

## บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องการอนุรักษ์พลังงานในโรงงาน อุตสาหกรรม

### Online Instruction on Internet: Energy Conservation in Industrial Plant

อนุรักษ์ ตรีเพชร<sup>1</sup> เอกชัย รัตนบรรลือ<sup>2</sup> ทวีวัฒน์ สุภารัส<sup>3</sup> บุญส่ง เหมวัฒน์<sup>4</sup>  
<sup>1,2,3,4</sup>ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เขตทุ่งครุ  
กรุงเทพฯ 10140

E-mail: [Taveewat\\_suparos@hotmail.com](mailto:Taveewat_suparos@hotmail.com)

Anurak Tripetch<sup>1</sup> Aekchai Rattanabanlue<sup>2</sup> Taveewat Suparos<sup>3</sup> Boonsong Hemwat<sup>4</sup>  
<sup>1,2,3,4</sup>Department of Mechanical Technology Education, Faculty of Industrial Education and Technology, King Mongkut's  
University of Technology Thonburi, Bangkok 10140

E-mail: [Taveewat\\_suparos@hotmail.com](mailto:Taveewat_suparos@hotmail.com)

#### บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อประเมินคุณภาพ หาประสิทธิภาพของบทเรียนและเพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนโดยใช้บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เมื่อสร้างบทเรียนเรียบร้อยแล้วมีการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญซึ่งจะเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญทางด้านสื่อและการนำเสนอจำนวน 3 ท่าน ด้านเนื้อหาได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.05 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดี ทางด้านสื่อและการนำเสนอได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.07 ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์ดี จากนั้นได้นำบทเรียนไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักศึกษาได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.25 จัดอยู่ในเกณฑ์ดี ซึ่งมีความสอดคล้องกับผู้เชี่ยวชาญทางด้านสื่อและการนำเสนอและได้นำบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อทำการหาประสิทธิภาพ ได้ผลคะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 81.29 และ 84.11 ตามลำดับ ประสิทธิภาพของบทเรียนได้ผลตามเกณฑ์ 80/80 สำหรับการทดสอบหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนซึ่งวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนด้วยสูตรทางสถิติ คือ การแจกแจง (t-test) ค่า t ที่คำนวณได้ 11.00 สูงกว่าค่าวิกฤติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (1.699) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าบทเรียนนี้ทำให้ผู้เรียนได้ความรู้จริงจากการใช้บทเรียน

**คำสำคัญ:** บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต, การอนุรักษ์พลังงาน, หม้อไอน้ำ, เตาเผา, ความร้อนทิ้ง

#### Abstract

The purposes of this project were to determine the efficiency and to identify the achievement of the students using online instruction on internet energy conservation in industrial plant. The evaluation of the project was done by three expertises of the area of study and three expertises of educational media. The results indicated that the significance of the subject metter's achieving an average value of 4.05 and educational media achieving an average value of 4.07 within the good rank. Furthermore, Online Instruction also obtained the opinion from students about contents. The results of evaluation indicated that the opinion's and content's achieving an average value is 4.25 within the good rank. After the program was done by all expertises, the program was tested with 30 senior students. The results of the mid-test and post-test were of 81.29% and 84.11%, respectively. Moreover, the learning achievement was analyzed by the statistical approach, called t-test. It was indicated that the t value, estimated between pre-test and post-test, was 11.00, which was higher than critical value (1.699) at 0.05 significant levels. Consequently, Online Instruction Package could be used as learning and teaching assistance.

**Keywords:** Online instruction on internet, Energy conservation, Boiler, Furnace, Waste Heat Recovery

## บทนำ

เนื่องจากการเรียนการสอนในปัจจุบันจะเน้นการเรียนการสอนแบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลางเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งสื่อการเรียนการสอนเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้ผู้เรียนได้ศึกษาด้วยตนเองอย่างมีคุณภาพ จึงทำให้มีการพัฒนานำเอาความรู้ทางด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อใช้ในการเรียนการสอน เป็นการพัฒนาระบบการสอนให้มีประสิทธิภาพที่สูงขึ้น และถือได้ว่าเป็นสื่อที่มีความแปลกใหม่และทันสมัย

