

การพัฒนาหุ่นจำลองแบบสามมิติเรื่องความตึงในสายสลิง The Development of Three Dimensions Model of Sling Tension

ประดิษฐ์ เลิศโพธาวัฒนา^{1*} และจักรพันธ์ โทสิทธิ์²

Pardit Laroatphotawatana^{1*} and Jakkaphan Thosit²

^{1,2}สาขาวิชาเทคนิคเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม จังหวัดนครปฐม 73000

^{1,2}Mechanical Engineering Department, Nakhonpathom Technical College,
Nakhonpathom 73000

Received : June 5, 2023 Revised : June 20, 2023 Accepted : June 21, 2023

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์การวิจัย 1) เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของหุ่นจำลองแบบสามมิติเรื่องความตึงในสายสลิง ใช้ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชากลศาสตร์วิศวกรรม ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาเทคนิคเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม 2) เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนก่อนและหลังเรียนโดยใช้หุ่นจำลองแบบสามมิติเรื่องความตึงในสายสลิง และ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง(ปวส.) ชั้นปีที่ 1 กลุ่ม 1,2 สาขาวิชาเทคนิคเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม ที่มีต่อหุ่นจำลองแบบสามมิติเรื่องความตึงในสายสลิงโดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง(ปวส.) ชั้นปีที่ 1 กลุ่ม 1,2 สาขาวิชาเทคนิคเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม ที่ลงทะเบียนเรียนวิชากลศาสตร์วิศวกรรมในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 30 คน โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Random Sampling) เครื่องมือในงานวิจัยประกอบด้วย หุ่นจำลองแบบสามมิติเรื่องความตึงในสายสลิงและสื่อประกอบการสอนเอกสารประกอบการสอน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แบบสอบถามความพึงพอใจ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบ ค่าที่ผลการวิจัยพบว่า 1) หุ่นจำลองแบบสามมิติเรื่องความตึงในสายสลิงและสื่อประกอบการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นพบว่ามี

*ประดิษฐ์ เลิศโพธาวัฒนา

E-mail : Pardid.at@hotmail.com

ประสิทธิภาพทางการเรียน E1/E2 เท่ากับ 78.80/74.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 70/70 2) ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนโดยการเปรียบเทียบความแตกต่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 3) ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อหุ่นจำลองแบบสามมิติเรื่องความตึงในสายสลิงอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ : หุ่นจำลองสามมิติ , ประสิทธิภาพ , ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน , ความพึงพอใจ

Abstract

The purposes of the study were to 1) develop and find the efficiency of three dimensions model of tension in sling using for engineering mechanics subject's activity of high vocational certificate students in mechanical technic at Nakhonpathom Technical College 2) compare the test results before and after studying by three dimensions model of tension in sling and 3) study the satisfaction of first-year students in high vocational certificate in group one and two , mechanical technic department at Nakhonpathom Technical

College towards three dimension model of tension in sling. The participants were 30 first - year students in high vocational certificate in group one and two ,mechanical technic department at Nakhonpathom Technical College who registered in engineering mechanics subject in the second semester of year 2565. The sampling method used in this study was purposive sampling method. The instruments used for gathering data were 1) three dimensions model of tension in sling 2) instructional media, and instructional documents 3) pre-test and post - test 4) the questionnaires. The data analyses used were percentage , mean , standard deviation and t - test dependent. The results of the study were as follows : 1) The efficiency of three dimensions model of tension in sling and the instructional materials E1/E2 were 78.80/74.67 that was higher than the predetermined 70/70. 2) The result of the post-test scores of the students was significantly higher than the pre-test scores at 0.05 3) The students' satisfaction towards three dimensions model of tension in sling was in high level.

