครื่องมือที่ออกแบบตามลักษณะความต้องการแห่งการวัด ซึ่งมีลักษณะแตกต่างกันออกไป

ภณิดา ชัยปัญญา ได้กล่าวว่า การวัดความพึงพอใจนั้นสามารถทำได้หลายวิธีดังต่อไปนี้ (ภณิดา ชัยปัญญา, 2541, หน้า 11)

1. การใช้แบบสอบถามโดยผู้ออกแบบสอบถาม เพื่อต้องการทราบความคิดเห็น ซึ่งสามารถกระทำได้ในลักษณะกำหนดคำตอบให้เลือก หรือตอบคำถามอิสระ คำถามดังกล่าวอาจถามความพอใจในด้านต่างๆ
2. การสัมภาษณ์ เป็นวิธีการวัดความพึงพอใจทางตรง ซึ่งต้องอาศัยเทคนิคและวิธีการที่ดีจะได้ข้อมูลที่เป็นจริง
3. การสังเกต เป็นวิธีวัดความพึงพอใจโดยการสังเกตพฤติกรรมของบุคคลเป้าหมายไม่ว่าจะแสดงออกจากการ พูดจา กริยา ท่าทาง วิธีนี้ต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจังและสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผน

กาญจนา อรุณสุขรุจี สรุปไว้ว่า “ความพึงพอใจ” เป็นการแสดงความรู้สึกดีใจยินดีของเฉพาะบุคคลในการตอบสนองความต้องการในส่วนที่ขาดหายไป ซึ่งเป็นผลมาจากปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยปัจจัยเหล่านั้นสามารถสนองความต้องการของบุคคลทั้งทางร่างกายและจิตใจได้

อย่างเหมาะสม และเป็นการแสดงออกทางพฤติกรรมของบุคคลที่จะเลือกปฏิบัติในกิจกรรมนั้นๆ (กาญจนา อรุณสุขรุจี, 2546, หน้า 5)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นคุณลักษณะเกี่ยวกับความรู้ความสามารถของบุคคลที่ได้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมด้านต่างๆ และประสบการณ์ อันเป็นผลจากการเรียนการสอน ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบและแนวทางในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้ คือ ทบวงมหาวิทยาลัย ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ผลสัมฤทธิ์ทางด้านเนื้อหาความรู้ และด้านกระบวนการแสวงหาความรู้ในเรื่องนั้นๆ (ทบวงมหาวิทยาลัย, 2525, หน้า 1 - 5)

อำนาจ รุ่งรัศมี กล่าวว่าการวัดผลประเมินผลทางการเรียนจะต้องให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ครูกำหนดจะต้องพิจารณาถึงพฤติกรรมทั้ง 3 ด้าน คือ (อำนาจ รุ่งรัศมี, 2525, หน้า 109 - 111)

1. ด้านความรู้ความคิด (cognitive domain) พฤติกรรมด้านนี้เกี่ยวเนื่องกับกระบวนการต่างๆ ทางด้านสติปัญญาและสมอง เช่น การจดจำข้อเท็จจริง ความเข้าใจ ความคิด การตั้งปัญหา และสมมติฐาน

2. ด้านความรู้สึก (affective domain) พฤติกรรมด้านนี้เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตและพัฒนาการในด้านความสนใจ คุณค่า ความซาบซึ้ง และทัศนคติ หรือเจตคติต่างๆ ของนักเรียน

3. ด้านการปฏิบัติ (psycho - motor domain) พฤติกรรมด้านนี้เกี่ยวกับการพัฒนาทักษะในการปฏิบัติและดำเนินการ เช่น การทดลอง เป็นต้น

ไพศาล หวังพานิช ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึงคุณลักษณะของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอนเป็นการเปลี่ยนแปลง และประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดจากการฝึกฝน อบรม หรือจากการสอน (ไพศาล หวังพานิช, 2533, หน้า 28)

บุญเรียง ขจรศิลป์ ได้กล่าวถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า จะเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดระดับความสามารถของพนักงานว่ามีความรู้ ความสามารถและทักษะในเนื้อหาวิชาที่เรียนไปแล้วมากน้อยเพียงใด โดยครูผู้สอนสามารถดำเนินการสร้างด้วยตนเองตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน (บุญเรียง ขจรศิลป์, 2533, หน้า 77)