ปัญหาส่วนใหญ่ที่พบในการเรียนการสอนวิชา Energy Conservation ก็คือผู้เรียนไม่สามารถทำความเข้าใจในเนื้อหาที่ผู้สอนสอนในคาบที่เรียนได้อย่างถ่องแท้ และในเวลาท่ผู้เรียนกลับไปทบทวนก็ไม่สามารถที่จะเรียนได้ด้วยตนเองได้อย่างเต็มที่ เนื่องจากผู้เรียนได้ทบทวนเนื้อหาตามตำราอย่างเดียว จึงได้มีการทำบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่องการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น และเป็นการช่วยให้การเรียนการสอนเป็นไปตามตามวัตถุประสงค์ทางการศึกษาที่ตั้งไว้

วัตถุประสงค์ในการจัดทำบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมคือ เพื่อหาคุณภาพ ประสิทธิภาพ ผลสัมฤทธิ์ของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่องการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมและความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียน

ส่วนในตัวของบทเรียนเองนั้นมีการแบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 หน่วยการเรียนรู้คือ

### หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องหม้อไอน้ำและระบบส่งจ่ายไอน้ำ

หม้อไอน้ำ และระบบส่งจ่ายไอน้ำ, แนวทางการลดการสูญเสียความร้อนทางปล่องไอเสีย, แนวทางการสูญเสียจากน้ำระบาย, แนวทางการนำคอนเดนเสทกลับมาใช้, แนวทางการลดการสูญเสียความร้อนผ่านพื้นผิว, แนวทางการจัดการการใช้ประสิทธิภาพอย่างมีประสิทธิภาพ

### หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เตาอุตสาหกรรม

เตาอุตสาหกรรม, แนวทางการลดการสูญเสียความร้อนจากปล่องไอเสีย, แนวทางการสูญเสียความร้อนผ่านพื้นผิว, แนวทางการลดการสูญเสียความร้อนจากช่องเปิดรูรั่วของเตา, แนวทางการสูญเสียความร้อนจากน้ำระบายความร้อน

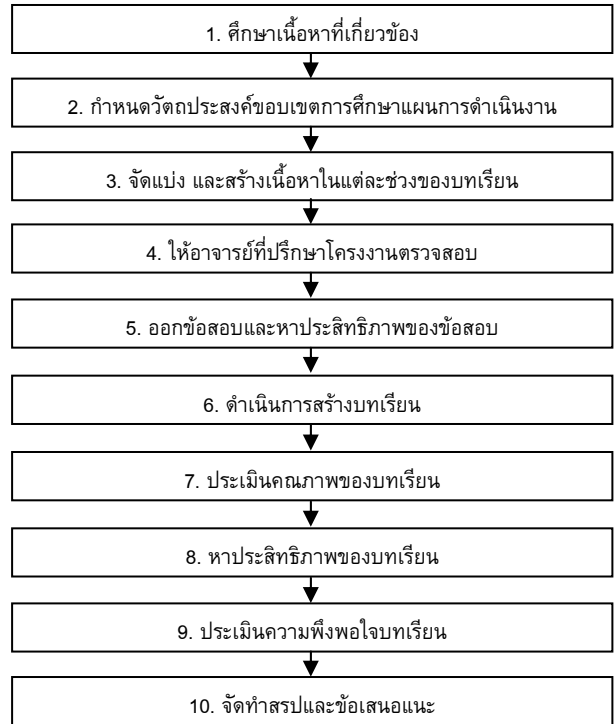
### หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การนำความร้อนเหลือทิ้งกลับมาใช้

ความร้อนเหลือทิ้งในระบบอุตสาหกรรม, แนวทางการนำความร้อนเหลือทิ้งกลับมาใช้

### หน่วยการเรียนรู้ที่ 4

การจัดการด้านพลังงานไฟฟ้า, ระบบส่งจ่ายไฟฟ้า, หม้อแปลงไฟฟ้า, ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง, มอเตอร์ไฟฟ้า, เครื่องอัดอากาศ, ระบบทำความเย็นและปรับอากาศ, ระบบการทำความร้อนโดยใช้ไฟฟ้า

ในการจัดทำบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม มีขั้นตอนการดำเนินงาน และสามารถนำมาเขียนเป็นแผนภูมิได้ดังนี้



