

บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกอบรมที่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริง เรื่องการควบคุมระบบ  
ไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์  
Web – Based Training with Embedded Simulator on Industrial Electrical Control System by  
Programmable Logic Controller (PLC)

ไพโรบลกุล กุลด้วง<sup>1</sup> ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี<sup>2</sup> และฉันทนา วิริยเวชกุล<sup>3</sup>  
Paiboon Kulduang<sup>1</sup>, Sirirat Petsangsri<sup>2</sup> and Chantana Viriyavejakul<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>นักศึกษาลัทธิสุตร ค.อ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวและเทคนิคศึกษา)  
<sup>2</sup>ผู้ช่วยศาสตราจารย์ <sup>3</sup>รองศาสตราจารย์ สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
x2630915kmitl@gmail.com, kpsirira@kmitl.ac.th, and kmchanta@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกอบรมที่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริงเรื่องการควบคุมระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วย PLC เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่าง กลุ่มทดลอง ที่เรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกอบรมที่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริง เรื่องการควบคุมระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วย PLC และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกอบรมที่ไม่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นพนักงานช่างแผนก Hair care Tube/Pouch ของบริษัทพรอคเตอร์ แอนด์ แกมเบล แมนูแฟคเจอร์ริง (ประเทศไทย) ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยวิธีการจับสลาก จำนวน 40 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 20 คน คือ กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกอบรมที่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริง เรื่องการควบคุมระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วย PLC และ กลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกอบรมที่ไม่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริง ประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกอบรมที่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริงเรื่องการควบคุมระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วย PLC หาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง จากนั้นนำผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมโดยวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย สูตร t- test (Independent Sample)

ผลการวิจัยครั้งนี้สรุปว่า บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกอบรมที่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริง เรื่องการควบคุมระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วย PLC มีประสิทธิภาพเท่ากับ 86.00:85.41 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80:80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง ที่เรียนบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกอบรมที่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริง เรื่องการควบคุมระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วย PLC สูงกว่า กลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกอบรมที่ไม่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**คำสำคัญ:** โปรแกรมจำลองเสมือนจริงลอจิกโปร 500 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกอบรม ประสิทธิภาพบทเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Abstract

The purposes of this research were to construct and find out effectiveness of the Web-Based Training with Embedded Simulator on Industrial Electrical Control System by PLC, then compared the learning achievement between the experimental group that learned with the Web-Based Training with Embedded Simulator on Industrial Electrical Control System by PLC and the controlled group that learned with the Web-Based Training without Embedded Simulator. In this study, 40 employees from Hair care Tube/Pouch Procter & Gamble manufacturing Thailand Company limited was used as samples by using the sample random sampling method. The sample was divided into two groups with 20 employees for each group. The

experimental group learned with the Web-Based Training with Embedded Simulator on Industrial Electrical Control System by PLC while the controlled group learned with the Web-Based Training without Embedded Simulator. The effectiveness of Web-Based Training with Embedded Simulator on Industrial Electrical Control System by PLC was obtained from the experimental group's learning achievement. Then, the achievement scores of experimental group were compared with the controlled group. The data were analyzed using the independent Sample t-test.

The results of this study was concluded that the effectiveness of the Web-Based Training with Embedded Simulator on Industrial Electrical control system by PLC was at 86.00:85.41 which met the standard criteria at 80:80, and the learning achievement of the subjects who learned with Web-Based Training with Embedded Simulator on Industrial Electrical Control System by PLC was significantly higher then those who learned with the Web-Based training without embedded simulator at .05 level.

**Keywords :** Program simulator Logixpro 500; Programmable logic controller (PLC); Web-Based Training; Efficiency; Learning Achievement

## 1. บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ อินเทอร์เน็ต และ Social network 3G,4G ได้พัฒนาเติบโตอย่างรวดเร็ว และได้ก้าวมาเป็นเครื่องมือชิ้นสำคัญในการดำเนินชีวิตของผู้คนมากขึ้น ทางด้านการศึกษา ที่เปลี่ยนแปลงรูปแบบการเรียนการสอน การฝึกอบรม รวมทั้งการถ่ายทอดความรู้โดยพัฒนา CAI (Computer-Assisted Instruction) เดิมๆ ให้เป็น WBI (Web-Based Instruction) หรือการเรียนการสอนผ่านบริการเว็บเพจ ส่งผลให้ข้อมูลในรูปแบบ WBI สามารถเผยแพร่ได้รวดเร็ว และกว้างไกลกว่าสื่อ CAI ปกติ ทั้งนี้ก็มาจากระยะที่สำคัญอีก 2 ประการ ประเด็นแรก ได้แก่สามารถประหยัดเงินที่ต้องลงทุนในการจัดทำซอฟต์แวร์สร้างสื่อ ประเด็นที่สอง เนื่องจากคุณสมบัติของเอกสาร HTML ที่สามารถนำเสนอข้อมูลได้ทั้งข้อความ ภาพเสียง วิดีโอ และสามารถสร้างจุดเชื่อมโยงไปตำแหน่งต่างๆ ได้ตามความต้องการของผู้พัฒนา ส่งผลให้การพัฒนาสื่อการเรียนการสอนในรูปแบบ WBI เป็นที่นิยมอย่างสูง และได้รับการพัฒนาปรับปรุงรูปแบบมาเป็นสื่อการเรียนการสอนในรูปแบบ e-Learning (Electronic Learning)

ใจทิพย์ ณ สงขลา [1] ได้ให้ความหมายการเรียนการสอนผ่านเว็บว่า หมายถึง การผนวก คุณสมบัติไฮเปอร์มีเดียเข้ากับคุณสมบัติของเครือข่าย เวิลด์ไวด์เว็บ เพื่อสร้างสิ่งแวดล้อมแห่งการเรียนรู้ในมิติที่ไม่มีขอบเขตจำกัดด้วยระยะทางและเวลาที่แตกต่างกันของผู้เรียน(Learning without Boundary) จรัสศรี รัตตะมาน [2] กล่าวว่า “การฝึกอบรมผ่านเว็บ หมายถึงโปรแกรมการฝึกอบรมที่มีไฮเปอร์มีเดียและองค์ประกอบที่สำคัญต่าง ๆ ในเว็บมาใช้ประโยชน์ในการเรียนรู้ อย่างสร้างสรรค์รวมทั้งเป็นการเรียนต่างเวลา ต่างสถานที่ที่มี

การร่วมมือกันโดยทำงานผ่านเครือข่าย และผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ขึ้นมาเองและเกิดการเรียนรู้ในระดับสูงได้โดยมีผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะให้การสนับสนุนอำนวยความสะดวกและจัดหาแหล่งข้อมูลวิธีการศึกษาและประเด็นในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนตามความต้องการของผู้เรียน และ เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง”

การควบคุมระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรม ที่มี PLC [3] ทำหน้าที่ควบคุมการทำงาน ภายในกระบวนการผลิต ทำให้ PLC มีบทบาทและมีความสำคัญต่อการพัฒนาสู่เป้าหมายที่วางไว้เป็นอย่างยิ่ง พนักงานช่างที่ปฏิบัติงานด้านการควบคุมเครื่องจักร จึงเป็นบุคลากรที่มีความสำคัญต่อหน่วยงานเป็นอย่างมาก เพราะต้องเป็นผู้รับผิดชอบดูแล และ บำรุงรักษา อุปกรณ์ไฟฟ้าอุตสาหกรรม จากการทำงาบริษัทได้เคยจัดให้พนักงานช่าง และวิศวกรหรือผู้ที่เกี่ยวข้อง ได้รับการฝึกอบรม เรื่อง การควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยระบบ PLC ที่ผ่านมายังไม่สามารถทำให้ได้รับการอบรมกันอย่างทั่วถึง และยังไม่มียี่สื่อเพื่อใช้สำหรับการเรียนรู้หรืออบรมให้กับพนักงานได้เข้าใจในหลักการงานเบื้องต้น จากโปรแกรมจำลอง(Simulator) เพื่อใช้ประกอบการจำลองการทำงาน โปรแกรมจำลอง (Simulator) นี้จะทำให้ผู้ที่ทำการศึกษาหรือเรียนรู้หลักการเขียนภาษาแลตเตอร์ ให้เข้าใจได้ยิ่งขึ้น สามารถที่ออกแบบประยุกต์การใช้งานได้หลากหลาย โดยที่ไม่ต้องไปทดลองกับอุปกรณ์จริงก่อน การทำให้ผู้เรียนใช้เครื่องมือโดยการลองผิดลองถูกอาจทำให้เครื่องมือเสียหายได้ง่าย และยังเป็นอันตรายต่อตัวผู้เรียนด้วย Reigeluth and Schwartz กล่าวว่า “การจำลองสถานการณ์ที่เป็นความหมายของการเรียนการสอน คือ การที่ผู้เรียนสามารถนำเอาความสามารถที่มีอยู่มาใช้กับกระบวนการหรือการประยุกต์หลักการ ภายใต้สถานการณ์

เงื่อนไขที่เป็นจริง โดยเฉพาะการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ (Computer-Based Simulation: CBS) จะช่วยให้เกิดปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียนมีความชำนาญและเชี่ยวชาญในกระบวนการและการใช้ทักษะกระบวนการคิดขั้นสูงได้” [4]

จากความสำคัญของสื่อการเรียนการสอนประเภทบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งมีประสิทธิภาพและข้อได้เปรียบ ประกอบกับปัญหาการเรียนและการฝึกอบรมพนักงาน เรื่องการควบคุมระบบไฟฟ้าด้วย PLC ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญและความจำเป็นในการสร้าง บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกอบรมที่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริง เรื่องการควบคุมระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วย PLC เพื่อให้ได้สื่อการเรียนหรือฝึกอบรมพนักงานที่มีประสิทธิภาพเป็นประโยชน์ และตอบสนองความต้องการของทั้งผู้เรียนและผู้สอนให้ได้มากที่สุด อีกทั้งยังสามารถนำสื่อมาทบทวนภายในองค์กรได้โดยไม่จำกัดสถานที่และเวลา

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกอบรมที่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริง เรื่องการควบคุมระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วย PLC
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มผู้เรียน ด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกอบรมที่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริงและกลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ไม่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริง

## 3. สมมติฐานการวิจัย

1. บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกอบรมที่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริงเรื่องการควบคุมระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วย PLC ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80:80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกอบรมที่มีชุดโปรแกรม จำลองเสมือนจริง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่ม ควบคุมที่เรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ไม่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริง

## 4. กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

### 4.1 กรอบแนวคิดด้านการพัฒนาบทเรียน

บทเรียนการควบคุมระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วย PLC การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ยึดขั้นตอนการออกแบบที่ตัดแปลงมาจากกระบวนการสอนของ Ritchie and Hoffman

(1977:135-138) ซึ่งเสนอแนะว่าในการออกแบบบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีที่สุด ควรอาศัยหลักการกระบวนการเรียนการสอน 7 ขั้นตอนดังนี้

1. การสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียน (Motivating Learning)
2. บอกวัตถุประสงค์การเรียนรู้ (Identifying what is to be learned)
3. ทบทวนความรู้เดิม (Reminding Learners of past Knowledge)
4. การสร้างความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ (Requiring Active Involvement)
5. ให้คำแนะนำและข้อมูลย้อนกลับ (Providing Guidance and Feedback)
6. ทดสอบความรู้ (Testing)
7. นำเสนอข้อมูลหลังซ่อมเสริม (Providing Enrichment and Remediation)

จากแนวคิดในการสร้างบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตของ Richie and Hoffman (1977:135-138) ผู้วิจัยได้เน้นแนวคิดข้อ 4 การสร้างความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ (Requiring Active Involvement) โดยให้มีโปรแกรมจำลองเสมือนจริงร่วมกับบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

### 4.2 กรอบแนวคิดด้านการวัดและประเมินผล

ผู้วิจัยได้นำแนวความคิดของ Benjamin S. Bloom และคณะอ้างใน บุญชม ศรีสะอาด [5] มาเป็นกรอบแนวความคิดในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่มุ่งเน้นทางด้าน พุทธิสัย (Cognitive domain) ซึ่งมุ่งเน้นทางด้านขอบเขตด้านปัญญา (Cognitive Domain) มีทั้งหมด 6 ส่วน แต่ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเน้นเพียง 3 ส่วน คือ

1. ความรู้ ความจำ
2. ความเข้าใจ
3. การนำไปใช้

## 5. ขอบเขตการวิจัย

### 5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ พนักงานช่างแผนก Hair-Care Tube/Pouch ของบริษัท พรอคเตอร์ แอนด์ แกมเบล แมนูแฟคเจอร์ริง (ประเทศไทย) จำกัด จำนวน 72 คน กลุ่มตัวอย่างได้จากการสุ่มอย่างง่ายซึ่งได้มาโดยวิธีสุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการจับสลาก (Simple Random Sampling) จำนวน 40 คน 2 กลุ่มๆละ 20 คน คือกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกอบรมที่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริง และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยบทเรียนผ่าน

เครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกอบรมที่ไม่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริง

## 5.2 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น คือ วิธีการเรียนซึ่งแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ การเรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกอบรมที่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริง เรื่องการควบคุมระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วย PLC และการเรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกอบรมที่ไม่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริง

ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการควบคุมระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วย PLC

## 5.3 ขอบเขตด้านเนื้อหา

การออกแบบด้านเนื้อหาผู้วิจัยได้ออกแบบเนื้อหาจากคู่มือการใช้งาน PLC ระดับ 1 ซึ่งแบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 หน่วย ดังนี้

1. ความหมายและประวัติความเป็นมาของ PLC
2. โครงสร้างและส่วนประกอบของ PLC
3. หลักการเขียน Ladder Diagram
4. การออกแบบและการประยุกต์ใช้งานของ PLC

## 6. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

1. บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกอบรมที่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริงเรื่องการควบคุมระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วย PLC
2. บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกอบรมที่ไม่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริง
3. แบบประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกอบรมที่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริงเรื่องการควบคุมระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วย PLC
4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์ (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67- 1.00 ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.27 – 0.77 ค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.73 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.89

## 7. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการทดลองตามแบบแผนการทดลองใช้เวลาดทดลองหนึ่งเดือน กับกลุ่มตัวอย่างได้แก่พนักงานช่างแผนก Hair-care ของบริษัท พรอคเตอร์ แอนด์ แกมเบล แมนูแฟค

เจอร์ริง (ประเทศไทย) จำกัด จำนวน 40 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 20 คน

1. กำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง
2. แนะนำกลุ่มตัวอย่าง เกี่ยวกับขั้นตอนการเรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกอบรมที่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริง เรื่องการควบคุมระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วย PLC
3. ให้นักงานศึกษาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกอบรมที่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริง เรื่องการควบคุมระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วย PLC จำนวน 4 หน่วยการเรียน เมื่อพนักงานเรียนจบแต่ละหน่วยการเรียนแล้ว ให้ทำแบบทดสอบระหว่างหน่วยการเรียนนั้นๆ หน่วยการเรียนที่ 4 จะแยกกันเรียนตามกลุ่มการเรียน ดังนี้ หน่วยการเรียนที่ 4 กลุ่มควบคุม และหน่วยการเรียนที่ 4 กลุ่มทดลอง พร้อมทั้งไปงานส่งหลังหน่วยการเรียน 1 ใบงาน จำนวน 20 คะแนน เมื่อเรียนครบทุกหน่วยการเรียนแล้ว ให้ทำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 60 ข้อ เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากนั้นนำผลการทดลองมาวิเคราะห์ตามวิธีการทางสถิติ เพื่อหาประสิทธิภาพทางการเรียน ด้วยสูตร  $E_1; E_2$  [6]
4. นำผลสัมฤทธิ์ของพนักงานทั้งสองกลุ่มมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

## 8. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย มีรายละเอียดดังนี้

1. การคำนวณหาคุณภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกอบรมที่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริงเรื่องการควบคุมระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วย PLC ที่ได้จากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยใช้ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในการประเมินคุณภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกอบรมที่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริงเรื่องการควบคุมระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วย PLC นั้น จะต้องได้ผลในระดับ ดี ขึ้นไป ( $\bar{x}$  ตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไปทุกรายการ) จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ

### เกณฑ์การแปลความหมาย

- |             |                        |
|-------------|------------------------|
| 4.50 – 5.00 | ระดับคุณภาพดีมาก       |
| 3.50 – 4.49 | ระดับคุณภาพดี          |
| 2.50 – 3.49 | ระดับคุณภาพปานกลาง     |
| 1.50 – 2.49 | ระดับคุณภาพพอใช้       |
| 1.00 – 1.49 | ระดับคุณภาพควรปรับปรุง |

2. การคำนวณหาประสิทธิภาพของบทรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เนตเพื่อการฝึกอบรมที่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริง เรื่องการควบคุมระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วย PLC ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80:80โดยใช้สูตร  $E_1:E_2$

3. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของพนักงานกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เนตเพื่อการฝึกอบรมที่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริงและกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยบทรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เนตเพื่อการฝึกอบรมที่ไม่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริง ใช้สถิติทดสอบค่าทีสำหรับสองกลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for independent samples) [7]

## 9. ผลการวิจัย

**ตารางที่ 1** ผลการประเมินคุณภาพของบทรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เนตเพื่อการฝึกอบรมที่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริง เรื่องการควบคุมระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วย PLC

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
ด้านเนื้อหา	4.29	0.45	ดี
ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ	4.33	0.35	ดี

จากตารางที่ 1 คุณภาพด้านเนื้อหาและคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ ( $\bar{x} = 4.31$ )

**ตารางที่ 2** ผลการหาประสิทธิภาพของบทรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เนตเพื่อการฝึกอบรมที่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริง เรื่องการควบคุมระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วย PLC

ผลการทดสอบ	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ยร้อยละ	ประสิทธิภาพของบทรียน ( $E_1:E_2$ )
แบบทดสอบระหว่างเรียน	60	51.60	86.00	86.00:85.41
แบบทดสอบหลังเรียน	60	51.25	85.41	

จากตารางที่ 2 พนักงานที่เรียนด้วยบทรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เนตเพื่อการฝึกอบรมที่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริง เรื่องการควบคุมระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วย PLC ได้คะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียนเท่ากับ 51.60 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 86.00 ( $E_1$ ) และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 51.25 คิดเป็นร้อยละ 85.41 ( $E_2$ ) แสดงว่าบทรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เนตเพื่อการฝึกอบรมที่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริงมีประสิทธิภาพ ( $E_1:E_2$ ) = 86.00:85.41 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80:80

**ตารางที่ 3** ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เนตเพื่อการฝึกอบรมที่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริง เรื่องการควบคุมระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วย PLC กับบทรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เนตเพื่อการฝึกอบรมที่ไม่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริง

กลุ่มผู้เรียน	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	t
	N	$\bar{X}$	S.D.	
กลุ่มทดลอง	20	51.25	2.86	2.90*
กลุ่มควบคุม	20	48.20	3.72	

\*มีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ( $\alpha=.05$ ,  $df=38$ ,  $t=1.68$ )

จากตารางที่ 3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เนตเพื่อการฝึกอบรมที่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริง เรื่องการควบคุมระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วย PLC มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 51.25 สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยบทรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เนตเพื่อการฝึกอบรมที่ไม่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 48.20 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## 10. สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยพบว่า (1) บทรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เนตเพื่อการฝึกอบรมที่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริง เรื่องการควบคุมระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วย PLC มีคุณภาพด้านเนื้อหา ด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดี และประสิทธิภาพของบทรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เนตเพื่อการฝึกอบรมที่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริง เรื่องการควบคุมระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วย PLC มีประสิทธิภาพเท่ากับ 86.00:85.41 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80:80

(2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เนตเพื่อการฝึกอบรมที่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริง เรื่องการควบคุมระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วย PLC สูงกว่า กลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยบทรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เนตที่ไม่มีโปรแกรมจำลองเสมือนจริงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## 11. อภิปรายผลการวิจัย

### 11.1 การหาประสิทธิภาพของบทรียน

จากผลการวิจัยพบว่าบทรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เนตเพื่อการฝึกอบรมที่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริง เรื่องการควบคุมระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วย PLC มีประสิทธิภาพ

$E_1:E_2$  เท่ากับ 86.00 : 85.41 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย ผลเป็นเช่นนี้เนื่องจาก ผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความเที่ยงตรง ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมและได้ผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อแล้วว่า บทเรียนมีคุณภาพอยู่ในระดับเกณฑ์ดี นอกจากนี้บทเรียนยังได้ผ่านการทดลองใช้กับพนักงานที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างมาแล้วถึง 2 ครั้ง และได้ปรับปรุงแก้ไขบทเรียนก่อนนำไปใช้กับกลุ่มทดลอง ดังนั้นเมื่อนำบทเรียนมาใช้จึงมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80:80 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธนัฐภรณ์ สนิทมาก [8] การพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่องนิพจน์และตัวดำเนินการ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่องนิพจน์และตัวดำเนินการ มีประสิทธิภาพ  $E_1:E_2$  เท่ากับ 81.50:82.25 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไม่ต่ำกว่า 80:80 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ อัญชลี เตมา [9] การสร้างบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องสารเคมีในชีวิตประจำวัน การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องสารเคมีในชีวิตประจำวัน ซึ่งผลการวิจัยพบว่าบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ  $E_1:E_2$  เท่ากับ 83.67:82.78 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80:80

### 11.2 ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกอบรมที่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริง เรื่องการควบคุมระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วย PLC มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 51.25 และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกอบรมที่ไม่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 48.20 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกอบรมที่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริง เรื่องการควบคุมระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วย PLC สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ไม่มีโปรแกรมจำลองเสมือนจริง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย ผลเป็นเช่นนี้เนื่องจากบทเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้ยึดกรอบแนวคิดการออกแบบบทเรียนของ Ritchie and Hoffman ที่ใช้หลักการออกแบบการเรียนการสอน 7 ขั้นตอน การสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียน บอกวัตถุประสงค์การเรียน ทบทวนความรู้เดิม การสร้างความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ ให้คำแนะนำและข้อมูลย้อนกลับ และทดสอบความรู้

และในส่วนของกรนำโปรแกรมจำลองเสมือนจริงมาใช้ ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจและเข้าใจได้ง่ายขึ้นซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ บุญสูง บุญสืบ [10] ที่ได้พัฒนาบทเรียนผ่านระบบอินเทอร์เน็ต เรื่องวงจรระบบนิวเมติกส์เบื้องต้น มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลการทดลองพบว่ากลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนผ่านระบบอินเทอร์เน็ต สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ลัลลันลลิต สืบประดิษฐ์ [11] เปรียบเทียบผลของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ที่มีสถานการณ์จำลองประกอบบทเรียนเรื่อง เศรษฐกิจพอเพียง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับการสอนปกติสำหรับนักเรียนช่วงชั้นปีที่ 3 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ที่มีสถานการณ์จำลองประกอบบทเรียนกับการสอนปกติแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 โดยนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ที่มีสถานการณ์จำลองประกอบบทเรียน เรื่อง เศรษฐกิจพอเพียง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากการสอนปกติ

ในบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกอบรมที่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริงได้ใช้การจำลองสถานการณ์ (Simulation) จะช่วยให้พนักงานสามารถวิเคราะห์สภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบันของระบบ และจะช่วยหาแนวทางทางเลือก (Scenario) ก่อนนำไปใช้กับสถานการณ์หรือปฏิบัติงานจริง ซึ่งช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดความผิดพลาด หรือความล้มเหลวได้ นอกจากนี้ยังช่วยประหยัดทั้งค่าใช้จ่าย และเวลา (Maria,1997) เช่นเดียวกับ เอ็ดเวิร์ด (Edward,1997:51-63) ได้พัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ เพื่อใช้ในการฝึกปฏิบัติในห้องทดลอง โดยการวิจัยได้นำคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ไปใช้โดยเชื่อว่าผลการทดลองจะทำให้เข้าใจความเกี่ยวข้องกันระหว่างทฤษฎีกับการปฏิบัติ โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มทดลองเรียนด้วยคอมพิวเตอร์แบบจำลอง กลุ่มควบคุมเรียนจากการทดลอง พบว่า กลุ่มที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์แบบจำลองสถานการณ์มีความสามารถดีกว่ากลุ่มควบคุมเรียนจากการทดลอง ในห้องปฏิบัติการ และเห็นว่าการจำลองสถานการณ์ในห้องปฏิบัติการเป็นประโยชน์และง่ายต่อการฝึก แต่จะไม่มีผลอย่างเต็มที่เท่ากับการฝึกจริง ในสถานการณ์จริง แต่ก็เหมาะสมกับผู้เรียนที่เริ่มต้นเพราะการจำลองสถานการณ์จะสร้างประสบการณ์ก่อนไปเจอสถานการณ์จริง [12] จะเห็นได้ว่าการใช้การจำลองสถานการณ์หรือการจำลองเสมือนจริง ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความ

เข้าใจ วิเคราะห์แนวทางการแก้ปัญหาที่จะเกิดขึ้น และเมื่อใช้ร่วมกับบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่มีอยู่เดิม ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