Keywords : Three Dimensions Model , Efficiency , Learning Achievement , Satisfaction

1. บทนำ

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษามีจุดมุ่งหมายในการผลิตกำลังคนเพื่อป้อนเข้าสู่ตลาดแรงงาน ในระดับกึ่งฝีมือ (ประกาศนียบัตรวิชาชีพ, ปวช.) ระดับฝีมือ (ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง, ปวส.) และในระดับปริญญาตรีหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต (ทล.บ.) ดังนั้นการพัฒนาการเรียนการสอนจึงเป็นสิ่งสำคัญยิ่งในการเรียนรู้ของนักเรียนนักศึกษา โดยเฉพาะนักศึกษาในระดับปวส. ซึ่งเป็นระดับฝีมือที่ต้องการความรู้ทางด้านทฤษฎีสูงเพื่อช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา วิทยาลัยเทคนิคนครปฐมก็เป็นวิทยาลัยหนึ่งซึ่งสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาเปิดทำการสอน

ในระดับ ปวช. และปวส. ในหมวดช่างอุตสาหกรรมได้แก่ ช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างเชื่อมโลหะ ช่างไฟฟ้า ช่างอิเล็กทรอนิกส์ ช่างก่อสร้าง ช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม ช่างซ่อมบำรุง เทคนิคคอมพิวเตอร์ และเทคนิคอุตสาหกรรมจากการติดตามและสอบถามครูและนักศึกษาในเรื่องการเรียนการสอนพบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่ในระดับปวส. มักจะประสบปัญหาในการเรียนวิชาคำนวณต่าง ๆ โดยเฉพาะวิชาที่เป็นทฤษฎีการคำนวณทางช่างอุตสาหกรรม ดังนั้นผู้วิจัยซึ่งทำการสอนในแผนกวิชาช่างยนต์จึงได้ศึกษารายวิชาที่เป็นทฤษฎีในการคำนวณพบว่า วิชากลศาสตร์วิศวกรรมซึ่งเป็นวิชาพื้นฐานทางช่างอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นรายวิชาที่จัดให้มีการสอนในแผนกวิชาช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างเชื่อม ช่างเทคนิคอุตสาหกรรมและช่างก่อสร้างโดยนักศึกษาส่วนใหญ่มีผลการเรียนในวิชานี้ต่ำมากจากประสบการณ์สอนและการสอบถามครูผู้สอนและนักศึกษาแผนกสาขาวิชาต่าง ๆ พบว่านักศึกษส่วนใหญ่ไม่เข้าใจวิธีการแก้ปัญหาทางด้านโจทย์วิศวกรรม และครูผู้สอนไม่มีสื่อที่เป็นสามมิติ ทำให้ยากต่อการที่จะอธิบายวิธีการแก้ปัญหาให้นักศึกษาเข้าใจได้ ซึ่งวิชากลศาสตร์วิศวกรรมนี้เป็นวิชาที่มีความสำคัญมากต่อผู้เรียนทางด้านสาขาเครื่องกล เพราะเป็นพื้นฐานของการคำนวณและออกแบบโครงสร้างต่าง ๆ ดังนั้นหากผู้เรียนไม่เข้าใจในวิชาพื้นฐานนี้ ก็ไม่สามารถที่จะศึกษาในรายวิชาอื่น ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับวิชากลศาสตร์วิศวกรรมได้ ผู้วิจัยได้ติดตามเก็บข้อมูลผลการเรียนย้อนหลังไปอีก 2 ปี พบว่ามีผลการเรียนของนักศึกษาอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำเช่นกัน และจากการพูดคุยกับนักศึกษาที่เรียนวิชากลศาสตร์ในปีการศึกษา 2564 ที่ผ่านมาพบว่าสาเหตุที่นักศึกษาเรียนได้ระดับคะแนนต่ำหรือไม่ผ่านวิชานี้เพราะมองภาพจากสื่อสองมิติไม่ออกว่าแรงที่มากระทำกระทำในลักษณะใด และครูผู้สอนก็ไม่มีสื่อสามมิติที่คล้ายของจริงที่จะช่วยในการสอน

สรุปประเด็นของปัญหาที่คือนักศึกษาส่วนใหญ่ที่เรียนวิชากลศาสตร์จะเรียนไม่ผ่านวิชานี้หรือมีผลการเรียนค่อนข้างต่ำเนื่องจากสื่อที่ใช้สอนของครูไม่ทันสมัย ไม่มีสื่อสามมิติที่คล้ายของจริงช่วยในการสอน โดยเฉพาะในเรื่องของระบบแรงซึ่งเป็นพื้นฐานเบื้องต้น ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้วิชานี้ได้ยาก จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึง

พัฒนาหุ่นจำลองเรื่องความตึงในสายสลิงเพื่อใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอนวิชากลศาสตร์วิศวกรรมในเรื่องระบบแรงที่จะช่วยแก้ปัญหาโจทย์ทางด้านวิศวกรรมที่ทำให้ครูผู้สอนจัดการเรียนการสอนได้บรรลุตามวัตถุประสงค์

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของหุ่นจำลองแบบสามมิติเรื่องความตึงในสายสลิง ใช้ประกอบกิจกรรมการเรียนรายวิชากลศาสตร์วิศวกรรม ของนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขางานเทคนิคยานยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 70/70

2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนก่อนและหลังเรียน โดยใช้หุ่นจำลองแบบสามมิติเรื่องความตึงในสายสลิง

2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 กลุ่ม 1, 2 สาขางานเทคนิคยานยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม ที่มีต่อหุ่นจำลองแบบสามมิติเรื่องความตึงในสายสลิง

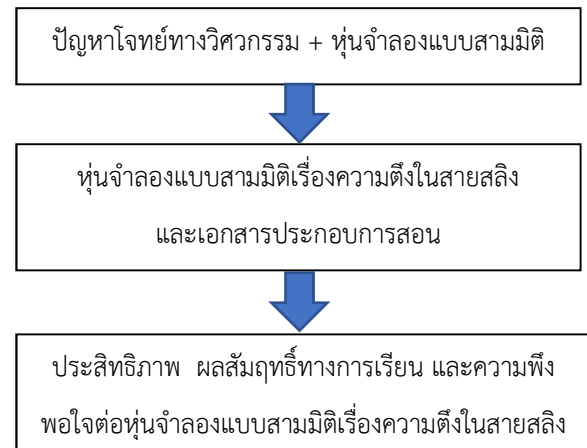
3. สมมติฐานของการวิจัย

3.1 หุ่นจำลองแบบสามมิติเรื่องความตึงในสายสลิง มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดที่ 70/70

3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชากลศาสตร์วิศวกรรม ของนักศึกษาที่เรียนรู้จากหุ่นจำลองแบบสามมิติเรื่องความตึงในสายสลิง และสื่อประกอบการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3.3 ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อหุ่นจำลองแบบสามมิติเรื่องความตึงในสายสลิง อยู่ในระดับมาก

4. กรอบแนวคิดการวิจัย



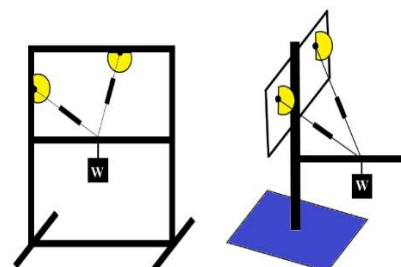
ภาพที่ 1 ภาพกรอบแนวคิดการวิจัย

5. วิธีการดำเนินการวิจัย

5.1 การสร้างและพัฒนานวัตกรรม

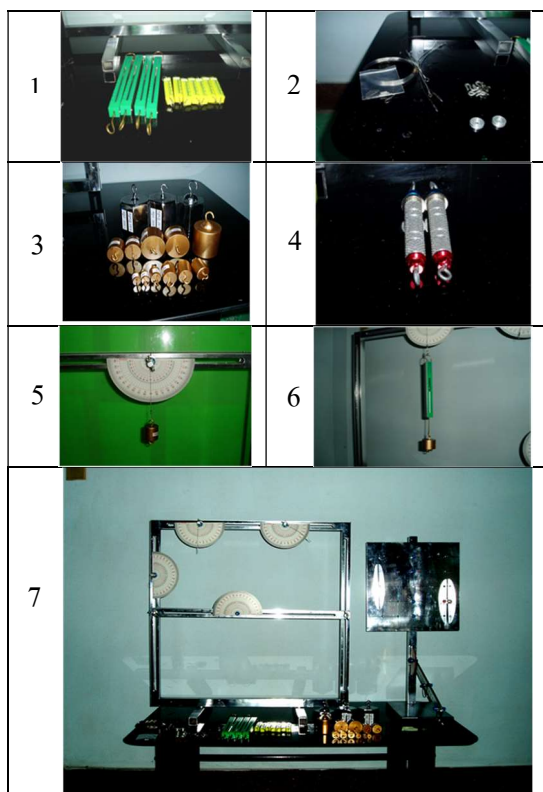
5.1.1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นจากการสอบถามครูผู้สอนวิชาวิชากลศาสตร์วิศวกรรมวิทยาลัยเทคนิคนครปฐม และสถานศึกษาอื่น ๆ ในอาชีวศึกษาจังหวัดนครปฐม โดยการสัมภาษณ์เพื่อหาแนวทางการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนรายวิชากลศาสตร์วิศวกรรมเรื่องความตึงในสายสลิง หนังสือวิชากลศาสตร์วิศวกรรม เอกสารการสร้างหุ่นจำลอง สื่อออนไลน์ และงานวิจัยที่