รูปที่ 1 แสดงขั้นตอนการดำเนินงาน

ในการสร้างบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตหรือบทเรียนออนไลน์ทั่วไปที่นำมาช่วยในการเรียนการสอนนั้นได้มีการศึกษาและพัฒนารูปแบบของบทเรียนมาอย่างต่อเนื่อง และได้มีการศึกษาถึงคุณภาพ ประสิทธิภาพ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างๆ ดังนี้

เมธี สารรัตน์และวุฒิพันธ์ พานิชพงษ์ [1] ได้จัดทำบทเรียนออนไลน์ เรื่องเครื่องยนต์สันดาปภายใน 2 และนำชุดบทเรียนออนไลน์ไปประเมินจากผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อ 3 ท่าน ได้ค่าเฉลี่ยที่ 3.87 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดีและได้นำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง 30 คนเพื่อหาค่าประสิทธิภาพซึ่งได้ผลออกมามีคะแนนที่ 80.977/82.44 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 จึงสรุปได้ว่าชุดบทเรียนออนไลน์เรื่องเครื่องยนต์สันดาปภายใน 2 มีประสิทธิภาพ

ยุมมาคาน ปาทานและศักดิ์ดา สงเนียม [2] ได้สร้างบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การนำความร้อนแบบชั่วขณะ ขึ้นและได้ผลการประเมินด้านเนื้อหาที่มีค่าเฉลี่ยที่ 4.39 และด้านสื่อและการนำเสนอมีค่าเฉลี่ยที่ 4.53 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดีมากและนำไปหาประสิทธิภาพกับกลุ่มตัวอย่าง 30คน ซึ่งผลที่ได้คือ 80.25/82.5 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่องนี้มีคุณภาพและประสิทธิภาพนำไปใช้งานได้

สาโรจน์ หาญพนมและสิทธิกร ไทยใหญ่[3] ได้จัดทำบทเรียนออนไลน์เรื่อง ความเค้นเฉือนภาคตัดขวาง และได้ทำการประเมินคุณภาพทั้งทางด้านเนื้อหาและด้านสื่อจากผู้เชี่ยวชาญ ได้ค่าเฉลี่ยรวมที่ 4.54และ4.57ตามลำดับแล้วนำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง 30 คนเพื่อหาประสิทธิภาพและผลสัมฤทธิ์ทำให้ได้ประสิทธิภาพที่ 80.17/80.83 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 และมี

ธีรศักดิ์ สุขสงสนและธีรศักดิ์ นาคประดิษฐ์ [4] ได้สร้างบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การพาความร้อนแบบบังคับสำหรับการไหลภายนอก โดยมีการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาได้ค่าเฉลี่ยรวมที่ 4.5 และด้านสื่อและการนำเสนอได้ค่าเฉลี่ยที่ 4.56 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก และนำไปหาประสิทธิภาพและผลสัมฤทธิ์โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง 30 คน ได้ผลประสิทธิภาพที่ 80.08/82 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษามีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และได้ผลที่ได้จากวิเคราะห์แบบสอบถามเรื่องความพึงพอใจ จากกลุ่มตัวอย่างได้ค่าเฉลี่ย 4.52

### เครื่องมือและเทคนิคในการศึกษา

บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมนี้ ได้ใช้เครื่องมือและเทคนิคต่าง ๆ รวมทั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างโครงการ มีดังต่อไปนี้

1. บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมที่สร้างสำเร็จเรียบร้อยแล้ว เป็นเครื่องมือหลักในการศึกษาเพื่อหา ประสิทธิภาพ

2. แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา ด้านสื่อและการนำเสนอ และความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- แบบประเมินคุณภาพทางด้านเนื้อหาและด้านสื่อและการนำเสนอของ บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 2 ด้านประเมิน โดยทำการสร้างแบบประเมินในรูปแบบของลิเคิร์ต (Likert's rating scale)

- แบบสอบถามความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อบทเรียนบนเครือข่ายสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ทำการทดลอง โดยการสร้างแบบประเมินในรูปแบบของ ลิเคิร์ต (Likert's rating scale)

3. แบบทดสอบหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน โดยใช้เทคนิคการศึกษา คือให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน ต่อจากนั้นให้ผู้เรียนศึกษาจาก บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เมื่อศึกษาบทเรียนในแต่ละหน่วยการเรียนหลังจากเสร็จแล้วให้ทำแบบทดสอบหลังเรียนของแต่ละหน่วยการเรียน หลังจากนั้นจึงให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน จากนั้นก็นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดจากการทดลองมาคำนวณหาค่าทางสถิติ แล้วจึงนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ตามสมมติฐานของโครงการ เพื่อทำการสรุปผล

4. ประชากรคือ นักศึกษาภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล ชั้นปีที่ 4 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 80 คน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีที่ยังไม่ผ่านการเรียนวิชา Energy Conservation การอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม มาก่อน

5. กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล ชั้นปีที่ 4 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 30 คน คณะครุ

ศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย

6. กลุ่มผู้เกี่ยวข้อง คือ นักศึกษาภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล ชั้นปีที่ 4 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 20 คน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่ผ่านการเรียนวิชาพื้นฐานทางด้านหม้อต้มไอน้ำ เตาเผาอุตสาหกรรม และระบบไฟฟ้าเบื้องต้น มาก่อน

### สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

ดวงกมล ไตรวิจิตรคุณ [5] กล่าวว่า การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นการพิจารณาคุณภาพของข้อสอบเป็นรายข้อ และรายฉบับเพื่อตรวจสอบว่าข้อสอบมีข้อบกพร่องในเรื่องใดหรือไม่

ความยาก (Difficulty) หมายถึง ความสามารถของผู้สอบในการตอบข้อสอบแต่ละข้อได้ถูกต้อง

อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง ความสามารถในการจำแนกคนเก่งและคนไม่เก่ง หรือคนรู้และคนไม่รู้ออกจากกัน การวิเคราะห์ข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ

ลักษณะการวิเคราะห์ โดยแบ่งการวิเคราะห์เป็น 2 ลักษณะคือ

1. การวิเคราะห์รายข้อ เป็นการวิเคราะห์ ตัวเลือกที่ถูกในแต่ละข้อ โดยค่าที่ได้จะเป็นค่าคุณภาพประจำข้อของข้อสอบ สำหรับสูตรการคำนวณหาค่าความยากและอำนาจจำแนก มีดังนี้

$$P = \frac{H+L}{N} \quad (1)$$

$$R = \frac{H-L}{N/2} \quad (2)$$

เมื่อ P คือ ค่าความยาก

R คือ ค่าอำนาจจำแนก

H คือ จำนวนคนตอบถูกในกลุ่มสูง (กลุ่มเก่ง)

L คือ จำนวนคนตอบถูกในกลุ่มต่ำ (กลุ่มอ่อน)

N คือ จำนวนคนกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

จากเกณฑ์การพิจารณาคุณภาพ จะได้ว่า ข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ ใช้ได้ จะต้องมีความยาก (P) อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (R) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

2 การวิเคราะห์รายตัวเลือก เป็นการวิเคราะห์ ตัวเลือกที่ผิด (ตัวลวง) เพื่อดูว่าตัวเลือกแต่ละตัวมีประสิทธิภาพในการลวงหรือไม่ โดยดูจำนวนคนตอบในแต่ละตัวเลือก ตัวลวงที่ดีจะต้องมีคนตอบพบสมควร จึงจะถือว่าเป็นตัวลวงที่มีประสิทธิภาพ สำหรับสูตรในการคำนวณค่าความยากและอำนาจจำแนก มีดังนี้

ค่าความยาก (P) ใช้สูตรเหมือนวิเคราะห์ตัวเลือกที่ถูก

$$P = \frac{H+L}{N} \quad (3)$$

ค่าอำนาจจำแนก (R) ใช้สูตรดังนี้

$$R = \frac{H-L}{N/2} \quad (4)$$

จากเกณฑ์การพิจารณาคุณภาพ จะได้ว่า ตัวลวงที่มีประสิทธิภาพจะต้องมีค่าความยาก (P) มากกว่า 0 ( $P > 0$ ) และค่าอำนาจจำแนก (r) มากกว่า 0 ( $r > 0$ )