อายเซนค์ (Eysenck) ได้กล่าวไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นขนาดของความสำเร็จที่ได้จากการเรียนที่อาศัยความสามารถเฉพาะบุคคล โดยตัวบ่งชี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอาจได้มาจากกระบวนการที่ไม่ต้องอาศัยการทดสอบก็ได้ เช่น การสังเกต การตรวจการบ้าน หรืออาจได้ในรูปของระดับคะแนนที่ได้จากโรงเรียน ซึ่งต้องอาศัยกรรมวิธีที่ซับซ้อนและระยะเวลาที่นานพอสมควร หรืออีกวิธีหนึ่งอาจวัดได้ด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วไป (Eysenck, 1972, p. 16)

กู๊ด (Good) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้หรือทักษะอันเกิดจากการเรียนรู้ในวิชาต่างๆ ที่ได้เรียนมาแล้ว ซึ่งได้จากผลการทดสอบของครูผู้สอน หรือผู้รับผิดชอบในการสอน หรือทั้งสองอย่างรวมกัน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาต่างๆ (Good, 1973, p. 1)

สรุปความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดังกล่าวข้างต้น หมายถึง ความรู้ความสามารถของนักเรียน และทักษะที่เกิดจากการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งอาจวัดได้โดยใช้แบบทดสอบหรือไม่ใช้แบบทดสอบก็ได้ ขึ้นอยู่กับครูผู้สอนว่าจะใช้วิธีการใดในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เพรสคอตต์ (Prescott) ได้ใช้ความรู้ทางชีววิทยา สังคมวิทยา จิตวิทยา และการแพทย์ศึกษาเกี่ยวกับการเรียนของนักเรียนและสรุปผลการศึกษาว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งในและนอกห้องเรียนมีดังต่อไปนี้ (Prescott, 1961, pp. 14-16)

1. องค์ประกอบทางด้านร่างกาย ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตของร่างกาย สุขภาพทางกาย ข้อบกพร่องทางร่างกายและบุคลิกท่าทาง
 2. องค์ประกอบทางความรัก ได้แก่ ความสัมพันธ์ของบิดามารดา ความสัมพันธ์ของบิดามารดากับลูก ความสัมพันธ์ระหว่างลูกๆ ด้วยกัน และความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกทั้งหมดในครอบครัว
 3. องค์ประกอบทางวัฒนธรรมและสังคม ได้แก่ ขนบธรรมเนียมประเพณี ความเป็นอยู่ของครอบครัว สภาพแวดล้อมทางบ้าน การอบรมทางบ้าน และฐานะทางบ้าน
 4. องค์ประกอบทางความสัมพันธ์ในเพื่อนวัยเดียวกัน ได้แก่ ความสัมพันธ์ของเพื่อนวัยเดียวกัน
 5. องค์ประกอบทางการพัฒนาแห่งตน ได้แก่ สติปัญญา ความสนใจ เจตคติ
 6. องค์ประกอบทางการปรับตัว ได้แก่ ปัญหาการปรับตัว การแสดงออกทางอารมณ์
- แคร์รอล (Carroll) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับอิทธิพลขององค์ประกอบต่างๆ ที่มีต่อระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการนำเอาครู นักเรียน และหลักสูตรมาเป็นองค์ประกอบที่

สำคัญ โดยเชื่อว่าเวลาและคุณภาพของการสอนมีอิทธิพลโดยตรงต่อปริมาณความรู้ที่ผู้เรียนจะได้รับ (Carroll, 1963, pp. 723-733)

3. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถ หรือความสำเร็จของบุคคลว่าได้เรียนรู้แล้วมากน้อยเพียงใด มีความสามารถชนิดใด ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีผู้กล่าวไว้ ดังนี้

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ กล่าวว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นการตรวจสอบพฤติกรรมของผู้เรียนในด้านพุทธิพิสัย ซึ่งได้แก่ พฤติกรรมด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ซึ่งเป็นการวัดองค์ประกอบที่สำคัญ 2 ประการ คือ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540, หน้า 21)

1. การวัดด้านปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบความรู้ ความสามารถทางการปฏิบัติ โดยให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริงให้เห็นผลงานที่ปรากฏออกมา ทำการสังเกตและวัดได้ การวัดแบบนี้ต้องวัดโดยใช้ข้อสอบภาคปฏิบัติ

2. การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความรู้ ความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา รวมถึงพฤติกรรมความสามารถในด้านต่างๆ อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน มีวิธีการวัดได้ 2 ลักษณะ คือ สอบปากเปล่า และการสอบแบบให้เขียนตอบ

สมบูรณ์ ชิตพงศ์ และคนอื่นๆ การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมทั้ง 3 ด้านคือ (สมบูรณ์ ชิตพงศ์, และคนอื่นๆ, 2540, หน้า 6-7)

1. ด้านความคิด (cognitive domain) เป็นความสามารถของสมองในด้านความคิดเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่แยกย่อยเป็น 6 ชั้น คือ

1.1 ความรู้ความจำ (memory) เป็นความสามารถในการทงไว้ รักษาไว้ซึ่งมวลประสบการณ์ต่างๆ ในชีวิตที่รับรู้มา

1.2 ความเข้าใจ (comprehension) เป็นความสามารถในการแปลความ ตีความ และขยายความในเรื่องราว และเหตุการณ์ต่างๆ ในชีวิตต้องประสบ

1.3 การนำไปใช้ (application) เป็นความสามารถที่นำประสบการณ์ที่ได้รับมา ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาใหม่

1.4 การวิเคราะห์ (analysis) เป็นความสามารถในการจับใจความสำคัญ และหาความสัมพันธ์และหลักการของสิ่งของเรื่องราวเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

1.5 การสังเคราะห์ (synthesis) เป็นความสามารถในความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เรื่องราวต่างๆ ขึ้นมาใหม่ โดยใช้สิ่งเดิมมาดัดแปลงและปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพดีกว่าแต่ก่อน

1.6 การประเมินค่า (evaluation) เป็นความสามารถในการตัดสินใจดีราคาและสรุปในเรื่องราวต่างๆ

2. ด้านความรู้สีก (psycho-motor domain) เป็นท่าทีที่มีต่อสิ่งต่างๆ มี 5 ชั้น คือ

- 2.1 การรับรู้ (receiving) เป็นความรู้สึกจับใจในการที่จะรับรู้ในสิ่งเร้าต่างๆ
- 2.2 การตอบสนอง (responding) เป็นการมีปฏิกิริยาต่อสิ่งด้วยความรู้สึกที่ยินยอมเต็มใจ และพอใจ
- 2.3 การสร้างคุณค่า (valuing) เป็นการแสดงออกซึ่งความรู้สึก มีส่วนร่วมต่อสิ่งต่างๆ ตั้งแต่การยอมรับ นิยมชมชอบ และเชื่อถือในสิ่งนั้น
- 2.4 การจัดระบบ (organization) เป็นการสร้างความคิดรวบรวมของคุณค่าให้เกิดมีระบบแล้วอาศัยความสัมพันธ์ของคุณค่าในสิ่งที่ยึดถือ
- 2.5 การสร้างลักษณะนิสัย (characterization) เป็นการจัดคุณค่าที่มีอยู่แล้วให้เป็นระบบแล้วยึดถือเป็นลักษณะประจำตัวบุคคล
3. ด้านทักษะ (psycho-motor domain) เป็นลักษณะในการปฏิบัติมี 3 ขั้นตอน คือ
 - 3.1 การเลียนแบบ (imitation) เป็นการเลือกทำตามแบบที่สนใจ
 - 3.2 การทำตามแบบ (manipulation) เป็นการลงมือทำตามแบบที่สนใจ
 - 3.3 การหาความถูกต้อง (precision) เป็นการตัดสินใจเลือกทำตามแบบที่เห็นว่าถูกต้อง
 - 3.4 การทำอย่างต่อเนื่อง (articulation) เป็นการกระทำสิ่งที่เห็นว่าถูกต้องนั้นได้อย่างเป็นเรื่องเป็นราว
 - 3.5 การทำโดยตามธรรมชาติ (naturalization) เป็นการทำจนเกิดทักษะสามารถปฏิบัติได้โดยอัตโนมัติจนเป็นธรรมชาติ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