5.1.2 ออกแบบโครงสร้างหุ่นจำลองแบบสามมิติเรื่องความตึงในสายสลิง ให้เหมาะสมกับสภาพการแก้ปัญหาโจทย์ทางวิศวกรรม โดยทำเป็นหุ่นจำลองในการแก้ปัญหาเรื่องความตึงในสายสลิงทั้งแบบแรงแบบ 2 มิติ และ 3 มิติที่สามารถนำมาทดลองแก้ปัญหาโจทย์ทางวิศวกรรมได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แบบร่างหุ่นจำลองแบบสามมิติเรื่องความตึงในสายสลิง

5.1.3 จัดซื้ออุปกรณ์และจัดทำโครงสร้างตามแบบร่างหุ่นจำลอง จากขั้นตอนที่ 2 - 8 ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 3 ขั้นตอนการสร้างหุ่นจำลองแบบสามมิติ เรื่องความตึงในสายสลิง

นำหุ่นจำลองแบบสามมิติเรื่องความตึงในสายสลิง และแบบประเมินความสอดคล้องด้านโครงสร้างและ การใช้งาน และปรับปรุง จนมีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ค่า IOC ที่ได้เท่ากับ 0.92

5.1.4 สร้างเอกสารประกอบการเรียนการสอน ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องระบบแรงประกอบด้วย 1) ใบเนื้อหา 2) แบบฝึกหัดพร้อมเฉลย 3) ใบประกอบ เกี่ยวกับการแก้ปัญหาโจทย์ทางวิศวกรรมเรื่องความตึงในสายสลิง จำนวน 10 ข้อ พร้อมแบบเฉลย 4) แบบทดสอบ ก่อนเรียน – หลังเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 20 ข้อ 5) แผนการสอน นำเอกสาร ประกอบการสอนที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านประเมินความสอดคล้อง แล้วดำเนินการปรับปรุง จนมีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ค่า IOC ที่ได้เท่ากับ 0.94

5.1.5 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจแล้วนำแบบสอบถามไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ภาษาที่ใช้และการประเมินที่ถูกต้อง และนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง แล้วดำเนินการปรับปรุง จนมีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ค่า IOC ที่ได้เท่ากับ 0.98 ทดลองใช้เครื่องมือกับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับ ปวส. ชั้นปีที่ 2 กลุ่มที่ 1 สาขาวิชาเทคนิคเครื่องกล สาขางานเทคนิคยานยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม

5.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.2.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างอุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชากลศาสตร์วิศวกรรม รหัสวิชา 30100 - 0101 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 6 กลุ่ม

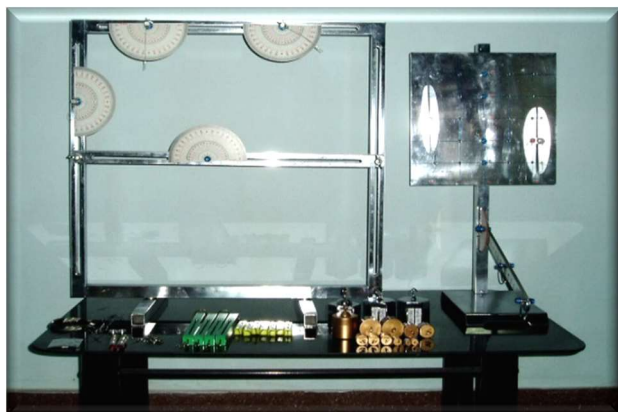
5.2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาเทคนิคเครื่องกล สาขางานเทคนิคยานยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา กลศาสตร์วิศวกรรม รหัสวิชา 30100 - 0101 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 กลุ่มที่ 1, 2 จำนวน 30 คน โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Random Sample)