นงนุช ภัทรการ [6] กล่าวว่า การวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนมีหลักการโดยหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเมื่อทำการทดลองแล้วจะต้องนำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบทั้งก่อนเรียน และหลังเรียนมาทำการคำนวณเพื่อหาค่าต่างๆ โดยใช้สูตรสมการทางสถิติ ดังนี้

ก. การคำนวณค่ามัธยฐานเลขคณิตของผลต่างของคะแนนจะคำนวณได้จากสูตร

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} \quad (5)$$

เมื่อ  $\bar{X}$  = ค่าเฉลี่ยของคะแนน

$\sum X$  = ผลรวมของคะแนน

N = จำนวนนักศึกษาซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง

ข. สูตรการทดสอบนัยสำคัญการแจกแจง (t - test, Dependent)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}} \quad (6)$$

เมื่อ D = ผลต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน

N = จำนวนนักศึกษาของกลุ่มตัวอย่าง

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ให้ได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน วิธีการ คือ นำผลของการทดสอบระหว่างเรียนมาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ แล้วนำค่าที่ได้มาเทียบกับเกณฑ์สมมุติฐานที่ 80/80 ได้จากสูตรต่อไปนี้คือ

$$E_1 = \frac{\left[ \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{N} \right]}{A_t} \times 100 \quad (7)$$

$$E_2 = \frac{\left[ \frac{\sum_{i=1}^n B_i}{N} \right]}{B_t} \times 100 \quad (8)$$

เมื่อ  $E_1$  = ประสิทธิภาพของการทดสอบระหว่างเรียนคิดเป็นเปอร์เซ็นต์

$E_2$  = ประสิทธิภาพของการทดสอบหลังการเรียนคิดเป็นเปอร์เซ็นต์

$\sum_{i=1}^n A_i$  = คะแนนรวมจากแบบทดสอบระหว่างเรียน

$\sum_{i=1}^n B_i$  = คะแนนรวมจากแบบทดสอบหลังเรียน

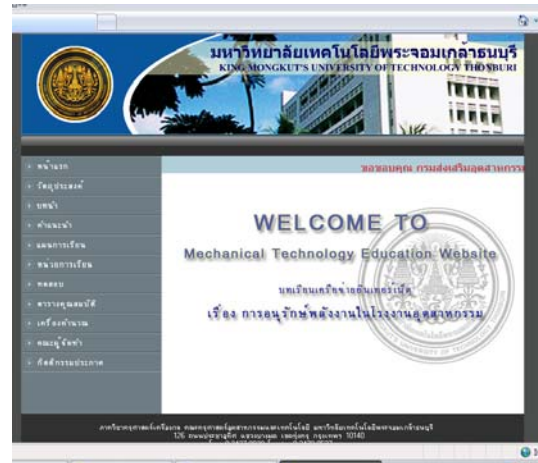
$A_t$  = คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน

$B_t$  = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

N = จำนวนนักเรียน

n = ช่วงของนักเรียนทั้งหมดที่ต้องคำนวณ

## บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่อง การอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม



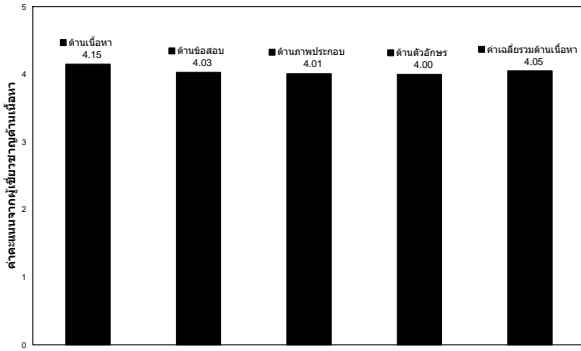
รูปที่ 2ก แสดงภาพหน้าบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต



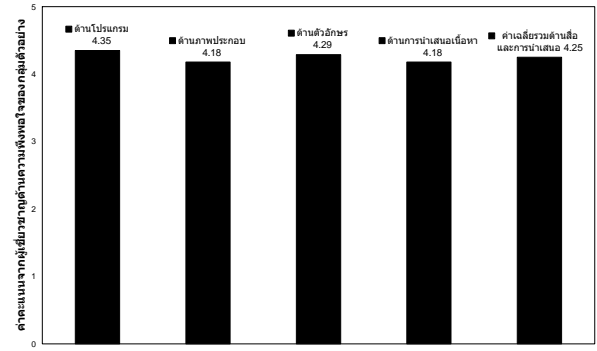
รูปที่ 2ข แสดงภาพหน้าบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

## ผลการศึกษา

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินคุณภาพ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน จากรูปที่ 3 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ได้ผลคือ ด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ย 4.15 ด้านข้อสอบมีค่าเฉลี่ย 4.03 ด้านภาพประกอบมีค่าเฉลี่ย 4.01 และด้านตัวอักษร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 ดังนั้น ในส่วนของผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดมีค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมด 4.05 เมื่อนำไปเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน สรุปได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ ดี

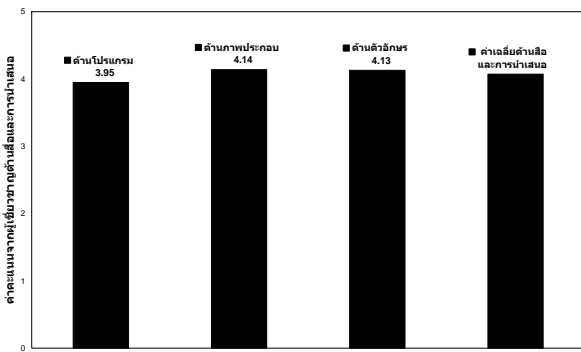


รูปที่ 3 แสดงผลการประเมินด้านเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน



รูปที่ 5 แสดงผลความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อและการนำเสนอ จำนวน 3 ท่านจากรูปที่ 4 ได้ผลคือ ด้านโปรแกรมมีค่าเฉลี่ย เมื่อนำไปเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน 3.95 ด้านภาพประกอบมีค่าเฉลี่ย 4.14 และด้านตัวอักษรมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.13 ดังนั้นในส่วนของและค่าเฉลี่ยรวมด้านสื่อและการนำเสนอ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.07 สามารถสรุปได้ว่าด้านสื่อและการนำเสนออยู่ในเกณฑ์ดี



รูปที่ 4 แสดงผลการประเมินด้านสื่อและการนำเสนอ

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจของ กลุ่มตัวอย่างที่ได้ศึกษาจากบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจำนวน 30 คนจากรูปที่ 5 ได้ผลคือ ด้านโปรแกรมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.35 ด้านภาพประกอบ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.18 ด้านตัวอักษรและสีของตัวอักษร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.29 และ ด้านการนำเสนอเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.18 เมื่อ ดังนั้นในส่วนของค่าเฉลี่ยรวมได้ 4.25 เมื่อนำไปเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน สรุปได้ว่าอยู่ในเกณฑ์ดี

4. ผลจากการคำนวณแบบทดสอบระหว่างเรียน ( $E_1$ ) คิดเป็นร้อยละ 81.29 และคะแนน แบบทดสอบหลังเรียน ( $E_2$ ) คิดเป็นร้อยละ 84.11 จากผลการคำนวณพบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ตามสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้

$$\text{จากสมการที่ (7) จะได้ } E_1 = \frac{\left(\frac{1951}{30}\right)}{80} \times 100 = 81.29$$

$$\text{จากสมการที่ (8) จะได้ } E_2 = \frac{\left(\frac{757}{30}\right)}{30} \times 100 = 84.11$$

5. จากตารางค่าวิกฤต t (t - distribution) ชั้นความอิสระที่ 29 (จาก 30-1 = 29) ได้ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 มีค่าเท่ากับ 1.699 เมื่อพิจารณาระดับนัยสำคัญจะเห็นว่าค่า t ที่คำนวณได้สูงกว่าค่าวิกฤตของ t ที่นัยสำคัญเท่ากับ 0.05 (11.0 > 1.699) จะเห็นได้ว่าผู้เรียนนั้นมีความรู้เพิ่มขึ้นหลังจากผ่านการเรียนจากบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม

$$\text{จากสมการที่ (6) จะได้ว่า } t = \frac{116}{\sqrt{\frac{(30 \times 556) - (116)^2}{30 - 1}}}$$

$$t = 11$$

### สรุปผลการศึกษา

1. ผลการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.05 เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานปรากฏว่าอยู่ในเกณฑ์ดี
2. ผลการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อและการนำเสนอจำนวน 3 ท่านมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.07 เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานปรากฏว่าอยู่ในเกณฑ์ดี
3. ผลการประเมินความพึงพอใจจากแบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.25เมื่อนำไปเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานแล้วอยู่ในเกณฑ์ดี