เฉลิมชัย วงศ์รักษ์ ได้วิจัยและพัฒนาเพื่อวัตถุประสงค์ของการวิจัยมีอยู่ 4 ประการ ประการแรกเพื่อสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสื่อประสมเรื่องการสัมภาษณ์งาน ประการที่สองเพื่อศึกษาถึงประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสื่อประสมในการช่วยพัฒนาความสามารถในการฟังและการพูดของนักศึกษา ประการที่สามเพื่อศึกษาทัศนคติของนักศึกษาต่อโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสื่อประสม และประการสุดท้ายเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของการพัฒนาทักษะการฟังและทักษะการพูด กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 3 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เริ่มดำเนินการตั้งแต่ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2547 จนถึงภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2548 ผลการวิจัยสรุปผลการศึกษาว่า โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสื่อประสมเรื่องการสัมภาษณ์งานมีประสิทธิภาพในการส่งเสริมทักษะการฟังและทักษะการพูดของผู้เรียน เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดมีข้อเสนอแนะจากการวิจัยครั้งนี้ว่า ควรใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

แบบสื่อประสมเรื่องการสัมภาษณ์งานเป็นวัสดุเพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองหรือเป็นวัสดุเสริมในชั้นเรียนแบบปกติ (เฉลิมชัย วงศ์รักษ์, 2549, หน้า 90)

ไพศาล บุญผ่อง และ ปิยวิวัฒน์ จวมมี ได้วิจัยเพื่อพัฒนาโปรแกรม CAI ขึ้นมาช่วยในการเรียนการสอนเพื่อช่วยนักศึกษาที่ไม่สามารถเข้าห้องเรียนได้สามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง รวมไปถึงนักเรียนที่เรียนรายวิชานี้ นำโปรแกรมนี้กลับไปทบทวนนอกเหนือที่เรียนในห้องเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนิสิตที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา 301438 วิศวกรรมคุณค่า ผู้ที่สนใจเกี่ยวกับวิศวกรรมคุณค่า และอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม รวมทั้งหมด 55 คน ผลการวิจัยสรุปความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างมีระดับความพึงพอใจมากเกิน 80 % (ไพศาล บุญผ่อง, และ ปิยวิวัฒน์ จวมมี, 2549, หน้า 87)

ปราณี จงสุจริตธรรม ได้วิจัยและพัฒนาเพื่อศึกษาและสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดียผ่านซีดีรอมพร้อมหนังสือคู่มือสำหรับการเรียนรู้ภาษาญี่ปุ่นระดับพื้นฐานด้วยตนเอง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็น 1) นิสิตมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่เรียนวิชา 358111 ภาษาญี่ปุ่นเบื้องต้น 1 จำนวน 50 คน 2) นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่เรียนวิชาภาษาญี่ปุ่น จำนวน 20 คน 3) ประชาชนที่เข้าชมงาน "วันนักประดิษฐ์" ประจำปี 2548 จำนวน 100 คน รวมทั้งสิ้น 170 คน ผลการวิจัยโดยเฉลี่ยมีความพึงพอใจโปรแกรมในด้านรูปแบบ 45.5 % และในด้านเนื้อหา 47.7 % ผู้วิจัยได้นำความคิดเห็นและข้อเสนอแนะมาพัฒนาและปรับปรุงโปรแกรมในขั้นสุดท้าย (ปราณี จงสุจริตธรรม 2548, หน้า 99)

ดิฉนนภ อิมหมี และสมมาตร จันทร ได้วิจัยเพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชา 301313 การควบคุมคุณภาพเชิงวิศวกรรม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนิสิตที่ลงทะเบียน รายวิชา 301313 การควบคุมคุณภาพเชิงวิศวกรรม 30 คน นิสิตที่สนใจ 20 คน และนำแบบประเมินมาคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการวิจัยปรากฏว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีผลสัมฤทธิ์จากการทดลองเรียนของนิสิตทั้งหมดโดยเฉลี่ย 84.34 % แสดงว่าประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีค่าสูงกว่าสมมติฐานที่กำหนดไว้ 80 % ตามการทดสอบด้วยหลักการทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 80 (ดิฉนนภ อิมหมี, และ สมมาตร จันทร, 2547, หน้า 104)

ประยูทธิ นิลวงศ์ ได้วิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการฝึกปฏิบัติงานคอมพิวเตอร์ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษา และหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนด กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 20 คน ผลการวิจัยปรากฏว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการฝึกปฏิบัติงาน

คอมเพรสเซอร์ วิชาเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ 1 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ $E_1/E_2 = 84.5/80.25$ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (ประยูรธิ์ นิลวงศ์, 2548, หน้า 98)