5.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยเอกสารประกอบการสอน ใบประกอบ สไลด์ และหุ่นจำลองแบบสามมิติ เรื่องความตึงในสายสลิง แล้วดำเนินการตามแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียว ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยข้อสอบตามที่ออกแบบไว้ เพื่อนำไปใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่างที่กำหนด

6. ผลการวิจัย

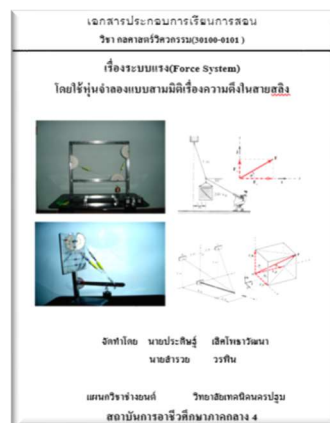
6.1 ผลการสร้าง

6.1.1 หุ่นจำลองแบบสามมิติเรื่องความตึงในสายสลิง ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 หุ่นจำลองแบบสามมิติเรื่องความตึงในสายสลิง

6.1.2 เอกสารประกอบการสอน จำนวน 62 หน้า
ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 เอกสารประกอบการสอน

6.2 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของหุ่นจำลองแบบสามมิติเรื่องความตึงในสายสลิง จากการทดลองมีผลดังแสดงในตารางที่ 1
ตารางที่ 1 การหาประสิทธิภาพทางการเรียน

รายการ	N	ΣX	คะแนนเฉลี่ย	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ยร้อยละ
คะแนนแบบฝึกหัดรวมกับคะแนนใบงาน (E_1)	30	740	24.67	30	78.89
คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (E_2)	30	446	14.87	20	74.33

จากตารางที่ 1 การหาประสิทธิภาพทางการเรียนจากการทดลองหาประสิทธิภาพกลุ่มตัวอย่าง และวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า มีประสิทธิภาพทางการเรียน E_1/E_2 เท่ากับ 78.89/74.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 70/70 จึงสรุปได้ว่า หุ่นจำลองแบบสามมิติเรื่องความตึงในสายสลิงและเอกสารประกอบการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 ที่ตั้งไว้

6.3 การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลการเรียนก่อนและหลังเรียนโดยใช้หุ่นจำลองแบบสามมิติเรื่องความตึงในสายสลิง

ผลการประเมินหลังการใช้หุ่นจำลองแบบสามมิติเรื่องความตึงในสายสลิง และเอกสารประกอบการสอนจากการเรียนรู้อีกก่อนและหลังเรียนสำหรับนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 กลุ่ม 1, 2 สาขางานเทคนิคยานยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม จำนวน 30 คนและได้นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์ข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

การทดสอบ	N	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ	df	t- Stat	t - Critical	Sig
ก่อนเรียน	30	10.60	1.85	35.33	29	23.54	1.70	0.00**
หลังเรียน	30	21.40	2.91	71.33				

จากตารางที่ 2 โดยภาพรวมพบว่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้เรื่องระบบแรง สอนโดยการใช้หุ่นจำลองแบบสามมิติเรื่องความตึงในสายสลึงและเอกสารประกอบการสอน ผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน มีค่าดังนี้ df เท่ากับ 29 ค่า t -test จากการคำนวณ เท่ากับ 23.54 ส่วนค่า t -test ที่ได้จากตารางเท่ากับ 1.70 ถือว่า Sig ที่ 0.00** จากค่าดังกล่าว t -test จากการคำนวณมากกว่าค่า t -test จากตารางซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อ 2 โดยผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

6.4 การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการใช้หุ่นจำลองแบบสามมิติเรื่องความตึงในสายสลึง ผลการสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 กลุ่ม 1, 2 สาขางานเทคนิคยานยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม จำนวน 30 คน หลังเรียนรู้โดยใช้หุ่นจำลองแบบสามมิติเรื่องความตึงในสายสลึงและเอกสารประกอบการสอน วิเคราะห์โดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าร้อยละ รายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อหุ่นจำลองแบบสามมิติเรื่องความตึงในสายสลึง