## 12. ข้อเสนอแนะในการวิจัย

### 12.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. การวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองด้วยระบบออนไลน์ เนื่องจากต้องการให้การประมวลผลของบทเรียนมีประสิทธิภาพและมีความรวดเร็วที่ดีในการประมวลผล ดังนั้นความพร้อมของคอมพิวเตอร์ที่ใช้ ควรมีระบบเครือข่ายที่มีประสิทธิภาพที่ดี ทำให้ผู้เรียนไม่เกิดความเบื่อหน่ายกับการแสดงผลของสื่อการสอนฝึกอบรมผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่เกิดขึ้นกับเครื่องคอมพิวเตอร์

2. ก่อนที่ผู้เรียนจะทำการฝึกอบรมโดยใช้บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกอบรมที่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริง เรื่องการควบคุมระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วย PLC ผู้เรียนควรมีความรู้เบื้องต้นกับการใช้งานอินเทอร์เน็ต และทำความเข้าใจกับเครื่องคอมพิวเตอร์เสียก่อน เพื่อความคล่องตัวในการเรียน

3. ในการฝึกอบรมเรื่องการควบคุมระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วย PLC ผู้ฝึกอบรมควรนำบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกอบรมที่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริง เรื่องการควบคุมระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วย PLC ไปใช้ในการฝึกอบรม ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนจำลองสถานการณ์และใช้โปรแกรมจำลองเสมือนจริงช่วย เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจได้มากขึ้น

### 12.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. การสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกอบรมที่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริง เรื่องการควบคุมระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วย PLC ที่มีการจำลองเสมือนจริงให้มีชุดโมดูลฝึกปฏิบัติทดลอง PLC ด้วย

2. การพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกอบรมที่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริง ให้มี แอนิเมชันภาพและเสียงดึงดูดความน่าสนใจในเนื้อหา และการโต้ตอบของบทเรียนของชุดจำลองเสมือนจริง ให้แนะแนวทางการหาคำตอบที่ถูกต้อง

## เอกสารอ้างอิง

- [1] ใจทิพย์ ณ สงขลา. 2542. การสอนผ่านเครือข่ายเว็ลด์ไวด์ เว็บ. วารสารครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 27(3), น. 18-28.
- [2] จรัสศรี รัตตะมาน. 2551. การฝึกอบรมผ่านเว็บ. ค้นเมื่อวันที่ 5 พฤษภาคม 2556, จาก [http://www.bangkokgis.com/webbased\\_training/aboutus/aboutus.html](http://www.bangkokgis.com/webbased_training/aboutus/aboutus.html)
- [3] ออมรอน อิเล็กทรอนิกส์. 2552. การใช้งาน PLC ระดับ 1. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- [4] อรุมา แก้ววงษา. 2552. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์. ค้นเมื่อวันที่ 20 พฤษภาคม 2556, จาก <http://learners.in.th/blogs/posts/167762>
- [5] บุญชม ศรีสะอาด. 2545. วิธีการสร้างสถิติสำหรับการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 6 กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- [6] ชัยยงค์ พรหมวงศ์และคณะ. 2520. ระบบสื่อการสอน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [7] ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2540. สถิติวิทยาทางการวิจัย. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- [8] ธัญญกรณ์ สนิทมาก. 2555. การพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่องนิพจน์ และตัวดำเนินการสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนแก่งคอย จังหวัด สระบุรี. วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม, 11(2), น. 146-152.
- [9] อัญชลี เตมา. 2551. บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องสารเคมีในชีวิตประจำวัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวศึกษาและเทคนิคศึกษามหาบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- [10] บุญส่ง บุญสืบ. 2551. บทเรียนผ่านระบบอินเทอร์เน็ต เรื่องวงจรระบบนิเวศสิ่งแวดล้อมเบื้องต้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวศึกษาและเทคนิคศึกษามหาบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

- [11] ลัคน์ลลิต สืบประดิษฐ์. 2555. เปรียบเทียบผลของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่มีสถานการณ์จำลองประกอบบทเรียนเรื่อง เศรษฐกิจพอเพียงที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับการสอนปกติ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นปีที่ 3. วารสารวิชาการ คณะศึกษาศาสตร์, 9(2), น. 68-73
- [12] สุพจน์ เหล่างาม. 2553. เทคนิคการจำลองสถานการณ์ (Simulation Model). ค้นเมื่อวันที่ 3 มิถุนายน 2556, จาก <http://logisticscorner.com/index.php/2009-05-25-00-45-43/technologies/579-simulation-model.html>