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศจะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นส่วนใหญ่มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ และเจตคติของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่วนใหญ่อยู่ในระดับมาก จากผลการวิจัยในด้านบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นล้วนแต่ให้ประโยชน์แก่นักเรียนไม่ว่าจะเป็นด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งมีระดับสูงขึ้น

2. งานวิจัยต่างประเทศ

แพทริก เทรเนอร์ ได้ศึกษาการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักเรียนที่มีความแตกต่างกันด้านสาขาวิชาในการเรียนวิชาภาษาอังกฤษพบว่า นักเรียนในแต่ละสาขาวิชามีผลการเรียนดีขึ้น คือ ผลคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งสรุปผลของการวิจัยได้เสนอแนะการใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนในการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์นักเรียนเป็นรายบุคคลด้วย (Traynor, 2006, abstract)

คิง ลี (Li) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับผู้เรียนที่เป็นผู้ใหญ่ในการศึกษาวิชาครุศึกษาคณิตศาสตร์พบว่าผลของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลกระทบในด้านบวกสำหรับผู้เรียนคณิตศาสตร์ แต่ควรคำนึงถึงประสบการณ์ของผู้เรียนด้วย (Li, 2006, abstract)

ยีเซียง ชาง (Zhang) ได้ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการสอนด้วยวิธีการสอนปกติแบบบรรยาย (lecture-type) กับการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับวิชาคณิตศาสตร์พบว่า กลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นได้ผลการประเมินดีกว่าการใช้วิธีการแบบปกติแบบบรรยาย เนื่องจากมีภาพเคลื่อนไหว เสียง มีการประเมินตนเองด้วยแบบทดสอบ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และทบทวนด้วยตนเอง และผลการวิจัยได้เสนอแนะให้ผู้สอนนั้นควรใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นเครื่องมือในการสอนด้วย (Zhang, 2006, abstract)

สตาดโรดูป (Starodub) ศึกษาการทดสอบภาคสนามของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องโปรแกรมคอมพิวเตอร์ การวิจัยนี้เป็นการออกแบบการทดสอบแบบภาคสนามเรื่องสัดส่วน โปรแกรมช่วยสอนสร้างขึ้นจากโปรแกรมไคเรกเตอร์ 8.5 ใช้การทดสอบภาคสนามนักเรียนคณิตศาสตร์เกรด 6 ของโรงเรียนพาลอส เวอร์เซ การทดสอบแรกทดสอบก่อนเรียนเรื่องเศษส่วน เมื่อเรียนด้วยโปรแกรมที่สร้างขึ้นเสร็จแล้วดำเนินการทดสอบหลังเรียนการวิเคราะห์ผลพบว่า คะแนนการทดสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ และนักเรียนมีความสนุกสนานในการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การวิจัยครั้งนี้ประสบความสำเร็จ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเรียนรู้และแก้ปัญหาเรื่องสัดส่วนได้ (Starodub, 2004, abstract)

สมิท (Smith) ได้ทำการวิจัยเรื่องการเรียนรู้การออกเสียงคำศัพท์สเปนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนของนักเรียนในสเปนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลของการวิจัยพบว่า ได้ผลเป็นที่น่าพอใจช่วยให้คะแนนของนักเรียนหลังการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนดีขึ้น (Smith, 2004, abstract)

เบร์ราคเตอร์ (Bayraktar) ได้ทำการศึกษาถึงประสิทธิภาพของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อตัดสินว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลรวมเชิงบวกต่อความสำเร็จของผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาหรือไม่เมื่อเปรียบเทียบกับการสอนแบบปกติ การศึกษาครั้งนี้สังเคราะห์จากงานวิจัย 42 เรื่อง ซึ่งพบว่านักเรียนที่ได้เรียนรู้แบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ร้อยละ 62 มีคะแนนที่ดีกว่านักเรียนที่ได้รับรู้แบบปกติ นอกจากนี้การสอนมีประสิทธิภาพมากที่สุดในการวิชาฟิสิกส์ การสอนแบบบทบาทสมมติและการสอนเพิ่มเติมมีผลที่ดีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ยิ่งไปกว่านั้นผลการเรียนแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะได้ผลดีเมื่อเรียนแบบรายบุคคล คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพมากกว่าการสอนแบบปกติ เมื่อใช้ระยะเวลาทดลองน้อยกว่า 4 สัปดาห์ จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นส่วนใหญ่มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ นอกจากนี้นักเรียนยังสามารถที่จะเรียนรู้ด้วยตนเอง ปฏิบัติเอง บทเรียนแต่ละบทมีความหลากหลายในการนำเสนอ ซึ่งเป็นการกระตุ้นและดึงดูดความสนใจของนักเรียนได้เป็นอย่างดี บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยให้ประหยัดเวลาในการสอน โดยครูจะกลายมาเป็นผู้ติวหรือผู้แนะนำ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนได้ประโยชน์จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมากยิ่งขึ้น และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังมีค่าความเชื่อมั่นสามารถที่จะนำไปสอนในโรงเรียนอื่นได้ (Bayraktar, 2000, abstract)

สำหรับการวิจัยในต่างประเทศที่ผู้วิจัยได้ศึกษานั้นผลการวิจัยจากการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอน ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นรวมทั้งมีเจตคติที่ดีขึ้นต่อวิชาที่เรียน นอกจากนี้การนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีลักษณะสำคัญในการช่วยลดความแตกต่างระหว่างบุคคลส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าวจะเห็นได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง สื่อที่ใช้ในทางการศึกษาโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อกลางในการเรียนรู้ มีการนำเสนอเนื้อหาหรือเรื่องราวต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ศึกษาเรียนรู้ผ่านกระบวนการที่ถูกออกแบบมาอย่างเหมาะสม โดยพนักงานสามารถศึกษาค้นคว้าและทบทวนบทเรียนได้ด้วยตนเอง ทำให้พนักงานเกิดการเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์การโต้ตอบกับเครื่องคอมพิวเตอร์อย่างต่อเนื่อง ซึ่งผู้วิจัยได้นำหลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ของโรเบิร์ตกาเย่ ทั้งหมด 9 ขั้นตอน (สุกรี รอดโพธิ์ทอง, 2531, หน้า 75-89) คือ 1) ได้รับความสนใจ 2) บอกวัตถุประสงค์ 3) ทบทวนความรู้เดิม 4) การเสนอเนื้อหาใหม่ 5) การชี้แนวทางในการเรียนรู้ 6) กระตุ้นการตอบสนอง 7) ให้ข้อมูลย้อนกลับ 8) มีการทดสอบความรู้

9) การจำแนกและการนำไปใช้ นำมาใช้ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กระบอกสุบลมสองทาง โดยเลือกใช้โครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นตรง ซึ่งผู้วิจัยเลือกรูปแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบการสอน (tutorial instruction) และผู้วิจัยได้นำมาประยุกต์เป็นลำดับขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีคุณลักษณะแบบการสอน (บุญชู ใจช็อกกุล, 2537, หน้า 22) เรื่อง กระบอกสุบลมสองทาง ดังนี้ 1) บทนำ 2) บอกจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียน 3) บอกวิธีการเรียนที่แน่นอนและบอกให้ผู้รู้ทั้งหมด 4) ให้ผู้เรียนเลือกลำดับการเรียนเอง 5) แยกหัวข้อทดสอบก่อนเรียนออกจากเนื้อหา 6) การป้อนคำถามและคำตอบ 7) การตรวจคำตอบ 8) การให้ข้อมูลป้อนกลับสำหรับคำถาม 9) การให้เนื้อหาเสริม 10) ลำดับการเรียนจากง่ายไปยาก และจากการศึกษาเกณฑ์การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน E_1/E_2 เท่ากับ 80/80 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2521, หน้า 134-140) ที่กำหนดไว้ว่า เนื้อหาเกี่ยวกับความรู้ความจำมักตั้งไว้ที่ 80/80, 85/85 และ 90/90 และจากผลการวิจัยในด้านบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้แสดงให้เห็นว่าเกิดประโยชน์ต่อพนักงานทั้งในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น พนักงานมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังสามารถตอบสนองความต้องการของผู้เรียนได้หลายรูปแบบ โดยเฉพาะการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจของพนักงานฝ่ายผลิตของ บริษัท ปูนซิเมนต์ไทย (ท่าหลวง) จำกัด ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กระบอกสุบลมสองทางสำหรับพนักงาน บริษัท ปูนซิเมนต์ไทย (ท่าหลวง) จำกัด