ที่	ข้อคำถาม	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ	แปลผล
1.	มีการลำดับเนื้อหาจากง่ายไปยากซึ่งส่งเสริมต่อการเรียนรู้	4.40	0.62	88.00	มาก
2.	เนื้อหาใช้ถ้อยคำที่อ่านแล้วเข้าใจง่าย	4.53	0.68	90.67	มากที่สุด
3.	ภาพประกอบมีความชัดเจนเหมาะสมต่อการเรียนรู้	4.43	0.50	88.67	มาก
4.	คู่มือการใช้งานมีความชัดเจนเข้าใจง่าย	4.47	0.82	89.33	มาก
5.	สะดวกและง่ายต่อการใช้งาน	4.33	0.80	86.67	มาก
6.	แสดงให้เห็นผลของคำตอบได้อย่างถูกต้อง	4.77	0.43	95.33	มากที่สุด
7.	การเรียนรู้ด้วยหุ่นจำลองแบบสามมิติเรื่องความตึงในสายสลึงนี้ช่วยให้เกิดการใช้สมองในการคิด วิเคราะห์ และแก้ปัญหา	4.27	0.64	85.33	มาก
8.	การเรียนรู้ในหน่วยนี้ก่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน	4.00	0.79	80.00	มาก
9.	ความรู้ที่ได้รับจากการเรียนรู้หุ่นจำลองแบบสามมิติเรื่องความตึงในสายสลึงนี้สามารถนำไปแก้ปัญหาโจทย์ทางวิศวกรรมอื่น ๆ ได้	4.13	0.90	82.67	มาก
10.	มีความสนุกและสร้างแนวคิดในการหาคำตอบต่อการเรียนรู้ด้วยหุ่นจำลองแบบสามมิติเรื่องความตึงในสายสลึง	4.73	0.45	94.67	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม		4.41	0.66	88.13	มาก

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตารางที่ 3 พบว่า จากการตอบแบบสอบถามแสดงความพึงพอใจของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 กลุ่มที่ 1, 2 สาขาวิชาเทคนิคเครื่องกล สาขางานเทคนิคยานยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม จำนวน 30 คน ที่มีต่อหุ่นจำลองแบบสามมิติเรื่องความตึงในสายสลึง โดยภาพรวมพบว่าอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.41 ,S.D. =

0.66) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3 ที่ตั้งไว้ เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจหัวข้อแสดงให้เห็นผลของคำตอบได้อย่างถูกต้องเป็นอันดับหนึ่ง อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.77 ,S.D. = 0.43) ลำดับที่สอง คือ มีความสนุกและสร้างแนวคิดในการหาคำตอบต่อการเรียนรู้ด้วยหุ่นจำลองแบบสามมิติเรื่องความตึงในสายสลึงมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.73 ,

S.D. = 0.45) ลำดับที่สาม คือ เนื้อหาใช้ถ้อยคำที่อ่านแล้วเข้าใจง่าย อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.53 , S.D. = 0.68) ตามลำดับ

นักศึกษาได้ให้ข้อเสนอแนะดังนี้ 1) อยากให้ทำหุ่นจำลองแบบสามมิติในรายวิชาการศาสตร์วิศวกรรมในหน่วยต่อ ๆ ไป 2) เพิ่มตัวอย่างในการแก้ปัญหาโจทย์ทางวิศวกรรมให้มากขึ้น

7. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

7.1 สรุปผลการวิจัย

7.1.1 หุ่นจำลองแบบสามมิติเรื่องความตึงในสายสลิง และสื่อประกอบการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นพบว่า มีประสิทธิภาพทางการเรียน E_1/E_2 เท่ากับ 78.89/74.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 70/70

7.1.2 ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนโดยการเปรียบเทียบความแตกต่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

7.1.3 ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อหุ่นจำลองแบบสามมิติเรื่องความตึงในสายสลิง อยู่ในระดับมาก

7.2 ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัย

7.2.1 จากผลการวิจัยและการสังเกต การใช้หุ่นจำลองแบบสามมิติเรื่องความตึงในสายสลิง และสื่อประกอบการสอนในระยะแรกนักศึกษาต้องการที่จะฝึกทดลองเพื่อหาคำตอบ โดยไม่อ่านคู่มือหรือลำดับขั้นตอนในการทดลอง ทำให้การหาคำตอบจากหุ่นจำลองมีความคลาดเคลื่อน ดังนั้นครูผู้สอนควรเน้นให้นักศึกษาอ่านลำดับขั้นตอนการทดลอง ให้เข้าใจก่อนการใช้หุ่นจำลองเพื่อหาคำตอบและเมื่อมีข้อสงสัยให้ซักถามครูผู้สอนและครูผู้สอนควรตรวจสอบหุ่นจำลองให้พร้อมใช้งานก่อนให้นักศึกษาทำการทดลอง จะทำให้นักศึกษาได้คำตอบที่ถูกต้องยิ่งขึ้น

7.2.2 จากผลการวิจัยและการสังเกตพบว่า นักศึกษาให้ความสนใจกับหุ่นจำลองแบบสามมิติเรื่องความตึงในสายสลิง และสื่อประกอบการสอนเพราะ

สามารถใช้แก้ปัญหาเกี่ยวกับโจทย์ทางวิศวกรรมได้จริง แสดงคำตอบที่ถูกต้อง และเกิดความคิดในการแก้ปัญหาโจทย์ทางวิศวกรรมอื่น ๆ และยังมีการประเมินผลหลังจากการทดลองทำให้นักศึกษาทราบผลความก้าวหน้าทางการเรียนของตนเอง ซึ่งส่งผลต่อการพัฒนาการเรียนรู้ ดังนั้นครูผู้สอนควรจัดหรือสร้างหุ่นจำลองที่จะช่วยในการแก้ปัญหาโจทย์ทางวิศวกรรมในลักษณะอื่น ๆ ที่จะช่วยให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหาโจทย์ทางวิศวกรรมได้ดีขึ้น

8. อภิปรายผลการวิจัย

8.1 หุ่นจำลองแบบสามมิติเรื่องความตึงในสายสลิง และสื่อประกอบการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับ 78.89/74.33 หมายความว่านักศึกษาได้คะแนนเฉลี่ยโดยรวมจากการทำแบบฝึกหัดและฝึกทักษะเรื่องระบบแรง โดยใช้หุ่นจำลองแบบสามมิติเรื่องความตึงในสายสลิง คิดเป็นร้อยละ 78.89 และได้คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 74.33 แสดงว่าหุ่นจำลองแบบสามมิติเรื่องความตึงในสายสลิงมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 70/70 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัยสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนรายวิชาการศาสตร์วิศวกรรม รหัสวิชา 30100 - 0101 ได้ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้อันเนื่องมาจากหุ่นจำลองแบบสามมิติเรื่องความตึงในสายสลิงและสื่อประกอบการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นได้ผ่านกระบวนการขั้นตอนในการจัดทำอย่างถูกต้อง โดยมีข้อมูลจากการศึกษาตำราวิชาการศาสตร์วิศวกรรม ประสบการณ์ผู้วิจัยและมีครูผู้สอนเป็นที่ปรึกษา ตลอดจนผู้เชี่ยวชาญที่ช่วยให้การตรวจสอบแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขจนเสร็จสมบูรณ์ ซึ่งได้มีการนำเสนอทั้งการเรียนการสอนในลักษณะสื่อหลาย ๆ อย่างผสมผสานกันทั้งใบความรู้ ใบประกอบ แบบฝึกหัด ผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับผลการวิจัยของได้วิจัยการพัฒนาชุดฝึกทักษะ เรื่องการใช้มัลติมีเตอร์ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยการอาชีพพยุหะคีรี จำนวน 20 คน ซึ่งมีประสิทธิภาพทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 75/75

8.2 ความก้าวหน้าทางการเรียน จากการทดสอบ วัดผลก่อนเรียนไม่มีนักศึกษาสอบผ่านโดยมีคะแนนเฉลี่ย ร้อยละ 35.33 แต่จากการเรียนด้วยหุ่นจำลองแบบ สามมิติเรื่องความตึงในสายสลิง และสื่อประกอบการสอน ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นและทดสอบด้วยข้อสอบหลังเรียน นักศึกษาทุกคนสอบผ่านที่ระดับคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 71.33 ดังนั้นแสดงว่าหุ่นจำลองแบบสามมิติเรื่องความตึงในสายสลิง และสื่อประกอบการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ส่งผลทำให้คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 การที่ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้เพราะ ผู้วิจัยได้นำหลักทฤษฎีการจัดการเรียนรู้ของ จอห์น ดิวอี้ (John Dewey) “Learning by Doing” หรือ “การเรียนรู้โดยการปฏิบัติจริง” หมายถึงผู้เรียนได้กระทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเองผ่านการปฏิบัติจริง คือผู้เรียนนั้นคือหลังจากเรียนทฤษฎีจนเกิดความรู้ ความเข้าใจแล้วลงมือปฏิบัติจริงจากชุดฝึกทำให้เกิดทักษะ แนวคิดในการทำและการแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยตนเองจนเกิดเป็นความรู้ ความเข้าใจอย่างแท้จริง ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัย การพัฒนาสื่อผสมเพื่อสนับสนุนการสอนรายวิชา กลศาสตร์วิศวกรรม 2 : ระยะที่ 1 ที่ว่าการใช้สื่อผสมช่วยให้นักศึกษาเข้าใจในการทำแบบฝึกหัดมากขึ้น (ปิยวัชร พุ่มมาก , สนธิโชติ รัตนวงษ์ , และ สันหิวัชญ์ น้อยพินิจ , 2554)

8.3 ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อหุ่นจำลองแบบสามมิติเรื่องความตึงในสายสลิง โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากมีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.41$, S.D. = 0.66) เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่ารายการที่มีความพึงพอใจระดับมากที่สุดมี 3 รายการ ได้แก่ (1) แสดงให้เห็นผลของคำตอบได้อย่างถูกต้อง (2) มีความสนุกและสร้างแนวคิดในการหาคำตอบต่อการเรียนด้วยหุ่นจำลองแบบสามมิติเรื่องความตึงในสายสลิง (3) เนื้อหาใช้ถ้อยคำที่อ่านแล้วเข้าใจง่ายจากแบบสอบถามเกี่ยวกับแสดงให้เห็นว่านักศึกษาในช่วงวัยนี้ต้องการคือการแสวงหาคำตอบที่ถูกต้องเรียนด้วยความสนุกและสร้างแนวคิดใหม่ ๆ ในการหาคำตอบ ซึ่งส่งผลต่อความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาจากเอกสารแนวคิดสนุกกับการเรียนในศตวรรษที่ 21 ของ

พิริยาภรณ์ เลขธรรกร (2556 , น.161) ได้ให้ความหมายของ “ผู้เรียนสนุกกับการเรียน” คือแรงดันดาลใจและการเรียนโดยลงมือทำ

9. ข้อเสนอแนะ

9.1 จากผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้หุ่นจำลองแบบสามมิติเรื่องความตึงในสายสลิง และสื่อประกอบการสอนสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรชั้นสูง ชั้นปีที่1 สาขาวิชาเทคนิคเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคนครปฐม ทำให้นักศึกษาสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองตามศักยภาพ ทำให้ผลการเรียนรู้ของนักศึกษาสูงขึ้น ดังนั้นวิทยาลัยควรสนับสนุนงบประมาณและส่งเสริมให้ครูสร้างหุ่นจำลองให้เพิ่มมากขึ้น เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้

9.2 ในการพัฒนาหุ่นจำลองแบบสามมิติในครั้งต่อไป ควรจัดทำหุ่นจำลองเกี่ยวกับเรื่องของโมเมนต์จุดศูนย์ถ่วงและแรงกระจาย เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ด้านวิศวกรรมสำหรับผู้เรียนได้ดียิ่งขึ้น

10. เอกสารอ้างอิง

- ปิยวัชร พุ่มมาก , สนธิโชติ รัตนวงษ์ , และ สันหิวัชญ์ น้อยพินิจ. (2554). การพัฒนาสื่อผสมเพื่อสนับสนุนการสอนรายวิชา กลศาสตร์วิศวกรรม 2 : ระยะที่ 1. ปริญญาโท ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยนครสวรรค์.
- พิริยาภรณ์ เลขธรรกร. (2556 , กรกฎาคม - กันยายน) สนุกกับการเรียนในศตวรรษที่ 21. วารสารศึกษาศาสตร์ , 17 , (3) , น. 161-163.