สรุปได้ภาพรวมของการประเมินคุณภาพบทเรียนบน  
เครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี 4. ผลของการหา  
ประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต แบบทดสอบ  
ระหว่างเรียนมีคะแนนคิดเป็นร้อยละ 81.29 และแบบทดสอบ  
หลังเรียนมีคะแนนคิดเป็นร้อยละ 84.11 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าบทเรียน  
บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับ  
สมมติฐานที่กำหนดไว้ คือ 80/80

5. ผลของการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน  
โดยมีค่าแจกแจงที (t – test) เท่ากับ มากกว่า ที่ระดับนัยสำคัญ  
0.05 ดังนั้นสามารถสรุปว่าบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง  
การอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม ที่สร้างขึ้นทำให้ผู้เรียน  
เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

### กิตติกรรมประกาศ

ในการสร้างบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่องการ  
อนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม นี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้  
ด้วยดีได้นั้นก็ด้วยความอนุเคราะห์และความช่วยเหลือในด้านต่างๆ  
จากบุคคลท่านต่างๆ ดังนี้

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัย  
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวง  
อุตสาหกรรม, สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, ศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่ง  
ประเทศไทย ที่ให้ความอนุเคราะห์ในด้านงบประมาณสนับสนุน  
การวิจัย

### สัญลักษณ์และอักษรย่อ

- P ดัชนีความง่ายของข้อสอบ  
R ดัชนีอำนาจจำแนกของข้อสอบ  
H จำนวนคนในกลุ่มคะแนนสูงที่ตอบ  
L จำนวนคนในกลุ่มคะแนนต่ำที่ตอบ  
N จำนวนคนทั้งหมด  
 $\bar{X}$  ค่าเฉลี่ยของคะแนน  
E<sub>1</sub> ประสิทธิภาพของการทดสอบระหว่างเรียน  
E<sub>2</sub> ประสิทธิภาพของการทดสอบหลังเรียน

### เอกสารอ้างอิง

- [1] เมธี สารรัตน์และวุฒิพันธ์ พานิชพงษ์, 2547, บทเรียน  
ออนไลน์ เรื่องเครื่องยนต์สันดาปภายใน 2, วิทยานิพนธ์  
ภาควิชา ครุศาสตร์เครื่องกลคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและ  
เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.  
[2] ยุมมาคาน ปาทานและศักดิ์ดา สงเนียม, 2547, บทเรียนบน  
เครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องการนำความร้อนแบบชั่วขณะ,  
วิทยานิพนธ์ภาควิชา ครุศาสตร์เครื่องกลคณะครุศาสตร์  
อุตสาหกรรมและเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอม  
เกล้าธนบุรี.

- [3] สาโรจน์ หาญพนมและสิทธิกร ไทยใหญ่, 2547, บทเรียน  
ออนไลน์เรื่อง ความเค้นเฉือนภาคตัดขวาง, วิทยานิพนธ์  
ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและ  
เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.  
[4] ชีรศักดิ์ สุขสงสนและชีรศักดิ์ นาคประดิษฐ์, 2547, บทเรียนบน  
เครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่องการพาความร้อนแบบบังคับสำหรับการ  
ไหลภายนอก , วิทยานิพนธ์ภาควิชา ครุศาสตร์เครื่องกล  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยีมหาวิทยาลัย  
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.  
[5] ดวงกมล ไตรวิจิตรคุณ, 2541, เอกสารประกอบการสอน  
วิชาการประเมินผลการเรียนการสอน, กรุงเทพมหานคร,  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
[6] นงนุช ภัทรารุณ, 2539, สถิติการศึกษา, กรุงเทพมหานคร,  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี