

การพัฒนาสื่อการสอนสำหรับงานทดสอบแรงดึง  
ในรายวิชาปฏิบัติการสำหรับวิศวกรเครื่องกล 1  
และรายวิชาปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล



เสนอเป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยเพื่อการพัฒนางานประจำ  
ประจำปีงบประมาณ 2564  
กรกฎาคม 2564  
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพะเยา



การพัฒนาสื่อการสอนสำหรับงานทดสอบแรงดึง  
ในรายวิชาปฏิบัติการสำหรับวิศวกรเครื่องกล 1  
และรายวิชาปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล



เสนอเป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยเพื่อการพัฒนางานประจำ  
ประจำปีงบประมาณ 2564  
กรกฎาคม 2564  
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพะเยา

อาจารย์ที่ปรึกษาได้พิจารณาผลการศึกษางานวิจัยเพื่อการพิจารณางานประจำ เรื่อง  
“การพัฒนาสื่อการสอนสำหรับงานทดสอบแรงดึงในรายวิชาปฏิบัติการสำหรับวิศวกรเครื่องกล 1  
และรายวิชาปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล” ฉบับนี้เป็นที่เรียบร้อยแล้วและเห็นสมควรรับเป็น  
ส่วนหนึ่งของงานวิจัยเพื่อการพัฒนางานประจำของมหาวิทยาลัยพะเยา



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อติศร ประสิทธิ์ศักดิ์)

อาจารย์ที่ปรึกษา



## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากเงินอุดหนุนการทำวิจัย เพื่อการพัฒนางานประจำ (Routine to Research : R2R) โดยใช้งบประมาณปี 2564 ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณ คณะผู้บริหาร มหาวิทยาลัยพะเยา เป็นอย่างสูงต่อการสนับสนุนการทำวิจัยเรื่องการพัฒนาสื่อการสอนสำหรับงานทดสอบแรงดึง ในรายวิชาปฏิบัติการสำหรับวิศวกรรมเครื่องกล 1 และรายวิชาปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล

ขอขอบพระคุณคณะผู้บริหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ คณาจารย์ และเพื่อนร่วมงานทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็น และช่วยเหลือในด้านต่างๆเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อติศร ประสิทธิ์ศักดิ์ ที่ให้ความรู้ และคำแนะนำ ตรวจสอบแก้ไขและข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง จนทำให้การวิจัยครั้งนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดาและครอบครัวของคณะผู้วิจัยทุกท่านที่คอยเป็นกำลังใจและให้ความสนับสนุนในทุกๆ ด้านแก่ผู้วิจัยเสมอมา คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากการวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศให้แต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะเป็นประโยชน์ต่อมหาวิทยาลัยพะเยา

คณะ อินตะ

กรกฎาคม 2564

**ชื่อโครงการ** การพัฒนาสื่อการสอนสำหรับงานทดสอบแรงดึง ในรายวิชาปฏิบัติการ  
สำหรับวิศวกรรมเครื่องกล 1 และรายวิชาปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล  
Developing the Instructional Media for Tensile Test in Course of Laboratory  
for Mechanical Engineers 1 and Mechanical Engineering Laboratory

**หัวหน้าโครงการ**

ชื่อ-นามสกุล นายคณศ อินโต๊ะ  
หน่วยงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา  
ที่อยู่ 19 ม.2 ต.แม่กา อ.เมือง จ.พะเยา 56000  
โทรศัพท์/โทรสาร 054-466-666 ต่อ 3346  
E-mail address khante\_l@hotmail.com

**ผู้ร่วมวิจัย**

ชื่อ-นามสกุล นายศุภชัย เงินชุ่ม  
หน่วยงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา  
ชื่อ-นามสกุล นายอนุพงษ์ วงศ์ชัย  
หน่วยงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา



## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นพัฒนาสื่อการสอนสำหรับการทดสอบแรงดึงในรายวิชาปฏิบัติการของสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล การวิจัยเริ่มจากการประเมินความต้องการสื่อการสอนการทำปฏิบัติการของนิสิตที่เรียนรายวิชาปฏิบัติการโดยการให้นิสิตกลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถาม แล้วจึงสร้างสื่อการสอนสำหรับใช้ในการเรียนการสอนปฏิบัติการทดสอบแรงดึงโดยได้สร้างสื่อการสอนในรูปแบบไฟล์อิเล็กทรอนิกส์ จากนั้นได้ให้นิสิตศึกษาการทำปฏิบัติการจากสื่อที่สร้างขึ้นก่อนทำปฏิบัติการจริงแล้วจึงให้นิสิตประเมินความพึงพอใจต่อสื่อการสอนและประเมินผลการเรียนรู้จากสื่อการสอนด้วยการตอบแบบสอบถาม

จากการดำเนินงานวิจัยพบว่าการประเมินความต้องการสื่อการสอนมีคะแนนเฉลี่ย 4.04 คิดเป็นความต้องการสื่อการสอนในระดับมาก เมื่อผู้วิจัยได้สร้างสื่อการสอนแล้วนำไปใช้ในการเรียนการสอนในรายวิชาปฏิบัติการสำหรับวิศวกรรมเครื่องกล 1 และรายวิชาปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล เมื่อนิสิตได้เรียนผ่านสื่อการสอนและตอบแบบสอบถามพบว่านิสิตมีความพึงพอใจต่อสื่อการสอนและมีผลการเรียนรู้จากสื่อการสอนในระดับมาก โดยมีคะแนนเฉลี่ยเป็น 4.19 และ 3.93 ตามลำดับ แต่พบว่าต้องปรับปรุงให้สื่อการสอนมีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น

## Abstract

This research is the development of instructional media of tensile testing in laboratory course of mechanical engineering. The research was beginning with an evaluation of operation instructional media demand for experimental subject by a questionnaire. Then, the researcher had created an instructional media of tensile testing. The media was an electronic format. After that the media was used for self-study before actual testing. Finally, the media user had evaluated a media satisfaction and a knowledgement from media.

The research conducting found that the operation instructional media demand has an average point of 4.04. It means that the instruction media was high demand level. Then, the create media was used in course of laboratory for mechanical engineers I and mechanical engineering laboratory. Then, the media was used by student and the questionnaire was performed. The questionnaire answer found that the media user has a media satisfaction and a knowledgement from media in high level with an average point of 4.19 and 3.93, respectively. Some answer shows that the researcher must improve the instruction media for more attractiveness.

## สารบัญ

	หน้า
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
1.3 ขอบเขตการวิจัย	2
1.4 ระเบียบวิธีวิจัย	2
1.5 นิยามศัพท์	3
1.6 ประโยชน์ที่ได้รับ	4
<b>บทที่ 2 การทดสอบแรงดึงและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>	5
2.1 การทดสอบแรงดึง	5
2.1.1 ความสำคัญของการทดสอบแรงดึง	5
2.1.2 วัตถุประสงค์การทดสอบ	9
2.1.3 การเตรียมตัวอย่างการทดสอบ	9
2.1.4 เครื่องทดสอบ	10
2.1.5 วิธีการทดสอบ	11
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	12
<b>บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย</b>	15
3.1 ศึกษาความต้องการสื่อการสอนของนิสิต	15
3.1.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	15
3.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	15
3.1.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลคำตอบจากแบบสอบถาม	20
3.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูล	20
3.2 การจัดทำสื่อการสอน	20
3.3 ประเมินความพึงพอใจต่อสื่อการสอนและผลการเรียนรู้จากสื่อการสอน	20
3.3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	21
3.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	21

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
<b>บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย (ต่อ)</b>	
3.3.2.1 แบบประเมินความพึงพอใจ	21
3.3.2.2 แบบประเมินผลการเรียนรู้	24
3.3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลคำตอบจากแบบสอบถาม	28
3.3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล	28
<b>บทที่ 4 ผลการวิจัย</b>	29
4.1 ผลการศึกษาความต้องการสื่อการสอนของนิสิต	29
4.2 ผลการจัดทำสื่อการสอน	33
4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อสื่อการสอนและผลการเรียนรู้จากสื่อการสอน	40
<b>บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย</b>	45
5.1 สรุปผลการศึกษาความต้องการสื่อการสอนของนิสิต	45
5.2 สรุปผลการจัดทำสื่อการสอน	45
5.3 สรุปผลการประเมินความพึงพอใจต่อสื่อการสอนและผลการเรียนรู้จากสื่อการสอน	45
5.3.1 สรุปผลการประเมินความพึงพอใจต่อสื่อการสอน	46
5.3.2 สรุปผลการประเมินผลการเรียนรู้จากสื่อการสอน	46
<b>บรรณานุกรม</b>	47
<b>ภาคผนวก</b>	48
ภาคผนวก ก. ผลการตอบแบบสอบถามประเมินความต้องการสื่อการสอน	49
ภาคผนวก ข. ผลการตอบแบบสอบถามประเมินความพึงพอใจต่อสื่อการสอน	53
ภาคผนวก ค. ผลการตอบแบบสอบถามประเมินผลการเรียนรู้จากสื่อการสอน	57
<b>ประวัติผู้ดำเนินงาน</b>	61

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 2.1 ขนาดของกลุ่มตัวอย่างของเครื่องซีและมอร์แกน	14
ตาราง 4.1 จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม	29
ตาราง 4.2 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตาม ชั้นปี เพศ และสาขาวิชา	30
ตาราง 4.3 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามระดับผลการศึกษา	30
ตาราง 4.4 ผลการตอบแบบสอบถามประเมินความต้องการสื่อการสอนการทำปฏิบัติการ	31
ตาราง 4.5 จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม	40
ตาราง 4.6 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตาม ชั้นปี เพศ และสาขาวิชา	41
ตาราง 4.7 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามระดับผลการศึกษา	41
ตาราง 4.8 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามอุปกรณ์ที่ใช้ในคู่มือการสอน	42
ตาราง 4.9 ผลการตอบแบบสอบถามการประเมินความพึงพอใจในการพัฒนาสื่อการสอน สำหรับปฏิบัติการทดสอบแรงดึง	42
ตาราง 4.10 ผลการตอบแบบสอบถามการประเมินผลการเรียนรู้ในการพัฒนาสื่อการสอน สำหรับปฏิบัติการทดสอบแรงดึง	44

## สารบัญรูป

	หน้า
รูป 2.1 กราฟความเค้น-ความเครียด	6
รูป 2.2 การหาค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นด้วยวิธี Secant	7
รูป 2.3 การหาจุดครากด้วยวิธี Offset yield	7
รูป 2.4 ตัวอย่างการเตรียมชิ้นงานทดสอบแรงดึง	9
รูป 2.5 เครื่องทดสอบแรงดึงและอุปกรณ์ประกอบ	10
รูป 2.6 จอแสดงส่วนควบคุมและผลการทดสอบ	10
รูป 3.1 ตัวอย่างแบบสอบถามประเมินความต้องการสื่อการสอนการทำปฏิบัติการ	17
รูป 3.2 แบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจต่อสื่อการสอน	22
รูป 3.3 แบบสอบถามเพื่อประเมินผลการเรียนรู้จากสื่อการสอน	25
รูป 4.1 ไฟล์สื่อการสอนการทดสอบแรงดึง	33
รูป 4.2 ตัวอย่างวิดีโอทัศน์แนะนำการทดสอบแรงดึง	33
รูป 4.3 ตัวอย่างวิดีโอทัศน์บรรยายปฏิบัติการและอธิบายเครื่องทดสอบ	34
รูป 4.4 ตัวอย่างชิ้นงานทดสอบแรงดึง	34
รูป 4.5 ตัวอย่างวิดีโอทัศน์อธิบายการอ่านเวอร์เนียร์	35
รูป 4.6 การใช้เวอร์เนียร์วัดความหนาชิ้นงานทดสอบเหล็ก จำนวน 3 ตำแหน่ง	35
รูป 4.7 การใช้เวอร์เนียร์วัดความกว้างชิ้นงานทดสอบเหล็ก จำนวน 3 ตำแหน่ง	35
รูป 4.8 การวัดความยาวเริ่มต้นของชิ้นงานทดสอบเหล็กเมื่อติดตั้งเข้ากับเครื่องทดสอบ	36
รูป 4.9 การอ่านค่าความยาวเริ่มต้นของชิ้นงานทดสอบเหล็ก	36
รูป 4.10 ตัวอย่างวิดีโอทัศน์แสดงการทดสอบดึงชิ้นงานทดสอบเหล็ก	32
รูป 4.11 ภาพความเสียหายจากการทดสอบของชิ้นงานทดสอบเหล็ก	32
รูป 4.12 การใช้เวอร์เนียร์วัดความหนาชิ้นงานทดสอบอะลูมิเนียม จำนวน 3 ตำแหน่ง	37
รูป 4.13 การใช้เวอร์เนียร์วัดความกว้างชิ้นงานทดสอบอะลูมิเนียม จำนวน 3 ตำแหน่ง	38
รูป 4.14 การวัดความยาวเริ่มต้นของชิ้นงานทดสอบอะลูมิเนียมเมื่อติดตั้งเข้ากับเครื่องทดสอบ	38

## สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูป 4.15 การอ่านค่าความยาวเริ่มต้นของชิ้นงานทดสอบอะลูมิเนียม	38
รูป 4.16 ตัวอย่างวิธีทัศน์แสดงการทดสอบดึงชิ้นงานทดสอบอะลูมิเนียม	39
รูป 4.17 ภาพความเสียหายจากการทดสอบของชิ้นงานทดสอบอะลูมิเนียม	39



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

วิชาปฏิบัติการสำหรับวิศวกรเครื่องกล 1 และรายวิชาปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล เป็นวิชาที่สอนเกี่ยวกับการออกแบบการทดลองปฏิบัติการ การใช้เครื่องมือ การเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การแปรผลข้อมูล การจัดทำรายงานผลการทดลองปฏิบัติการ สำหรับปฏิบัติการทดลองทางเทอร์โมไดนามิกส์ กลศาสตร์ของไหล และกลศาสตร์ของแข็ง 1 โดยมีการสอนทั้งทฤษฎีที่เกี่ยวกับเครื่องมือต่างๆ และปฏิบัติการทดลอง โดยนิสิตจะต้องฟังการบรรยายด้านทฤษฎีจากอาจารย์ผู้สอนและฟังการบรรยายอธิบายขั้นตอนการปฏิบัติการทดลองจากครูปฏิบัติการที่เป็นผู้สอนโดยต้องทำการปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนการทำงานให้ถูกต้อง

ปัญหาที่พบในการสอนรายวิชาคือนิสิตที่ไม่เข้าใจกระบวนการปฏิบัติการทดลองอย่างชัดเจนจากการอธิบายการทำงานของผู้สอนเพียงครั้งเดียวได้ เนื่องจากนิสิตไม่เคยใช้ครุภัณฑ์สำหรับการทดลองคือเครื่องทดสอบเอนกประสงค์ (Universal Testing Machine, UTM) มาก่อนจึงพบว่าการทำปฏิบัติการนิสิตได้ใช้เครื่องทดสอบผิดพลาดทำให้ต้องทำต้องเริ่มทำการทดสอบใหม่รวมถึงอาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อเครื่องทดสอบได้ ผู้สอนจึงมีแนวคิดในการนำระบบการจัดการการเรียนรู้ (Learning Management System : LMS) มาประยุกต์ใช้สำหรับการสอนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสอนและการปฏิบัติงานของนิสิตให้มากขึ้นโดยมุ่งเน้นในวิธีการปฏิบัติงานที่ถูกต้องของการทดสอบแรงดึงผ่านสื่อการสอนออนไลน์ในช่องทางการสื่อสารยุคใหม่ ให้แก่นิสิตหรือผู้สนใจในการใช้เครื่องมือของงานทดสอบแรงดึงให้ถูกต้องตามหลักวิศวกรรมมากยิ่งขึ้น

### 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความต้องการสื่อการสอนของนิสิตในรายวิชาปฏิบัติการสำหรับวิศวกรเครื่องกล 1 และรายวิชาปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล สำหรับงานทดสอบแรงดึง
2. เพื่อจัดทำสื่อการสอนให้ตรงตามความต้องการของนิสิตในรายวิชาปฏิบัติการสำหรับวิศวกรเครื่องกล 1 และรายวิชาปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล สำหรับงานทดสอบแรงดึง
3. เพื่อประเมินสื่อการสอนในรายวิชาปฏิบัติการสำหรับวิศวกรเครื่องกล 1 และรายวิชาปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล สำหรับงานทดสอบแรงดึง

### 1.3 ขอบเขตการวิจัย

1. งานวิจัยนี้จะกำหนดเนื้อหาการสนทนสำหรับงานทดสอบแรงดึงตามหลักวิศวกรรมที่ใช้สอนสำหรับนิสิตผู้เรียนรายวิชาปฏิบัติการสำหรับวิศวกรเครื่องกล 1 และรายวิชาปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา

2. การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ดังนี้

2.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นิสิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 100 คน

2.2 กลุ่มตัวอย่างการวิจัยครั้งนี้กลุ่มตัวอย่างคือ นิสิตวิศวกรรมศาสตร์ ได้มาโดยวิธีสุ่มแบบเจาะจงจำนวน 65 คน

3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ตัวแปรอิสระ การจัดการสารสนเทศสำหรับงานทดสอบแรงดึงตามหลักวิศวกรรม

3.2 ตัวแปรตาม ประกอบด้วย

1. ความต้องการสื่อการสอนรายวิชาปฏิบัติการสำหรับวิศวกรเครื่องกล 1 และรายวิชาปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล สำหรับงานทดสอบแรงดึง

2. ผลการประเมินการจัดทำสื่อการสอนรายวิชาปฏิบัติการสำหรับวิศวกรเครื่องกล 1 และรายวิชาปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล สำหรับงานทดสอบแรงดึง

### 1.4 ระเบียบวิธีวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย คือ นิสิตผู้เรียนรายวิชาปฏิบัติการสำหรับวิศวกรเครื่องกล 1 และรายวิชาปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา

2. วิธีการวิจัย มีขั้นตอนดังนี้

2.1 ทำการประเมินความต้องการสื่อการสอนด้วยการใช้แบบสอบถามของนิสิตในรายวิชาปฏิบัติการสำหรับวิศวกรเครื่องกล 1 และรายวิชาปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล สำหรับงานทดสอบแรงดึง และสอบถามความต้องการในรายละเอียดของสื่อการสอน

2.2 ศึกษาระบบการเรียนรู้ (Learning Management System : LMS) ที่เหมาะสมต่อการสอนงานทดสอบแรงดึง

2.3 รวบรวมข้อมูล ทฤษฎีงานทดสอบแรงดึงตามหลักวิศวกรรมที่สอดคล้องกับรายวิชาปฏิบัติการสำหรับวิศวกรเครื่องกล 1 และรายวิชาปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา

2.4 สร้างสื่อการสอนออนไลน์ในรูปแบบวีดิทัศน์ (VDO) สำหรับการเรียนรู้ที่เหมาะสมต่อการสอนงานทดสอบแรงดึง โดยมีขั้นตอนการย่อยประกอบด้วย

- ขั้นตอนที่ 1 วางโครงสร้างเนื้อหาของวีดิทัศน์
- ขั้นตอนที่ 2 เตรียมบทอธิบายเพื่อให้ประหยัดเวลาและให้ได้ความชัดเจนกับเนื้อหา

- ขั้นตอนที่ 3 ดำเนินการบันทึกวีดิทัศน์

- ขั้นตอนที่ 4 ตัดต่อวีดิทัศน์ให้มีเนื้อหากระชับ ชัดเจน และมีคุณภาพเสียงที่ดี

2.5 นำวีดิทัศน์ที่ได้ไปใช้ในการเรียนการสอนในรายวิชาปฏิบัติการสำหรับวิศวกรเครื่องกล 1 และรายวิชาปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล

2.6 ทำการประเมินความพึงพอใจของนิสิตต่อการใช้สื่อการสอนออนไลน์ในรูปแบบวีดิทัศน์ในการเรียนการสอนในรายวิชาปฏิบัติการสำหรับวิศวกรเครื่องกล 1 และรายวิชาปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล สำหรับงานทดสอบแรงดึง

2.7 ทำการประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบสอบถาม และนำข้อเสนอแนะที่ได้จากนิสิตไปปรับปรุงสื่อการสอนออนไลน์ให้เหมาะสมต่อการเรียนการสอนมากยิ่งขึ้น

3. การประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูล (วิธีการเก็บและบันทึกข้อมูล และสถิติที่ใช้)

3.1 ทดลองใช้งานระบบการเรียนรู้ (Learning Management System: LMS) ที่เหมาะสมต่อการสอนงานทดสอบแรงดึง โดยนิสิตผู้เรียน

3.2 ปรับปรุงสื่อการสอนในระบบการเรียนรู้ (Learning Management System: LMS) ที่เหมาะสมต่อการสอนงานทดสอบแรงดึงให้มีประสิทธิภาพต่อการสอนมากยิ่งขึ้น

## 1.5 นิยามศัพท์

1. การทดสอบแรงดึง (Tensile test) หมายถึง วิธีการทดสอบหาความสามารถในการรับแรงดึงของวัสดุ โดยการใช้แรงดึง (Tensile force) ดึงชิ้นงานทดสอบให้ยืดออกอย่างช้าๆ และเพิ่มแรงดึงมากขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งวัสดุทดสอบขาดออกจากกัน แรงที่ใช้ดึงและระยะยืดของชิ้นงานทดสอบจะถูกบันทึกแล้วนำมาเปลี่ยนเป็นความเค้น (Stress) และความเครียด (Strain) แล้วนำมาสร้างเป็นกราฟเรียกว่า กราฟความเค้น ความเครียด (Stress-strain curve) เพื่อนำไปหาคุณสมบัติทางกลของวัสดุ เช่น ความเค้นคลาก ความเค้นสูงสุด และค่านิจความยืดหยุ่น

**2. ระบบการเรียนรู้ (Learning Management System : LMS)** หมายถึง ระบบจัดการการเรียนการสอนออนไลน์ผ่านเครือข่าย อินเทอร์เน็ต ที่มีเครื่องมือที่สำคัญสำหรับผู้สอน ผู้เรียน และผู้ดูแลระบบ ได้แก่ ระบบจัดการรายวิชา ระบบจัดการ ข้อมูลบทเรียน ระบบจัดการ การสร้างเนื้อหาวิชา ระบบจัดการเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ระบบจัดการข้อมูลผู้เรียน ระบบ เครื่องมือช่วยจัดการสื่อสารและปฏิสัมพันธ์และจัดกระบวนการเรียนรู้ ได้แก่ การสื่อสาร Chat, E-mail, Web board รวมไปถึงการเก็บสำรองข้อมูล และการรายงานผล เป็นต้น

**3. สื่อการสอน (Instruction Media)** หมายถึง วัสดุ อุปกรณ์ หรือวิธีการใดๆ ก็ตาม ที่เป็นตัวกลางหรือพาหะในการถ่ายทอดความรู้ ทักษะ ทักษะและประสบการณ์ไปสู่ผู้เรียน สื่อการสอนแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติพิเศษและมี คุณค่าในตัวของมันเองในการเก็บและแสดง ความหมายที่เหมาะสมกับเนื้อหาและเทคนิควิธีการใช้อย่างมีระบบ

#### 1.6 ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้สื่อการสอนของนิสิตในรายวิชาปฏิบัติการสำหรับวิศวกรเครื่องกล 1 และรายวิชา ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล สำหรับงานทดสอบแรงดึง
2. ได้แนวทางจัดทำสื่อการสอนให้ตรงตามความต้องการของนิสิตในรายวิชาปฏิบัติการ สำหรับวิศวกรเครื่องกล 1 และรายวิชาปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล สำหรับงานทดสอบแรงดึง
3. ทำให้นิสิตผู้เรียนมีความเข้าใจในรายวิชาปฏิบัติการสำหรับวิศวกรเครื่องกล 1 และ รายวิชาปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล ในงานทดสอบแรงดึงมากยิ่งขึ้น

## บทที่ 2

### การทดสอบแรงดึงและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 การทดสอบแรงดึง

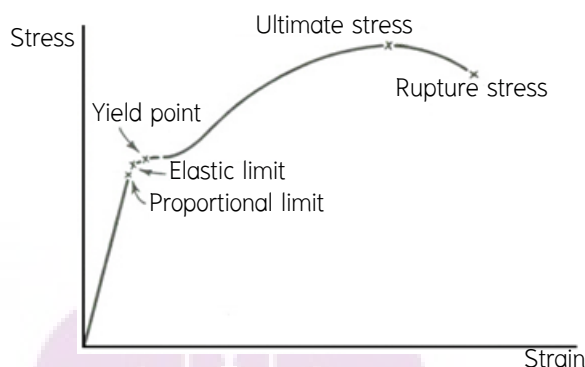
ในงานวิจัยนี้จะได้ทำการสร้างสื่อการสอนสำหรับการทำปฏิบัติการทดสอบแรงดึง ดังนั้นในหัวข้อนี้จะได้กล่าวถึงพื้นฐานของการทดสอบแรงดึง เครื่องมือที่ใช้และขั้นตอนในการทดสอบแรงดึง โดยมีรายละเอียดเป็นดังนี้

##### 2.1.1 ความสำคัญของการทดสอบแรงดึง

ในการออกแบบโครงสร้าง เครื่องจักรกล หรืออุปกรณ์ที่ใช้งานทางด้านวิศวกรรมโดยเฉพาะงานที่ต้องรับภาระที่กระทำต่อชิ้นส่วนเหล่านั้น ข้อมูลสำคัญที่จำเป็นต้องใช้ในการออกแบบคือ คุณสมบัติทางกลของวัสดุนั้นๆ คุณสมบัติทางกลจะทำให้ทราบถึงความสามารถด้านการรับแรงหรือความแข็งแรง (Strength) และความสามารถในการเสียรูป (Elongation) ของวัสดุว่ามีมากหรือน้อยเพียงใดก่อนที่จะเกิดความเสียหาย ข้อมูลของคุณสมบัติทางกลจึงมีความสำคัญต่อการออกแบบชิ้นส่วนรับแรงเป็นอย่างมาก เช่น การออกแบบคานของโครงสร้างอาคาร การออกแบบถังรับความดัน หรือการพิจารณาการขยายตัวของเพลาลูกเบี้ยวที่รับแรงกด เป็นต้น

ในการทดสอบเพื่อหาค่าคุณสมบัติทางกลนั้นจะนิยมหาจากการทดสอบแรงดึง (Tensile testing) ซึ่งเป็นการทดสอบพื้นฐานทางวิศวกรรมในการประเมินความแข็งแรงของวัสดุซึ่งอาจเป็นโลหะ โลหะผสม เส้นใย ยาง หรือวัสดุอื่นๆ แต่ในที่นี้จะหมายถึงการทดสอบดึงโลหะเพียงประเภทเดียว การทดสอบแรงดึงที่เป็นพื้นฐานคือการทดสอบดึงในทิศทางเดียว (Uniaxial tensile test) นั่นคือชิ้นงานทดสอบ (Specimen) จะถูกดึงตามแนวความยาวของชิ้นงานทิศทางเดียวเท่านั้น การทดสอบแรงดึงในทิศทางเดียวนี้จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานการทดสอบต่างๆ เช่น ASTM E8, ISO 6892 หรือ JIS Z2241 แต่ในที่นี้จะอ้างอิงจาก ASTM E8, Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials ในการทดสอบนั้นวัสดุที่สนใจอาจมีลักษณะเป็นแผ่น (Sheet) แท่งกลม (Round) แท่งสี่เหลี่ยม (Rectangular) หรือแท่งของส่วนผนังโค้ง (Cylinder wall section) จะถูกเตรียมให้มีรูปร่างที่ตามข้อกำหนดมาตรฐานการทดสอบ จากนั้นชิ้นงานทดสอบจะถูกนำไปดึงด้วยเครื่องทดสอบเอนกประสงค์ (Universal testing machine, UTM) จนขาดออกจากกัน ข้อมูลจากเครื่องทดสอบจะเป็นคู่ลำดับของแรงดึงและระยะยืด จากนั้นข้อมูลจากการทดสอบจะถูกนำไปสร้างเป็นกราฟของความเค้น-ความเครียด ดังรูป 2.1 คุณสมบัติทางกลที่สำคัญจะถูกวิเคราะห์จากกราฟความเค้น-ความเครียดนี้ ซึ่งประกอบด้วย

1. โมดูลัสความยืดหยุ่น (Modulus of elasticity หรือ Young's modulus)
2. ความเค้นที่จุดคราก (Yield stress หรือ Yield strength)
3. ความเค้นสูงสุด (Ultimate stress หรือ Ultimate strength)
4. เปอร์เซ็นต์การยืดตัว (Percent elongation)

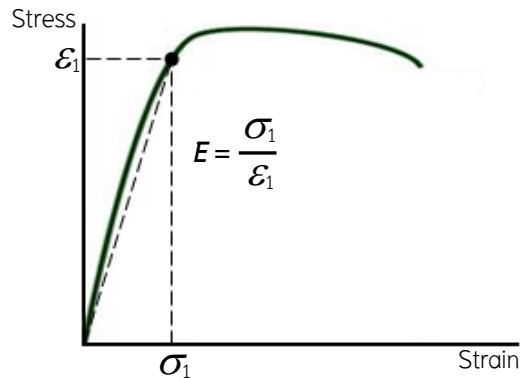


รูป 2.1 กราฟความเค้น-ความเครียด

### 1. โมดูลัสความยืดหยุ่น (Modulus of elasticity, $E$ )

โมดูลัสความยืดหยุ่น ( $E$ ) เป็นค่าความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุในช่วงยืดหยุ่น (Elasticity) โดยพบเมื่อวัสดุได้รับแรงกระทำแล้วเกิดการยืดตัว ความสัมพันธ์ระหว่างแรงและการยืดตัวในช่วงแรก (ช่วงยืดหยุ่น) จะมีลักษณะเป็นเส้นตรง ดังนั้นในกราฟความเค้นและความเครียดจึงหาค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นได้จากความชันของกราฟในช่วงที่เป็นเส้นตรงซึ่งช่วงยืดหยุ่นนี้ สำหรับช่วงยืดหยุ่นของโลหะจะมีค่าน้อยกว่า 0.5% ของความเครียด ซึ่งวัสดุที่มีค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นมากจะต้องใช้แรงมากในการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง ส่วนวัสดุที่มีค่าน้อยกว่าจะใช้แรงน้อยกว่า เช่น เหล็กกล้ามีค่าโมดูลัสความยืดหยุ่น เท่ากับ 207 GPa ( $30 \times 10^6$  psi) ในขณะที่อลูมิเนียมมีค่าต่ำกว่าประมาณ 69–76 GPa ( $10-11 \times 10^6$  psi)

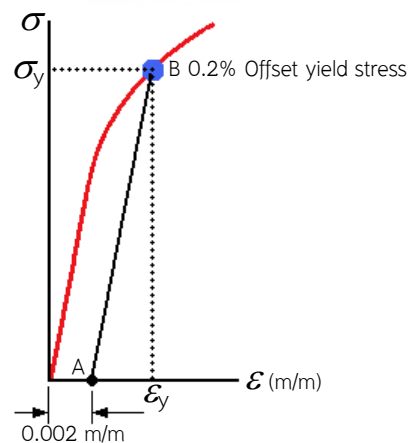
การหาค่าของโมดูลัสความยืดหยุ่นจะหาได้จากอัตราส่วนของความเค้น ( $\sigma$ ) และความเครียด ( $\epsilon$ ) ที่จุดเริ่มต้นจนถึงจุดจำกัดสัดส่วน (Proportional limit) แต่ในการทดสอบบางครั้งอาจพบว่ากราฟในช่วงยืดหยุ่นไม่ได้เป็นเชิงเส้นอย่างชัดเจน การหาค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นอาจจะใช้วิธี Secant คือ กำหนดจุดหนึ่งบนเส้นกราฟให้เป็นจุดปลายจากนั้นจึงหาอัตราส่วนความเค้นและความเครียดจากจุดเริ่มต้นถึงจุดปลายที่กำหนดขึ้นนี้ ดังแสดงในรูป 2.2



รูป 2.2 การหาค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นด้วยวิธี Secant

## 2. ความเค้นคราก (Yield stress หรือ Yield strength, $\sigma_y$ )

จุดคราก (Yield point) คือ จุดที่วัสดุเริ่มยืดออกอย่างรวดเร็วโดยใช้แรงไม่มากนักหรืออาจใช้แรงลดลงเพราะการทดสอบเป็นแบบดึงด้วยความเร็วคงที่ (ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงและระยะยืดไม่เป็นเชิงเส้น) ที่จุดนี้จะถือว่าเป็นจุดเปลี่ยนคุณสมบัติของวัสดุจากแบบยืดหยุ่นไปเป็นแบบพลาสติก เมื่อผ่านจุดนี้ไปแล้ววัสดุจะมีการเปลี่ยนรูปร่างอย่างถาวร การวิเคราะห์หาจุดครากอาจทำได้ค่อนข้างยากเพราะการเปลี่ยนแปลงของเส้นกราฟมีลักษณะที่เป็นเส้นโค้งอย่างต่อเนื่องหรือวัสดุบางประเภทก็มีจุดครากไม่ชัดเจน เช่นอลูมิเนียมหรือทองแดง วิธีที่นิยมใช้ในการกำหนดจุดครากคือวิธี Offset yield โดยกำหนดจุดที่ความเครียดเป็น 0.2% (0.002 m/m) จากนั้นลากเส้นตรงขนานกราฟในช่วงยืดหยุ่นไปตัดกราฟส่วนที่โค้งไปด้ายขวา จุดที่กราฟถูกตัดนั้นจะกำหนดให้เป็นจุดคราก วิธี Offset yield เป็นดังแสดงในรูป 2.3 ความเค้นที่จุดนี้จึงเรียกว่า ความเค้นคราก ความเค้นครากนี้มีความสำคัญต่อการออกแบบเพราะเป็นตัวบอกกว่าถึงความแข็งแรงสูงสุดที่วัสดุสามารถใช้งานได้โดยไม่เกิดความเสียหาย



รูป 2.3 การหาจุดครากด้วยวิธี Offset yield

### 3. ความเค้นสูงสุด (Ultimate stress หรือ Ultimate strength, $\sigma_u$ )

ความเค้นสูงสุดเป็นความเค้นที่จุดสูงสุดของกราฟความเค้นและความเครียด ที่จุดนี้วัสดุจะรับแรงสูงสุดและจะเริ่มแตกหรือเกิดรอยคอดหลังจากจุดนี้ไปวัสดุจะรับแรงได้ลดลงทำให้เส้นกราฟมีลักษณะเป็นโค้งคว่ำ เมื่อวัสดุถูกแรงดึงกระทำต่อเนื่องไปเรื่อยๆ รอยแตกหรือรอยคอดนั้นจะขยายตัวจนวัสดุขาดออกจากกัน การนำค่าความเค้นสูงสุดมาใช้งานนั้นต้องพิจารณาถึงการเสียรูปด้วยเพราะวัสดุที่มีความเหนียวจะเสียรูปเป็นอย่างมากก่อนจะถึงจุดของความเค้นสูงสุดหรือเริ่มมีรอยแตก ส่วนวัสดุเปราะนั้นจะมีการเสียรูปได้เล็กน้อยก็จะเริ่มมีรอยแตกเกิดขึ้น ดังนั้นการออกแบบเครื่องมือหรือเครื่องจักรกลอาจใช้ความเค้นสูงสุดในการออกแบบได้แต่สำหรับงานด้านโครงสร้างที่ต้องการความปลอดภัยแล้วจะไม่นำความเค้นสูงสุดมาใช้ออกแบบ

### 4. เปอร์เซนต์การยืดตัว (Percent elongation, %EI)

เปอร์เซนต์การยืดตัวเป็นการบอกถึงความเหนียว (Ductility) ของวัสดุ โดยที่ความเหนียวคือความสามารถในการเสียรูปของวัสดุตั้งแต่เริ่มการทดสอบจนชิ้นงานทดสอบขาดออกจากกัน โดยจะบอกในรูปของร้อยละเทียบกับความยาวเริ่มต้นก่อนการทดสอบ ความเหนียวนี้จะบอกถึงความสามารถในการขึ้นรูปของวัสดุ หากเป็นวัสดุที่มีความเหนียวมาก (%EI สูง) จะสามารถนำไปรีด ตี หรือกดขึ้นรูปได้ดีโดยที่ไม่มีรอยแตกบนชิ้นงาน หากมีวัสดุความเหนียวน้อย (วัสดุเปราะมีค่า %EI ต่ำ) เมื่อนำไปเข้าสู่กระบวนการขึ้นรูปอาจทำไม่ได้หรือชิ้นงานมีรอยปริแตกเกิดขึ้น การหาค่าเปอร์เซนต์การยืดตัวจะหาได้จากสมการ 2.1 ดังแสดง

$$\%EI = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100 \quad (2.1)$$

เมื่อ %EI คือ เปอร์เซนต์การยืดตัว

$L_1$  คือ ความยาวเกจ (Gage length) ขณะชิ้นงานทดสอบขาดออกจากกัน

$L_0$  คือ ความยาวเกจเริ่มต้นของชิ้นงานทดสอบ

สำหรับข้อมูลอื่นๆ ที่สามารถหาได้จากกราฟความเค้นและความเครียด ประกอบด้วย

**ขีดจำกัดสัดส่วน (Proportional limit, PL)** เป็นจุดสุดท้ายที่ความสามารถในการรับแรงและความสามารถในการยืดตัวของวัสดุจะมีความสัมพันธ์เป็นแบบเชิงเส้น พฤติกรรมของวัสดุก่อนถึงขีดจำกัดสัดส่วนนี้คือเมื่อได้รับแรงดึงวัสดุจะยืดตัวออกเมื่อปลดแรงดึงออกไปวัสดุจะหดกลับมา มีความยาวเท่ากับตอนเริ่มต้น

**ขีดจำกัดความยืดหยุ่น (Elastic limit, EL)** เป็นจุดสุดท้ายที่วัสดุจะมีการเสียรูปแบบยืดหยุ่น คือเมื่อมีแรงกระทำต่อวัสดุจนวัสดุยืดออกอย่างต่อเนื่องจนผ่านจุดของขีดจำกัดความยืดหยุ่นไปแล้วเมื่อปลดแรงตึงนั้นออกไปวัสดุจะไม่สามารถหดกลับไปที่ความยาวเท่ากับตอนเริ่มต้น นั่นคือวัสดุได้เกิดการเสียรูปอย่างถาวร (Plastic deformation) แล้ว

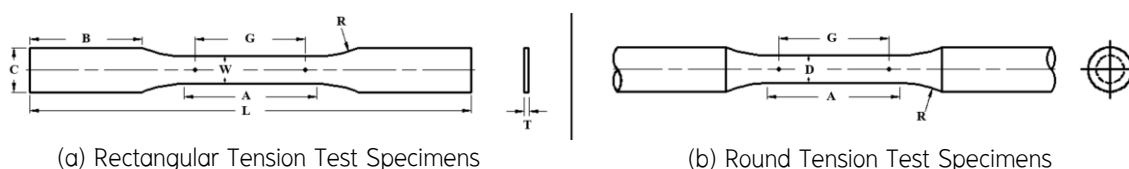
**ความแข็งแรงประลัย (Rupture strength)** เป็นความสามารถในการรับแรงจุดสุดท้ายก่อนวัสดุจะขาดออกจากกัน จากกราฟความเค้นและความเครียดจะพบว่าหากวิเคราะห์ความเค้นด้วยพื้นที่หน้าตัดในการรับแรงของชิ้นงานทดสอบคงที่ความแข็งแรงประลัยจะมีค่าลดลงเพราะในช่วงสุดท้ายนี้แรงที่ใช้ในการดึงชิ้นงานจะลดลง แต่หากพิจารณาจากความเป็นจริงคือพื้นที่หน้าตัดในการรับแรงจะลดลงเพราะวัสดุเริ่มขาดออกจากกันในกรณีนี้จะพบว่าค่าที่แท้จริงของความแข็งแรงประลัยจะมีค่าสูงขึ้น สำหรับวัสดุแบบเกราะแล้วความเค้นสูงสุดและความแข็งแรงประลัยจะเป็นจุดเดียวกัน ส่วนวัสดุแบบเหนียวจุดที่เกิดความแข็งแรงประลัยจะอยู่หลังจากจุดของความเค้นสูงสุดระยะหนึ่ง

### 2.1.2 วัตถุประสงค์การทดสอบ

1. ศึกษาพฤติกรรมของวัสดุเมื่อได้รับแรงดึง
2. สามารถหาค่าความเค้นคราก ความเค้นสูงสุด โมดูลัสความยืดหยุ่น และเปอร์เซ็นต์การยืดตัวได้
3. มีความเข้าใจในหลักการการทดสอบดึงในทิศทางเดียว

### 2.1.3 การเตรียมตัวอย่างทดสอบ

การทดสอบแรงดึงนี้ต้องเตรียมตัวอย่างทดสอบให้เป็นไปตามมาตรฐานการทดสอบ ASTM E8 โดยที่ในมาตรฐานการทดสอบนั้นได้กำหนดรูปร่างของตัวอย่างทดสอบให้สอดคล้องกับประเภทของชิ้นงานเช่น มีลักษณะเป็นแผ่น (Sheet) หรือเป็นแท่งกลม (Round) ตัวอย่างของการเตรียมตัวอย่างทดสอบตามข้อกำหนด ASTM E8 เป็นดังรูป 2.4 โดยที่มีมิติต่างๆ นั้นให้เป็นไปตามมาตรฐานการทดสอบและให้จัดเตรียมตัวอย่างทดสอบจำนวน 3 ชิ้น



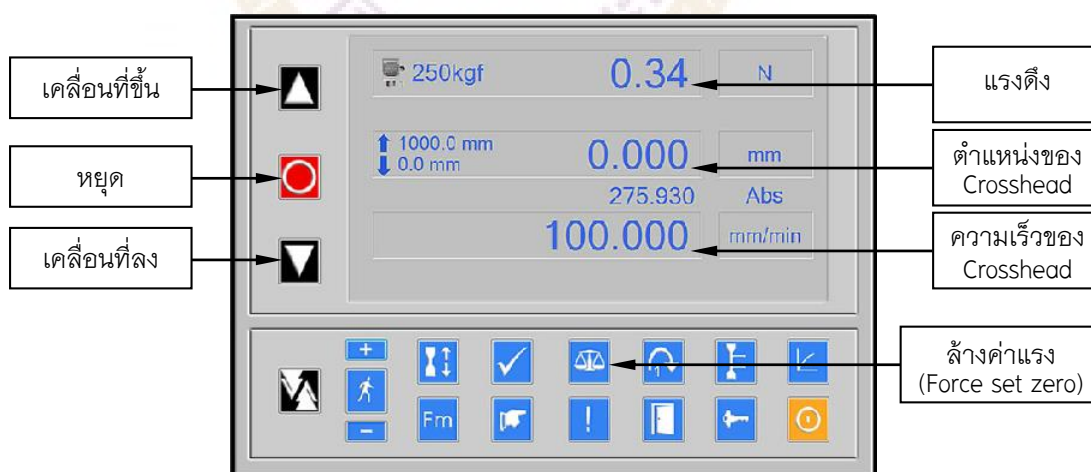
รูป 2.4 ตัวอย่างการเตรียมชิ้นงานทดสอบแรงดึง

## 2.1.4 เครื่องทดสอบ

ในการทดสอบแรงดึงของวัสดุนี้ได้ใช้เครื่องทดสอบเอนกประสงค์ (Universal testing machine, UTM) ที่สามารถให้แรงดึงได้สูงสุด 50 kN มีหัวจับชิ้นงาน (Grip) เป็นจับชิ้นงานแบนและแสดงผลการทดสอบเป็นแบบดิจิทัลบนหน้าจอ LCD ภาพของเครื่องทดสอบและส่วนประกอบที่สำคัญได้แสดงในรูป 2.5 สำหรับส่วนควบคุมที่สำคัญบนจอแสดงผลนั้นเป็นดังรูป 2.6



รูป 2.5 เครื่องทดสอบแรงดึงและอุปกรณ์ประกอบ



รูป 2.6 จอแสดงส่วนควบคุมและผลการทดสอบ

### 2.1.5 วิธีกาทดสอบ

1. วัดขนาดความกว้างและความหนาของตัวอย่างทดสอบในช่วงเกจด้วยความละเอียด 0.05 มิลลิเมตร จำนวน 3 ตำแหน่ง
2. วัดความยาวช่วงทดสอบ (ค่า A ในรูป 6) ด้วยความละเอียด .05 มิลลิเมตร
3. บันทึกขนาดความกว้างและความหนา หาพื้นที่หน้าตัดของทั้ง 3 ตำแหน่ง และหาพื้นที่เฉลี่ย และบันทึกความยาวช่วงทดสอบ
4. ติดตั้งหัวจับบนและล่างเข้ากับเครื่องทดสอบ
5. เปิดเครื่องทดสอบและเปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ควบคุมเครื่องทดสอบ
6. ติดตั้งตัวอย่างทดสอบเข้ากับหัวจับ จัดตำแหน่งตัวอย่างทดสอบให้อยู่ในแนวตั้ง และมีระยะจับของหัวจับบนและล่างเท่าๆ กัน ชั้นล้อยับตัวอย่างทดสอบให้แน่น
7. หากต้องการการทดสอบที่มีความละเอียดให้ติดตั้ง Extensometer เข้ากับตัวอย่างทดสอบ
8. ที่จอแสดงการควบคุม ตรวจสอบตำแหน่งของ Crosshead ให้เป็น 0 หากเป็นค่าอื่นให้กดปุ่มเคลื่อนที่ลง จนค่าแสดงเป็น 0
9. กดปุ่มล้างค่าแรง (ค่าของแรงดึงจะแสดงเป็น 0)
10. เริ่มการทดสอบดึงโดยกดปุ่มเคลื่อนที่ขึ้น
11. บันทึกค่าของแรงดึงและตำแหน่งของ Crosshead จนสิ้นสุดการทดสอบ
12. สังเกตการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของตัวอย่างทดสอบจนขาดออกจากกัน
13. นำตัวอย่างทดสอบที่เสียหายออกจากหัวจับ
14. กดปุ่มเคลื่อนที่ลง (เพื่อเลื่อน Crosshead กลับสู่ตำแหน่งเริ่มต้น)
15. ทำการทดสอบตัวอย่างทดสอบอื่นๆ จนครบ
16. ปิดเครื่องทดสอบ ทำความสะอาดเครื่องทดสอบ ถอดหัวจับบนและล่างออกจากเครื่องทดสอบ
17. วิเคราะห์ค่าและความเสียหายของตัวอย่างทดสอบ
18. จัดทำรายงานผลการปฏิบัติการ

## 2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทดสอบแรงดึง (อติศร ประสิทธิ์ศักดิ์, มปป.) การทดสอบแรงดึงเป็นการทดสอบเพื่อสร้างกราฟความเค้นและความเครียดของวัสดุจากนั้นกราฟที่สร้างขึ้นจะถูกนำไปวิเคราะห์หาค่าคุณสมบัติทางกลของวัสดุคือความเค้นคราก ความเค้นสูงสุด ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่น และเปอร์เซ็นต์การยืดตัว โดยการทดสอบแรงดึงนี้ได้อ้างอิงจากมาตรฐานการทดสอบ ASTM E8, Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials. ในการทดสอบจะต้องวัดความกว้าง ความหนา และความยาวช่วงทดสอบการดึงของชิ้นงานทดสอบด้วยเวอร์เนียร์ความละเอียด 0.05 มิลลิเมตร จากนั้นจึงติดตั้งชิ้นงานทดสอบเข้ากับหัวจับของเครื่อง UTM โดยต้องล็อคหัวจับเข้ากับชิ้นงานทดสอบให้แน่นเพื่อป้องกันการไถลของหัวจับระหว่างการทดสอบ จากนั้นจึงเริ่มทำการทดสอบดึง ในการทดสอบดึงจะใช้ความเร็วของการทดสอบที่ 10 มิลลิเมตรต่อนาทีตามข้อกำหนดของมาตรฐาน ASTM E8 และทำการบันทึกค่าของแรงดึงและระยะยืดของชิ้นงานตั้งแต่เริ่มต้นการทดสอบจนชิ้นงานขาดออกจากกัน จากนั้นจึงนำข้อมูลต่างๆ คือ ความกว้าง ความหนา ความยาวช่วงทดสอบ แรงดึง และระยะยืด ไปทำการวิเคราะห์เพื่อสร้างกราฟของความเค้นและความเครียด ซึ่งพบว่าความถูกต้องและแม่นยำของค่าต่างๆ ข้างต้น จะส่งผลต่อความถูกต้องของผลการทดสอบเป็นอย่างมาก การที่นิสิตได้ทำความเข้าใจและเห็นตัวอย่างของการทดสอบจะช่วยลดความผิดพลาดในการทำปฏิบัติการลงได้

สื่อการสอนออนไลน์ในยุคการสื่อสารสมัยใหม่ (ประณุต พรหมลักษณ์, 2554) เช่น การพัฒนาบทเรียนออนไลน์เรื่องวิศวกรรมการหล่อโลหะ โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่องวิศวกรรมการหล่อโลหะและหาประสิทธิภาพของบทเรียนรวมทั้งเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียน กลุ่มตัวอย่างในการทดลองได้แก่ประชาชนที่สนใจเรียนจำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ บทเรียนออนไลน์ จำนวน 4 เรื่อง คือ 1. ความรู้เบื้องต้นในการหล่อโลหะ 2. โพรแกรมหล่อทราย 3. ทรายทำแบบหล่อ และ 4. การสร้างโพรแกรมหล่อ แต่ละหัวข้อของบทเรียนผู้เรียนสามารถประเมินผลการเรียนรู้ได้ด้วยแบบฝึกหัดระหว่างเรียนซึ่งเป็นแบบปรนัยทำให้ผู้เรียนสามารถทราบผลคะแนนการทดสอบได้ทันที สำหรับสถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าคงที่ ผลการวิจัยพบว่าคุณภาพของบทเรียนออนไลน์ผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินอยู่ในเกณฑ์เหมาะสม ประสิทธิภาพของบทเรียนจากการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างมีค่าเท่ากับ 81.22/84.66 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สรุปได้ว่า บทเรียนออนไลน์ที่ผู้วิจัยได้พัฒนา

สามารถนำไปใช้สำหรับผู้สนใจเพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองได้โดยบทเรียนออนไลน์สามารถช่วยให้ผู้เรียนสามารถศึกษาได้ทุกที่ทุกเวลาตามต้องการ

การพัฒนากระบวนการเรียนรู้ (Learning Management System : LMS) สำหรับงานปฏิบัติการ (วิจิต สุขทร, 2556) เป็นการพัฒนาระบบจัดการเรียนการสอนตามหลักเทคโนโลยีสารสนเทศโดยให้มีคุณภาพซึ่งเกิดจากการบูรณาการศาสตร์ 3 ประการ คือ วิทยาการคุณภาพของศาสตร์หลักระเบียบวิธีการและเทคนิคคุณภาพ และเทคโนโลยีสารสนเทศ สิ่งจำเป็นในการพัฒนาคือ ต้องสร้างระบบการจัดการเรียนการสอน (LMS) เพื่อทำหน้าที่บริหารจัดการเรื่องการเรียนการสอนผ่านอินเทอร์เน็ต ที่มีความสะดวกสบายแก่ทั้งผู้เรียนและผู้สอน และพัฒนาวงจรการบริหารงานคุณภาพ (PDCA) โดยมีขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอน คือ การวางแผน การปฏิบัติ การตรวจสอบ และการปรับปรุง นอกจากนี้ควรตรวจสอบองค์ประกอบของการส่งเสริมระบบสารสนเทศที่มีคุณภาพสำหรับการพัฒนาคุณภาพของการทำงานได้อย่างสมบูรณ์แบบซึ่งประกอบด้วย นักพัฒนาโปรแกรมที่มีความรู้และมีคุณภาพ ผู้สอนต้องเตรียมความพร้อมในการร่วมพัฒนาระบบการจัดการเรียนการสอนและผู้บริหารเพื่อตรวจสอบวงจรการพัฒนาตามระบบที่ตั้งไว้ จากผลการพัฒนาครั้งนี้พบว่าได้ประโยชน์ทั้งผู้สอน ผู้เรียน และผู้บริหาร อีกทั้งระบบของเครือข่ายอินเทอร์เน็ตช่วยสอนได้มีการพัฒนาและสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงมีเครือข่ายแรงงานสำหรับพัฒนาคุณภาพเข้าสู่ระบบการประกันคุณภาพที่ตรวจสอบได้สามารถเป็นแหล่งศึกษาค้นคว้าและพัฒนาคุณภาพการเรียนให้ทันสมัยเช่นเดียวกับมหาวิทยาลัยชั้นนำอื่น ๆ ในภูมิภาคและสามารถเข้าสู่การแข่งขันในประชาคมอาเซียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเพื่อการวิจัย (มารยาท โยทองยศ และ ปราณี สวัสดิศรทรัพย์, 2557.) ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง (Sample size) เป็นสิ่งสำคัญที่ผู้วิจัยต้องกำหนดให้เหมาะสมและเป็นตัวแทนที่ดีของประชากรที่ทำการศึกษาเพื่อช่วยให้ผลการวิจัยมีความน่าเชื่อถือ ดังนั้นจึงเกิดคำถามว่าขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็นเท่าไรจึงจะทำให้ผลการวิจัยมีความเชื่อถือได้ซึ่งในความเป็นจริงแล้วไม่มีกฎเกณฑ์แน่นอนตายตัวว่าจะต้องใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่างจำนวนเท่าใด ที่ผ่านมามีผู้เสนอวิธีการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างไว้หลายวิธีด้วยกันเช่น การกำหนดเกณฑ์ร้อยละของประชากร การใช้ตารางสำเร็จรูป หรือการใช้สูตรคำนวณ ซึ่งผู้วิจัยสามารถเลือกตามความเหมาะสม กลุ่มตัวอย่าง (Sample groups) หมายถึงบางส่วนของประชากรที่ถูกเลือกมาเป็นตัวแทนของประชากรที่ทำการศึกษา การใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดเล็กจะทำให้ข้อมูลมีโอกาสเกิดความคลาดเคลื่อนมาก และการใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่จะมีโอกาสเกิดความคลาดเคลื่อนน้อยเนื่องจากกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่จะให้ข้อมูลที่เที่ยงตรงกว่า การ

คำนวณทางสถิติมีความถูกต้องมากกว่ากลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก กลุ่มตัวอย่างยิ่งมีขนาดใหญ่มากเท่าใดความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มจะลดน้อยลงแต่เมื่อถึงจุดหนึ่งแม้จะเพิ่มขนาดของกลุ่มตัวอย่างให้ใหญ่ขึ้นอีกแต่ความคลาดเคลื่อนก็ลดลงไม่มากนัก ทั้งนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอวิธีการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างด้วยตารางของเครจซี่และมอร์แกน (Krejci&Morgan) ซึ่งใช้ในการประมาณค่าสัดส่วนของประชากรและกำหนดให้สัดส่วนของลักษณะที่สนใจประชากรเท่ากับ 0.5 ระดับความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ 5% และระดับความเชื่อมั่น 95%สามารถคำนวณหากลุ่มตัวอย่างกับประชากรที่มีขนาดเล็กตั้งแต่ 10 ขึ้นไป ดังตาราง 2.1

ตาราง 2.1 ขนาดของกลุ่มตัวอย่างของเครจซี่และมอร์แกน

ขนาดประชากร	ขนาดตัวอย่าง	ขนาดประชากร	ขนาดตัวอย่าง	ขนาดประชากร	ขนาดตัวอย่าง	ขนาดประชากร	ขนาดตัวอย่าง	ขนาดประชากร	ขนาดตัวอย่าง
10	10	100	80	280	162	800	260	2800	338
15	14	110	86	290	165	850	265	3000	341
20	19	120	92	300	169	900	269	3500	346
25	24	130	97	320	175	950	274	4000	351
30	28	140	103	340	181	1000	278	4500	354
35	32	150	108	360	186	1100	285	5000	357
40	36	160	113	380	191	1200	291	6000	361
45	40	170	118	400	196	1300	297	7000	364
50	44	180	123	420	201	1400	302	8000	367
55	48	190	127	440	205	1500	306	9000	368
60	52	200	132	460	210	1600	310	10000	370
65	56	210	136	480	214	1700	313	15000	375
70	59	220	140	500	217	1800	317	20000	377
75	63	230	144	550	226	1900	320	30000	379
80	66	240	148	600	234	2000	322	40000	380
85	70	250	152	650	242	2200	327	50000	381
90	73	260	155	700	248	2400	331	75000	382
95	76	270	159	750	254	2600	335	100000	384

ที่มา: Robert V. Krejcie and Earyle W. Morgan. 1970

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเพื่อการพัฒนางานประจำ(R2R)เรื่อง การพัฒนาสื่อการสอนสำหรับงานทดสอบแรงดึงในรายวิชาปฏิบัติการสำหรับวิศวกรเครื่องกล 1 และรายวิชาปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล มีจุดมุ่งหมายเพื่อจัดทำสื่อการสอนสำหรับงานทดสอบแรงดึงให้นิสิตได้ทำการศึกษาด้วยตนเอง ก่อนเข้าทำปฏิบัติการจริง โดยผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. ศึกษาความต้องการสื่อการสอนของนิสิต
2. จัดทำสื่อการสอน
3. ประเมินความพึงพอใจต่อสื่อการสอนและผลการเรียนรู้จากสื่อการสอน

#### 3.1 ศึกษาความต้องการสื่อการสอนของนิสิต

##### 3.1.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ในการวิจัยนี้ได้กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างของงานวิจัยคือนิสิตคณะ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาปฏิบัติการสำหรับวิศวกรเครื่องกล 1 จำนวน 55 คน และรายวิชาปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล จำนวน 54 คน รวมมีขนาดประชากร จำนวน 109 คน จากตาราง 2.1 จึงกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างได้เป็น 86 คน

##### 3.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบสอบถาม (Questionnaire) แบบออนไลน์ ในรูปของ Google form โดยในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. รวบรวมประเด็นปัญหาที่นิสิตพบในระหว่างการทำปฏิบัติการ
2. สร้างแบบสอบถามความต้องการสื่อการสอนของนิสิตในรายวิชาปฏิบัติการ
3. นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษา ตรวจสอบความถูกต้องและปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถาม
4. นำแบบสอบถามที่ผ่านการแก้ไขไปสร้างเป็นแบบสอบถามออนไลน์ในรูปแบบของ Google form
5. ประชาสัมพันธ์ให้กลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถาม

โดยแบบสอบถามที่ได้สร้างขึ้นมาใช้ในการวิจัยในส่วนศึกษาความต้องการสื่อการสอนของนิสิตมีรูปแบบของแบบสอบถามประกอบด้วย

ส่วนที่ 1 เป็นข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับ เพศ สาขาวิชา ชั้นปี และเกรดสะสม

ส่วนที่ 2 เป็นการประเมินความต้องการสื่อการสอน จำนวน 8 ข้อ ประกอบด้วย

1. ในการทำปฏิบัติการในรายวิชาที่ผ่านๆ มา นิสิตพบปัญหาด้านการอธิบายหรือแสดงตัวอย่างการทำปฏิบัติการจากอาจารย์ผู้สอน
2. ในการทำปฏิบัติการในรายวิชาที่ผ่านๆ มา นิสิตพบปัญหาติดตามการแสดงตัวอย่างการทำปฏิบัติการไม่ทัน (อาจารย์แสดงตัวอย่างเร็ว)
3. ในการทำปฏิบัติการในรายวิชาที่ผ่านๆ มา นิสิตพบปัญหาว่าจำรายละเอียดของการทำปฏิบัติการไม่ได้
4. ในการทำปฏิบัติการในรายวิชาที่ผ่านๆ มา นิสิตต้องการรับฟังและรับชมการอธิบายการทำปฏิบัติการซ้ำเพื่อเก็บรายละเอียดในส่วนที่ไม่เข้าใจ
5. ในการทำปฏิบัติการในรายวิชาที่ผ่านๆ มา นิสิตพบว่าเครื่องมือในการทำปฏิบัติการไม่เพียงพอ
6. ในการทำปฏิบัติการในรายวิชาที่ผ่านๆ มา นิสิตพบปัญหาว่าไม่มีส่วนร่วมในการทำปฏิบัติการ
7. ในการทำปฏิบัติการในรายวิชาที่ผ่านๆ มา นิสิตขาดความรู้พื้นฐานในการทำปฏิบัติการ เช่น การอ่านเครื่องมือวัดต่างๆ
8. นิสิตต้องการสื่อการสอนที่เป็นการสาธิตหรือแสดงตัวอย่างการทำปฏิบัติการให้ศึกษาด้วยตนเองก่อนการทำปฏิบัติการจริง

โดยในการตอบแบบสอบถามได้แบ่งระดับคำตอบเป็น 5 ระดับ ดังนี้

- 5 หมายถึง มากที่สุด
- 4 หมายถึง มาก
- 3 หมายถึง ปานกลาง
- 2 หมายถึง น้อย
- 1 หมายถึง น้อยที่สุด

ส่วนที่ 3 เป็นการให้นิสิตนำเสนอปัญหาที่พบและข้อเสนอแนะอื่นๆ ในการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการ

สำหรับตัวอย่างแบบสอบถามเพื่อศึกษาความต้องการสื่อการสอนของนิสิตที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นดังแสดงในรูป 3.1

### แบบสอบถามประเมินความต้องการสื่อการสอน การทำปฏิบัติการ (การทำ Lab)

แบบสอบถามจัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความต้องการสื่อการสอน (การทำ Lab) ในการเรียน  
การสอนรายวิชาปฏิบัติการสำหรับวิศวกรรมเครื่องกล 1 และรายวิชาปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล ห้อง  
ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยพะเยา

---

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

---

1. เพศ

ชาย

หญิง

---

2. สาขาวิชา

วิศวกรรมเครื่องกล

วิศวกรรมอุตสาหการ

---

3. ชั้นปี

ปี 3

ปี 4

สูงกว่าปี 4

---

4. เกรตสะสมในภาคเรียนที่ผ่านมา

ต่ำกว่า 1.75

1.75 ถึง 2.00

2.01 ถึง 2.50

2.51 ถึง 2.75

2.76 ถึง 3.00

สูงกว่า 3.00

รูป 3.1 ตัวอย่างแบบสอบถามประเมินความต้องการสื่อการสอนการทำปฏิบัติการ

ส่วนที่ 2 การประเมินความต้องการสื่อการสอน  
กรุณาเลือกระดับผลกระทบเรียนรู้ในช่องที่ท่านเห็นว่าตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุดเพียงช่องเดียว

1. ในการทำปฏิบัติการในรายวิชาที่ผ่านๆ มา นิสิตพบปัญหาด้านการอธิบายหรือแสดงตัวอย่าง  
การทำปฏิบัติการจากอาจารย์ผู้สอน

มากที่สุด

มาก

ปานกลาง

น้อย

น้อยที่สุด

2. ในการทำปฏิบัติการในรายวิชาที่ผ่านๆ มา นิสิตพบปัญหาติดตามการแสดงตัวอย่างการทำ  
ปฏิบัติการไม่ทัน (อาจารย์แสดงตัวอย่างเร็ว)

มากที่สุด

มาก

ปานกลาง

น้อย

น้อยที่สุด

3. ในการทำปฏิบัติการในรายวิชาที่ผ่านๆ มา นิสิตพบปัญหาว่าจรรยาละเอียดของการทำ  
ปฏิบัติการไม่ได้

มากที่สุด

มาก

ปานกลาง

น้อย

น้อยที่สุด

4. ในการทำปฏิบัติการในรายวิชาที่ผ่านๆ มา นิสิตต้องการรับฟังและรับชมการอธิบายการทำ  
ปฏิบัติการซ้ำเพื่อเก็บรายละเอียดในส่วนที่ไม่เข้าใจ

มากที่สุด

มาก

ปานกลาง

น้อย

น้อยที่สุด

รูป 3.1 ตัวอย่างแบบสอบถามประเมินความต้องการสื่อการสอนการทำปฏิบัติการ (ต่อ)

5. ในการทำปฏิบัติการในรายวิชาที่ผ่านๆ มา นิสิตพบว่าเครื่องมือในการทำปฏิบัติการไม่เพียงพอ

มากที่สุด

มาก

ปานกลาง

น้อย

น้อยที่สุด

6. ในการทำปฏิบัติการในรายวิชาที่ผ่านๆ มา นิสิตพบปัญหาว่าไม่มีส่วนร่วมในการทำปฏิบัติการ

มากที่สุด

มาก

ปานกลาง

น้อย

น้อยที่สุด

7. ในการทำปฏิบัติการในรายวิชาที่ผ่านๆ มา นิสิตขาดความรู้พื้นฐานในการทำปฏิบัติการ เช่น การอ่านเครื่องมือวัดต่างๆ

มากที่สุด

มาก

ปานกลาง

น้อย

น้อยที่สุด

8. นิสิตต้องการสื่อการสอนที่เป็นการสาธิตหรือแสดงตัวอย่างการทำปฏิบัติการให้ศึกษาด้วยตนเองก่อนการทำปฏิบัติการจริง

มากที่สุด

มาก

ปานกลาง

น้อย

น้อยที่สุด

ปัญหาอื่นๆ และข้อเสนอแนะ

คำตอบของคุณ \_\_\_\_\_

รูป 3.1 ตัวอย่างแบบสอบถามประเมินความต้องการสื่อการสอนการทำปฏิบัติการ (ต่อ)

### 3.1.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลคำตอบจากแบบสอบถาม

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ได้ให้นักศึกษากลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถามใน Google form ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง จากนั้นผู้วิจัยได้นำข้อมูลคำตอบที่รวบรวมได้มาทำการวิเคราะห์ต่อไป

### 3.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยนี้ได้ใช้คะแนนเฉลี่ยเป็นตัวกำหนดระดับของคำตอบจากแบบสอบถาม โดยได้กำหนดระดับของคำตอบจากคะแนนเฉลี่ยดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	1.00 – 1.50	หมายถึง ระดับน้อยที่สุด
คะแนนเฉลี่ย	1.51 – 2.50	หมายถึง ระดับน้อย
คะแนนเฉลี่ย	2.51 – 3.50	หมายถึง ระดับปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย	3.51 – 4.50	หมายถึง ระดับมาก
คะแนนเฉลี่ย	4.51 – 5.00	หมายถึง ระดับมากที่สุด

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้หาคะแนนเฉลี่ยในแต่ละคำถามและรวบรวมเป็นคะแนนเฉลี่ยในการประเมินความต้องการสื่อการสอนเพื่อสรุปว่านิสิตมีความต้องการสื่อการสอนในระดับใด

## 3.2 การจัดทำสื่อการสอน

ในขั้นตอนของการจัดทำสื่อการสอนผู้วิจัยได้จัดทำสื่อการสอนในรูปแบบวีดิทัศน์ (VDO) สำหรับการเรียนรู้การทำปฏิบัติการทดสอบแรงดึง โดยมีโดยมีขั้นตอนการย่อยดังนี้

1. วางโครงสร้างเนื้อหาของวีดิทัศน์
2. เตรียมบทอธิบายเพื่อให้กระชับและให้ได้ความชัดเจนกับเนื้อหา
3. ดำเนินการบันทึกวีดิทัศน์
4. ตัดต่อวีดิทัศน์ให้มีเนื้อหากระชับ ชัดเจน และมีคุณภาพเสียงที่ดี

จากนั้นวีดิทัศน์ที่จัดทำขึ้นมาจะถูกนำไปใช้ในการเรียนการสอนการทำปฏิบัติการทดสอบแรงดึงในรายวิชาปฏิบัติการสำหรับวิศวกรเครื่องกล 1 และรายวิชาปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล

## 3.3 ประเมินความพึงพอใจต่อสื่อการสอนและผลการเรียนรู้จากสื่อการสอน

เมื่อสื่อการสอนได้นำไปใช้ในการเรียนการสอนการสอนการทำปฏิบัติการทดสอบแรงดึงในรายวิชาปฏิบัติการสำหรับวิศวกรเครื่องกล 1 และรายวิชาปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกลเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยจึงได้ทำการประเมินความพึงพอใจต่อสื่อการสอนและผลการเรียนรู้จากนิสิตที่ได้ใช้สื่อการสอน โดยมีรายละเอียดดังนี้

### 3.3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ในการวิจัยนี้ได้กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างของงานวิจัยคือนิสิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ที่ได้ใช้สื่อการสอนในการเรียนรายวิชาปฏิบัติการสำหรับวิศวกรเครื่องกล 1 จำนวน 55 คน และรายวิชาปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล จำนวน 54 คน รวมมีขนาดประชากรจำนวน 109 คน จากตาราง 2.1 จึงกำหนดขนาดของตัวอย่างได้เป็น 86 คน

### 3.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบสอบถาม (Questionnaire) แบบออนไลน์ในรูปแบบของ Google form โดยในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. รวบรวมประเด็นสอบถามความพึงพอใจและการเรียนรู้
  2. สร้างแบบสอบถาม
  3. นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษา ตรวจสอบความถูกต้องและปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถาม
  4. นำแบบสอบถามที่ผ่านการแก้ไขไปสร้างเป็นแบบสอบถามออนไลน์ในรูปแบบของ Google form
  5. ประชาสัมพันธ์ให้กลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถาม
- โดยแบบสอบถามที่ได้สร้างขึ้นมาใช้ในการวิจัยได้แยกเป็น 2 ชุด คือ แบบประเมินความพึงพอใจและแบบประเมินผลการเรียนรู้

#### 3.3.2.1 แบบประเมินความพึงพอใจ ในแบบสอบถามประกอบด้วย

ส่วนที่ 1 เป็นข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับ เพศ สาขาวิชา ชั้นปี เกรดสะสมและอุปกรณ์ที่ใช้รับชมสื่อการสอน

ส่วนที่ 2 เป็นการประเมินความพึงพอใจต่อสื่อการสอน จำนวน 9 ข้อ ประกอบด้วย

1. สื่อการสอนการทดสอบแรงดึงมีความน่าสนใจ
2. สามารถใช้งานสื่อการสอนได้ง่าย
3. ส่วนประกอบต่างๆ ของสื่อการสอน (รูปภาพ และ VDO) มีครบถ้วนเพียงพอต่อการศึกษาค้นคว้าทดสอบแรงดึงด้วยตนเอง
4. ความชัดเจนของรูปภาพและ VDO ของสื่อการสอน
5. รูปแบบของ VDO (ไฟล์นามสกุล MP4 และ AVI) สามารถรับชมได้ง่าย
6. การบรรยายของสื่อการสอนมีเสียงดัง ชัดเจน รับฟังได้ง่าย

7. VDO แสดงการทดสอบตั้งชิ้นงานและข้อมูลแรงและระยะยึดของชิ้นงาน ระหว่างการทดสอบสามารถทำให้เข้าใจกายภาพของชิ้นงานและข้อมูลการทดสอบได้ง่าย

8. การอธิบายขั้นตอนการทำการทดสอบสามารถเข้าใจได้ง่าย

9. โดยภาพรวมท่านมีความพึงพอใจต่อสื่อการสอนการทดสอบแรงดึงเพียงใด โดยในการตอบแบบสอบถามได้แบ่งระดับคำตอบเป็น 5 ระดับ ดังนี้

5 หมายถึง มากที่สุด

4 หมายถึง มาก

3 หมายถึง ปานกลาง

2 หมายถึง น้อย

1 หมายถึง น้อยที่สุด

ส่วนที่ 3 เป็นการให้นิสิตนำเสนอข้อเสนอแนะอื่นๆ ในการปรับปรุงสื่อการสอน

สำหรับตัวอย่างแบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจต่อสื่อการสอนที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นดัง แสดงในรูป 3.2

**แบบประเมินความพึงพอใจ การพัฒนาสื่อการสอนสำหรับปฏิบัติการทดสอบแรงดึงในรายวิชาปฏิบัติการสำหรับวิศวกรเครื่องกล 1 และรายวิชาปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยพะเยา**

แบบประเมินนี้จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมกิจกรรมในการพัฒนาสื่อการสอนสำหรับปฏิบัติการทดสอบแรงดึง

---

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

---

1. เพศ

ชาย

หญิง

รูป 3.2 แบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจต่อสื่อการสอน

2. สาขาวิชา

วิศวกรรมเครื่องกล

วิศวกรรมอุตสาหกรรม

3. ชั้นปี

ปี 3

ปี 4

สูงกว่าปี 4

4. เกเรตสะสมในภาคเรียนที่ผ่านมา

ต่ำกว่า 1.75

1.75 ถึง 2.00

2.01 ถึง 2.50

2.51 ถึง 2.75

2.76 ถึง 3.00

สูงกว่า 3.00

5. นิสิตดูสื่อการสอนจาก

PC

Notebook

Smartphone

Tablet

อื่นๆ: \_\_\_\_\_

ส่วนที่ 2 การประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมกิจกรรม  
กรุณาเลือกระดับความพึงพอใจในช่องที่ท่านเห็นว่าตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุดเพียงช่องเดียว

	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
2.1 สื่อการสอน การทดสอบแรง ดึงมีความน่าสนใจ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.2 สามารถใช้ งานสื่อการสอน ได้ง่าย	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

รูป 3.2 แบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจต่อสื่อการสอน (ต่อ)

2.3 ส่วนประกอบต่างๆของสื่อการสอน (รูปภาพ และ VDO) มีครบถ้วน เพียงพอ ต่อการศึกษา การทดสอบแรงดึงด้วยตนเอง	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.4 ความชัดเจนของรูปภาพและ VDO ของสื่อการสอน	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.5 รูปแบบของ VDO (ไฟล์นามสกุล MP4 และ AVI) สามารถรับชมได้ง่าย	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.6 การบรรยายของสื่อการสอน มีเสียงดังชัดเจน ง่ายฟังได้ง่าย	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.7 VDO แสดงการทดสอบดึงชิ้นงานและข้อมูลแรงและระยะยึดของชิ้นงานระหว่างการทดสอบ สามารถทำให้เข้าใจกายภาพของชิ้นงานและข้อมูลการทดสอบได้ง่าย	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.8 การอธิบายขั้นตอนการทำทดสอบ สามารถเข้าใจได้ง่าย	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.9 โดยภาพรวมท่านมีความพึงพอใจต่อสื่อการสอนการทดสอบแรงดึงเพียงใด	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ข้อเสนอแนะอื่นๆ					
คำตอบของคุณ _____					

รูป 3.2 แบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจต่อสื่อการสอน (ต่อ)

### 3.3.2.2 แบบประเมินผลการเรียนรู้ ในแบบสอบถามประกอบด้วย

ส่วนที่ 1 เป็นข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับ เพศ สาขาวิชา ชั้นปี เกรดสะสมและอุปกรณ์ที่ใช้รับชมสื่อการสอน

ส่วนที่ 2 เป็นการประเมินผลการเรียนรู้จากต่อสื่อการสอน จำนวน 9 ข้อ ประกอบด้วย

1. ท่านมีความเข้าใจในการอ่านเวอร์เนียร์
2. ท่านสามารถอ่านเวอร์เนียร์ความละเอียด 0.5 มิลลิเมตร ได้
3. ท่านมีความเข้าใจในวัตถุประสงค์การทดสอบ
4. ท่านมีความเข้าใจในการทำงานของเครื่องทดสอบ UTM
5. ท่านมีความเข้าใจในขั้นตอนของการทดสอบแรงดึง
6. ท่านมีความเข้าใจในการอ่านค่าผลการทดสอบที่จอแสดงผล
7. ท่านสามารถนำผลการทดสอบไปดำเนินการหาคุณสมบัติทางกลของวัสดุได้
8. จากการรับชมสื่อบรรยายการทดสอบแรงดึงท่านสามารถนำข้อมูลที่ได้ไป

จัดทำรายงานปฏิบัติการทดสอบแรงดึงได้

โดยในการตอบแบบสอบถามได้แบ่งระดับคำตอบเป็น 5 ระดับ ดังนี้

- 5 หมายถึง มากที่สุด
- 4 หมายถึง มาก
- 3 หมายถึง ปานกลาง
- 2 หมายถึง น้อย
- 1 หมายถึง น้อยที่สุด

ส่วนที่ 3 เป็นการให้นิสิตนำเสนอข้อเสนอแนะอื่นๆ ในการปรับปรุงสื่อการสอน

สำหรับตัวอย่างแบบสอบถามเพื่อประเมินผลการเรียนรู้จากสื่อการสอนที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นดังแสดงในรูป 3.3

**แบบประเมินผลการเรียนรู้ การพัฒนาสื่อการสอนสำหรับปฏิบัติการทดสอบแรงดึง ในรายวิชาปฏิบัติการสำหรับวิศวกรเครื่องกล 1 และรายวิชาปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยพะเยา**

คำชี้แจง แบบประเมินนี้จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เข้าร่วมกิจกรรมในการพัฒนาสื่อการสอนสำหรับปฏิบัติการทดสอบแรงดึง

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

รูป 3.3 แบบสอบถามเพื่อประเมินผลการเรียนรู้จากสื่อการสอน

<p>1. เพศ</p> <p><input type="radio"/> ชาย</p> <p><input type="radio"/> หญิง</p>
<p>2. สาขาวิชา</p> <p><input type="radio"/> วิศวกรรมเครื่องกล</p> <p><input type="radio"/> วิศวกรรมอุตสาหกรรม</p>
<p>3. ชั้นปี</p> <p><input type="radio"/> ปี 3</p> <p><input type="radio"/> ปี 4</p> <p><input type="radio"/> สูงกว่าปี 4</p>
<p>4.เกรดสะสมในภาคเรียนที่ผ่านมา</p> <p><input type="radio"/> ต่ำกว่า 1.75</p> <p><input type="radio"/> 1.75 ถึง 2.00</p> <p><input type="radio"/> 2.01 ถึง 2.50</p> <p><input type="radio"/> 2.51 ถึง 2.75</p> <p><input type="radio"/> 2.76 ถึง 3.00</p> <p><input type="radio"/> สูงกว่า 3.00</p>
<p>5. นิสิตดูสื่อการสอนจาก</p> <p><input type="radio"/> PC</p> <p><input type="radio"/> Notebook</p> <p><input type="radio"/> Smartphone</p> <p><input type="radio"/> Tablet</p> <p><input type="radio"/> ตัวเลือก 5</p> <p><input type="radio"/> อื่นๆ: _____</p>

รูป 3.3 แบบสอบถามเพื่อประเมินผลการเรียนรู้จากสื่อการสอน (ต่อ)

ส่วนที่ 2 การประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เข้าร่วมกิจกรรม  
กรุณาเลือกระดับผลการเรียนรู้ในช่องที่ท่านเห็นว่าตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุดเพียงช่องเดียว

	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
2.1 ท่านมีความเข้าใจในการอ่านเวอร์เนียร์	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.2 ท่านสามารถอ่านเวอร์เนียร์ความละเอียด 0.5 มิลลิเมตรได้	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.3 ท่านมีความเข้าใจในวัตถุประสงค์การทดสอบ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.4 ท่านมีความเข้าใจในการทำงานของเครื่องทดสอบ UTM	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.5 ท่านมีความเข้าใจในขั้นตอนของการทดสอบแรงดึง	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.6 ท่านมีความเข้าใจในการอ่านค่าผลการทดสอบที่จอแสดงผล	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.7 ท่านสามารถนำผลการทดสอบไปดำเนินการหาคุณสมบัติทางกลของวัสดุได้	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.8 จากการรับชมสื่อบรรยายการทดสอบแรงดึงท่านสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปจัดทำรายงานปฏิบัติการทดสอบแรงดึงได้	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ข้อเสนอแนะอื่นๆ

คำตอบของคุณ \_\_\_\_\_

รูป 3.3 แบบสอบถามเพื่อประเมินผลการเรียนรู้จากสื่อการสอน (ต่อ)

### 3.3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลคำตอบจากแบบสอบถาม

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ได้ให้นักศึกษากลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถามใน Google form ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง จากนั้นผู้วิจัยได้นำข้อมูลคำตอบที่รวบรวมได้มาทำการวิเคราะห์ต่อไป

### 3.3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยนี้ได้ใช้คะแนนเฉลี่ยเป็นตัวกำหนดระดับของคำตอบจากแบบสอบถาม โดยได้กำหนดระดับของคำตอบจากคะแนนเฉลี่ยดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	1.00 – 1.50	หมายถึง ระดับน้อยที่สุด
คะแนนเฉลี่ย	1.51 – 2.50	หมายถึง ระดับน้อย
คะแนนเฉลี่ย	2.51 – 3.50	หมายถึง ระดับปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย	3.51 – 4.50	หมายถึง ระดับมาก
คะแนนเฉลี่ย	4.51 – 5.00	หมายถึง ระดับมากที่สุด

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้หาคะแนนเฉลี่ยในแต่ละคำถามและรวบรวมเป็นคะแนนเฉลี่ยในการประเมินความพึงพอใจต่อสื่อการสอนและผลการเรียนรู้จากสื่อการสอนเพื่อสรุปว่านิสิตมีความพึงพอใจต่อสื่อการสอนและมีผลการเรียนรู้จากสื่อการสอนในระดับใด

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

จากการดำเนินงานตามวิธีดำเนินงานวิจัยในบทที่ผ่านมา การดำเนินงานในแต่ละขั้นตอนสามารถนำเสนอผลการดำเนินงานของงานวิจัยได้ดังนี้

#### 4.1 ผลการศึกษาความต้องการสื่อการสอนของนิสิต

ในเบื้องต้นของงานวิจัยผู้วิจัยได้สำรวจความต้องการสื่อการสอนในรายวิชาปฏิบัติการ โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาปฏิบัติการสำหรับวิศวกรเครื่องกล 1 และรายวิชาปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล โดยได้ให้นิสิตตอบแบบสอบถามออนไลน์เพื่อประเมินความต้องการสื่อการสอนการทำปฏิบัติการ จากการรวบรวมข้อมูลการตอบแบบสอบถามพบว่ามีนิสิตตอบแบบสอบถามจำนวน 90 คน ซึ่งคิดร้อยละ 82.6 จากผู้ลงทะเบียนเรียนในทั้งสองรายวิชาคือ 109 คน โดยข้อมูลจากการตอบแบบสอบถามสามารถนำเสนอและทำการวิเคราะห์ได้เป็น 3 ส่วน ประกอบด้วย

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 การประเมินความต้องการสื่อการสอนการทำปฏิบัติการ

ส่วนที่ 3 ปัญหาและข้อเสนอแนะอื่นๆ

#### ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

การวิจัยครั้งนี้ได้ให้ผู้ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาปฏิบัติการสำหรับวิศวกรเครื่องกล 1 ซึ่งเป็นรายวิชาสำหรับนิสิตสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ชั้นปีที่ 3 และรายวิชาปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกลซึ่งเป็นรายวิชาสำหรับนิสิตสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ชั้นปีที่ 3 ได้ตอบแบบสอบถามความต้องการสื่อการสอนการทำปฏิบัติการซึ่งข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามเป็นดังนี้

ตาราง 4.1 จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม

รายละเอียด	จำนวนผู้เรียน	จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม	ร้อยละ
รายวิชาปฏิบัติการสำหรับวิศวกรเครื่องกล 1	55	43	78.2
รายวิชาปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล	54	47	87.0
รวม	109	90	82.6

จากตาราง 4.1 ซึ่งแสดงข้อมูลจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามจากผู้เข้าเรียนในแต่ละรายวิชา พบว่าในรายวิชาปฏิบัติการสำหรับวิศวกรเครื่องกล 1 มีผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 43 คน จากผู้เข้าเรียนทั้งหมด 55 คน คิดเป็นร้อยละ 78.2 สำหรับรายวิชาปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล มีผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 47 คน จากผู้เข้าเรียนทั้งหมด 54 คน คิดเป็นร้อยละ 87.0 รวมทั้งสองรายวิชา มีผู้ตอบแบบสอบถามรวม 90 คน จากผู้เข้าเรียนทั้งหมด 109 คน คิดเป็นร้อยละ 82.6

ตาราง 4.2 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตาม ชั้นปี เพศ และสาขาวิชา

รายละเอียด	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ชั้นปีที่ 3	90	100.0
รวม	90	100.0
เพศชาย	51	56.7
เพศหญิง	39	43.3
รวม	90	100.0
นิสิตสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล	43	47.8
นิสิตสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม	47	52.2
รวม	90	100.0

ในตาราง 4.2 ได้แสดงข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามชั้นปี เพศ และสาขาวิชา พบว่านิสิตทั้งหมด 90 คน เป็นนิสิตชั้นปีที่ 3 คิดเป็นร้อยละ 100.0 เป็นนิสิตชายจำนวน 51 คน และนิสิตหญิงจำนวน 39 คน คิดเป็นร้อยละ 56.7 และ 43.3 ตามลำดับ และเป็นนิสิตสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลจำนวน 43 คน และเป็นนิสิตสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรมจำนวน 47 คน คิดเป็นร้อยละ 47.8 และ 52.2 ตามลำดับ

ตาราง 4.3 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามระดับผลการศึกษา

ระดับผลการศึกษา	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1.75 ถึง 2.00	19	21.1
2.01 ถึง 2.50	44	48.9
2.51 ถึง 2.75	15	16.7
2.76 ถึง 3.00	9	10.0
สูงกว่า 3.00	3	3.3
รวม	90	100.0

ตาราง 4.3 แสดงข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามระดับผลการศึกษาโดยพบว่าระดับผลการศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถามเรียงจากมากไปน้อย ระดับแรกคือ 2.01 ถึง 2.50 จำนวน 46 คน คิดเป็นร้อยละ 51.1 ระดับที่สองคือ 1.75 ถึง 2.00 จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 21.1 ระดับที่สามคือ 2.51 ถึง 2.75 จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 17.8 และระดับสุดท้ายคือ 2.76 ถึง 3.00 จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 10.0

## ส่วนที่ 2 การประเมินความต้องการสื่อการสอนการทำปฏิบัติการ

ในส่วนของการประเมินความต้องการสื่อการสอนการทำปฏิบัติการของนิสิตที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาปฏิบัติการสำหรับวิศวกรเครื่องกล 1 และรายวิชาปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล มีข้อมูลของการตอบแบบสอบถามเป็นดังตาราง 4.4

ตาราง 4.4 ผลการตอบแบบสอบถามประเมินความต้องการสื่อการสอนการทำปฏิบัติการ

หัวข้อการประเมินความพึงพอใจ	จำนวนผู้แสดงความพึงพอใจในแต่ละระดับ					จำนวนข้อมูล	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
	5	4	3	2	1				
1. ในการทำปฏิบัติการในรายวิชาที่ผ่านๆ มา นิสิตพบปัญหาด้านการอธิบายหรือแสดงตัวอย่างการทำปฏิบัติการจากอาจารย์ผู้สอน	26 28.9%	30 33.3%	27 30.0%	7 7.8%	0 -	90	3.83	0.94	มาก
2. ในการทำปฏิบัติการในรายวิชาที่ผ่านๆ มา นิสิตพบปัญหาติดตามการแสดงตัวอย่างการทำปฏิบัติการไม่ทัน (อาจารย์แสดงตัวอย่างเร็ว)	20 22.2%	45 50.0%	19 21.1%	6 6.7%	0 -	90	3.88	0.83	มาก
3. ในการทำปฏิบัติการในรายวิชาที่ผ่านๆ มา นิสิตพบปัญหาว่าจรรยาละเอียดของการทำปฏิบัติการไม่ได้	13 14.4%	50 55.6%	24 26.7%	3 3.3%	0 -	90	3.81	0.72	มาก
4. ในการทำปฏิบัติการในรายวิชาที่ผ่านๆ มา นิสิตต้องการรับฟังและรับชมการอธิบายการทำปฏิบัติการซ้ำเพื่อเก็บรายละเอียดในส่วนที่ไม่เข้าใจ	27 30.0%	38 42.2%	23 25.6%	2 2.2%	0 -	90	4.00	0.81	มาก
5. ในการทำปฏิบัติการในรายวิชาที่ผ่านๆ มา นิสิตพบว่าเครื่องมือในการทำปฏิบัติการไม่เพียงพอ	17 18.9%	35 38.9%	32 35.6%	5 5.6%	1 1.1%	90	3.69	0.88	มาก
6. ในการทำปฏิบัติการในรายวิชาที่ผ่านๆ มา นิสิตพบปัญหาว่าไม่มีส่วนร่วมในการทำปฏิบัติการ	13 14.4%	40 44.4%	25 27.8%	8 8.9%	4 4.4%	90	3.56	1.00	มาก

ตาราง 4.4 ผลการตอบแบบสอบถามประเมินความต้องการสื่อการสอนการทำปฏิบัติการ (ต่อ)

หัวข้อการประเมินความพึงพอใจ	จำนวนผู้แสดงความพึงพอใจในแต่ละระดับ					จำนวนข้อมูล	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
	5	4	3	2	1				
7. ในการทำปฏิบัติการในรายวิชาที่ผ่านๆ มา นิสิตขาดความรู้พื้นฐานในการทำปฏิบัติการ เช่น การอ่านเครื่องมือวัดต่างๆ	7 7.8%	42 46.7%	32 35.6	8 8.9%	1 1.1%	90	3.51	0.81	มาก
เฉลี่ย							3.75	0.85	มาก
8. นิสิตต้องการสื่อการสอนที่เป็นการสาธิตหรือแสดงตัวอย่างการทำปฏิบัติการให้ศึกษาด้วยตนเองก่อนการทำปฏิบัติการจริง	41 45.6%	16 17.8%	30 33.3%	2 2.2%	1 1.1%	90	4.04	0.99	มาก

จากตาราง 4.5 ซึ่งแสดงผลการตอบแบบสอบถามความต้องการสื่อการสอนการทำปฏิบัติการจากคำถามจำนวน 8 ข้อ พบว่านิสิตมีปัญหากในการทำปฏิบัติการคิดเป็นคะแนนเฉลี่ยคือ 3.75 และมีการกระจายของคะแนนเป็น 0.85 ซึ่งคิดเป็นนิสิตมีปัญหากในการทำปฏิบัติการในระดับมาก สำหรับการสอบถามถึงความต้องการสื่อการสอนให้นิสิตทำการศึกษาดด้วยตนเองก่อนทำปฏิบัติการจริงคิดเป็นคะแนนเฉลี่ยคือ 4.04 และมีการกระจายของคะแนนเป็น 0.99 ซึ่งคิดเป็นความต้องการสื่อของนิสิตในระดับมาก

### ส่วนที่ 3 ปัญหาและข้อเสนอแนะอื่นๆ

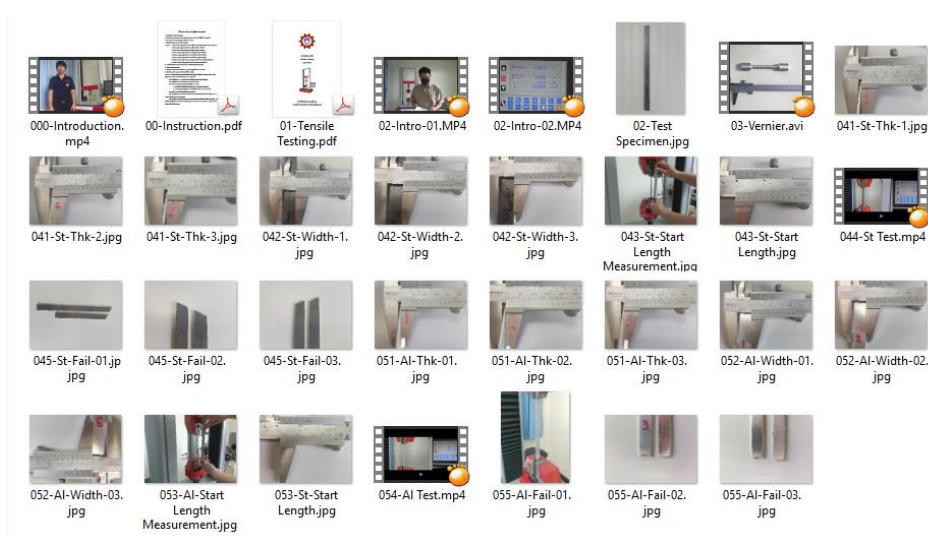
จากการให้นิสิตตอบแบบสอบถามในส่วนของกาแจ้งปัญหาและข้อเสนอแนะอื่นๆ ที่พบในการทำปฏิบัติการ ผู้วิจัยสามารถรวบรวมคำตอบได้ดังนี้

- อยากให้ อ. อธิบายช้าลงกว่านี้คะ
- ขอขึ้นไปปฏิบัติบนมอ
- อยากให้จัดกลุ่มขึ้นไป ปฏิบัติจริงครับเนื่องจากอยากได้ประสบการณ์โดยตรง
- อยากไปเรียนบนมอ ครับ
- อยากให้สอนในมหาลัย
- ทำแล็บออนไลน์บางครั้งตามไม่ทันครับ เพราะเน็ตไม่ค่อยดีบ้างและมีบางช่วงตอนสลับหน้าจอไปมาเลยทำให้ทำตามไม่ทันครับ
- ให้ขึ้นไปเรียนบนมอ

จากปัญหาและข้อเสนอแนะข้างต้นผู้วิจัยจะได้นำไปเป็นแนวทางในการจัดทำสื่อการสอนการทำปฏิบัติการให้มีความเหมาะสมต่อความต้องการของนิสิตต่อไป อาทิเช่น การอธิบายต้องใช้ความเร็วให้เหมาะสม สื่อการสอนต้องไม่ใช้สัญญาณอินเทอร์เน็ต หรือ สื่อการสอนสามารถรับชมซ้ำได้ เป็นต้น

## 4.2 ผลการจัดทำสื่อการสอน

ในการจัดทำสื่อการสอนสำหรับการทำปฏิบัติการทดสอบแรงดึงนั้นผู้วิจัยได้จัดทำในรูปแบบสื่อการสอนอิเล็กทรอนิกส์ในรูปแบบไฟล์วีดิทัศน์ ไฟล์รูปภาพ และไฟล์เอกสาร เพื่อให้ นิสิตได้นำไปศึกษาด้วยตนเองก่อนทำปฏิบัติการจริง ซึ่งไฟล์ต่างๆ ที่ได้สร้างขึ้นเป็นดังแสดงในรูป 4.1



รูป 4.1 ไฟล์สื่อการสอนการทดสอบแรงดึง

โดยไฟล์ต่างๆ ของสื่อการสอนสำหรับการทดสอบแรงดึงประกอบด้วย

1. ไฟล์ 000-Introduction.mp4 เป็นไฟล์วีดิทัศน์กล่าวแนะนำการทดสอบแรงดึงและ ส่วนประกอบของสื่อการสอน มีความยาว 1.12 นาที ตัวอย่างวีดิทัศน์เป็นดังรูป 4.2



รูป 4.2 ตัวอย่างวีดิทัศน์แนะนำการทดสอบแรงดึง

2. ไฟล์ 00-Instruction.pdf เป็นไฟล์เอกสารชี้แจงขั้นตอนการใช้ไฟล์ต่างๆ ของสื่อการสอน
3. ไฟล์ 01-Tensile Testing.pdf เป็นไฟล์เอกสารบรรยายปฏิบัติการ (Lab sheet) การทดสอบแรงดึง
4. ไฟล์ 02-Intro-01.mp4 และ 02-Intro-02.mp4 เป็นไฟล์วีดิทัศน์บรรยายปฏิบัติการและอธิบายเครื่องทดสอบ มีความยาว 3.06 และ 1.47 นาที ตามลำดับ ตัวอย่างวีดิทัศน์เป็นดังรูป 4.3



รูป 4.3 ตัวอย่างวีดิทัศน์บรรยายปฏิบัติการและอธิบายเครื่องทดสอบ

5. ไฟล์ 02-Test Specimen.jpg เป็นไฟล์รูปภาพแสดงตัวอย่างชิ้นงานทดสอบ ดังรูป 4.4



รูป 4.4 ตัวอย่างชิ้นงานทดสอบแรงดึง

6. ไฟล์ 03-Vernier.avi เป็นไฟล์วีดิทัศน์แสดงการอ่านเวอร์เนียซึ่งงานทดสอบ มีความยาว 3.17 นาที ตัวอย่างวีดิทัศน์เป็นดังรูป 4.5



รูป 4.5 ตัวอย่างวีดิทัศน์อธิบายการอ่านเวอร์เนีย

7. ไฟล์ 041-St-Thk-1.jpg, 041-St-Thk-2.jpg และ 041-St-Thk-3.jpg เป็นไฟล์รูปภาพแสดงการใช้เวอร์เนียวัดเพื่ออ่านค่าความหนาของชิ้นงานทดสอบเหล็ก จำนวน 3 ตำแหน่ง ดังรูป 4.6



รูป 4.6 การใช้เวอร์เนียวัดความหนาชิ้นงานทดสอบเหล็ก จำนวน 3 ตำแหน่ง

8. ไฟล์ 042-St-Width-1.jpg, 042-St-Width-2.jpg และ 042-St-Width-3.jpg เป็นไฟล์รูปภาพแสดงการใช้เวอร์เนียวัดเพื่ออ่านค่าความกว้างของชิ้นงานทดสอบเหล็ก จำนวน 3 ตำแหน่ง ดังรูป 4.7



รูป 4.7 การใช้เวอร์เนียวัดความกว้างชิ้นงานทดสอบเหล็ก จำนวน 3 ตำแหน่ง

9. ไฟล์ 043-St-Start Length Measurement.jpg เป็นไฟล์รูปภาพแสดงการใช้เวอร์เนียร์วัดความยาวเริ่มต้นของชิ้นงานทดสอบเหล็กเมื่อติดตั้งเข้ากับเครื่องทดสอบ ดังรูป 4.8



รูป 4.8 การวัดความยาวเริ่มต้นของชิ้นงานทดสอบเหล็กเมื่อติดตั้งเข้ากับเครื่องทดสอบ

10. ไฟล์ 043-St-Start Length.jpg เป็นไฟล์รูปภาพแสดงการอ่านค่าความยาวเริ่มต้นของชิ้นงานทดสอบเหล็ก ดังรูป 4.9



รูป 4.9 การอ่านค่าความยาวเริ่มต้นของชิ้นงานทดสอบเหล็ก

11. ไฟล์ 044-St-Test.mp4 เป็นไฟล์วีดิทัศน์แสดงการดึงชิ้นงานทดสอบเหล็กด้วยเครื่องทดสอบพร้อมกับแสดงแรงดึงและระยะยืดที่ใช้ในการทดสอบ ในวีดิทัศน์นี้จะแสดงการทดสอบตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดการทดลองเมื่อชิ้นงานทดสอบขาดออกจากกันโดยมีความยาว 5.42 นาที ตัวอย่างวีดิทัศน์เป็นดังรูป 4.10



รูป 4.10 ตัวอย่างวีดิทัศน์แสดงการทดสอบดึงชิ้นงานทดสอบเหล็ก

12. ไฟล์ 045-St-Fail-1.jpg, 045-St-Fail-2.jpg และ 045-St-Fail-3.jpg เป็นไฟล์รูปภาพแสดงความเสียหายจากการทดสอบของชิ้นงานทดสอบเหล็ก ดังรูป 4.11



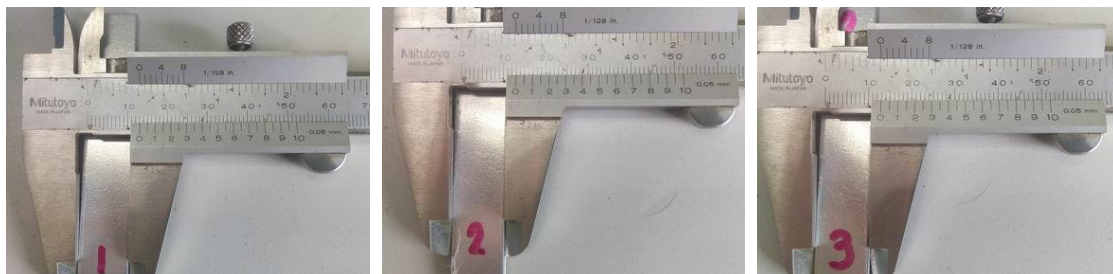
รูป 4.11 ภาพความเสียหายจากการทดสอบของชิ้นงานทดสอบเหล็ก

13. ไฟล์ 051-Al-Thk-1.jpg, 051-Al-Thk-2.jpg และ 051-Al-Thk-3.jpg เป็นไฟล์รูปภาพแสดงการใช้เวอร์เนียรวัดเพื่ออ่านค่าความหนาของชิ้นงานทดสอบอะลูมิเนียม จำนวน 3 ตำแหน่ง ดังรูป 4.12



รูป 4.12 การใช้เวอร์เนียรวัดความหนาชิ้นงานทดสอบอะลูมิเนียม จำนวน 3 ตำแหน่ง

14. ไฟล์ 052-AI-Width-01.jpg, 052-AI-Width-02.jpg และ 052-AI-Width-03.jpg เป็นไฟล์รูปภาพแสดงการใช้เวอร์เนียวัดเพื่ออ่านค่าความกว้างของชิ้นงานทดสอบอะลูมิเนียม จำนวน 3 ตำแหน่ง ดังรูป 4.13



รูป 4.13 การใช้เวอร์เนียวัดความกว้างชิ้นงานทดสอบอะลูมิเนียม จำนวน 3 ตำแหน่ง

15. ไฟล์ 053-AI-Start Length Measurement.jpg เป็นไฟล์รูปภาพแสดงการใช้เวอร์เนียวัดความยาวเริ่มต้นของชิ้นงานทดสอบอะลูมิเนียมเมื่อติดตั้งเข้ากับเครื่องทดสอบ ดังรูป 4.14



รูป 4.14 การวัดความยาวเริ่มต้นของชิ้นงานทดสอบอะลูมิเนียมเมื่อติดตั้งเข้ากับเครื่องทดสอบ

16. ไฟล์ 053-AI-Start Length.jpg เป็นไฟล์รูปภาพแสดงการอ่านค่าความยาวเริ่มต้นของชิ้นงานทดสอบอะลูมิเนียม ดังรูป 4.15



รูป 4.15 การอ่านค่าความยาวเริ่มต้นของชิ้นงานทดสอบอะลูมิเนียม

17. ไฟล์ 054-AI-Test.mp4 เป็นไฟล์วิดีโอที่แสดงการดึงชิ้นงานทดสอบอะลูมิเนียมด้วยเครื่องทดสอบพร้อมกับแสดงแรงดึงและระยะยืดที่ใช้ในการทดสอบ ในวิดีโอนี้จะแสดงการทดสอบตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดการทดลองเมื่อชิ้นงานทดสอบขาดออกจากกันโดยมีความยาว 3.16 นาที ตัวอย่างวิดีโอเป็นดังรูป 4.16



รูป 4.16 ตัวอย่างวิดีโอที่แสดงการทดสอบดึงชิ้นงานทดสอบอะลูมิเนียม

18. ไฟล์ 055-AI-Fail-1.jpg, 055-AI-Fail-2.jpg และ 055-AI-Fail-3.jpg เป็นไฟล์ภาพแสดงความเสียหายจากการทดสอบของชิ้นงานทดสอบอะลูมิเนียม ดังรูป 4.17



รูป 4.17 ภาพความเสียหายจากการทดสอบของชิ้นงานทดสอบอะลูมิเนียม

#### 4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อสื่อการสอนและผลการเรียนรู้จากสื่อการสอน

เมื่อนิสิตกลุ่มตัวอย่างได้นำสื่อการสอนการทำปฏิบัติการทดสอบแรงดึงที่พัฒนาขึ้นมาไปทำการศึกษาด้วยตนเองเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้ให้นิสิตตอบแบบสอบถาม จำนวน 2 ชุด คือ แบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจในการพัฒนาสื่อการสอน และแบบสอบถามเพื่อประเมินผลการเรียนรู้ในการพัฒนาสื่อการสอนสำหรับปฏิบัติการทดสอบแรงดึง โดยมีนิสิตตอบแบบสอบถามจำนวน 93 คน จากจำนวนผู้เข้าเรียนในทั้งสองรายวิชาคือ 109 คน ซึ่งข้อมูลจากการตอบแบบสอบถามสามารถนำเสนอและทำการวิเคราะห์ได้เป็น 3 ส่วน ประกอบด้วย

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมกิจกรรม

ส่วนที่ 3 ผลการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เข้าร่วมกิจกรรม

##### ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

การวิจัยครั้งนี้ได้ให้ผู้เข้าเรียนในรายวิชาปฏิบัติการสำหรับวิศวกรเครื่องกล 1 ซึ่งเป็นรายวิชาสำหรับนิสิตสาขาวิศวกรรมเครื่องกล ชั้นปีที่ 3 และรายวิชาปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกลซึ่งเป็นรายวิชาสำหรับนิสิตสาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ชั้นปีที่ 3 ได้เรียนและทำปฏิบัติการการทดสอบแรงดึงด้วยสื่อการสอนที่ได้พัฒนาขึ้นมา เมื่อการเรียนการสอนสิ้นสุดลง ผู้วิจัยได้ให้ผู้เข้าเรียนทำการตอบแบบสอบถามออนไลน์ ซึ่งข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามเป็นดังนี้

ตาราง 4.5 จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม

รายละเอียด	จำนวนผู้เรียน	จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม	ร้อยละ
รายวิชาปฏิบัติการสำหรับวิศวกรเครื่องกล 1	55	43	78.2
รายวิชาปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล	54	50	92.6
รวม	109	93	85.3

จากตาราง 4.5 ซึ่งแสดงข้อมูลจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามจากผู้เข้าเรียนในแต่ละรายวิชาพบว่าในรายวิชาปฏิบัติการสำหรับวิศวกรเครื่องกล 1 มีผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 43 คน จากผู้เข้าเรียนทั้งหมด 55 คน คิดเป็นร้อยละ 78.2 สำหรับรายวิชาปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล มีผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 50 คน จากผู้เข้าเรียนทั้งหมด 54 คน คิดเป็นร้อยละ 92.6 รวมทั้งสองรายวิชา มีผู้ตอบแบบสอบถามรวม 93 คน จากผู้เข้าเรียนทั้งหมด 109 คน คิดเป็นร้อยละ 85.3

ตาราง 4.6 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตาม ชั้นปี เพศ และสาขาวิชา

รายละเอียด	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ชั้นปีที่ 3	93	100.0
รวม	93	100.0
เพศชาย	52	55.9
เพศหญิง	41	44.1
รวม	93	100.0
นิสิตสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล	43	46.2
นิสิตสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ	50	53.8
รวม	93	100.0

ในตาราง 4.6 ได้แสดงข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามชั้นปี เพศ และสาขาวิชา พบว่านิสิตทั้งหมด 93 คน เป็นนิสิตชั้นปีที่ 3 คิดเป็นร้อยละ 100.0 เป็นนิสิตชายจำนวน 52 คน และนิสิตหญิงจำนวน 41 คน คิดเป็นร้อยละ 55.9 และ 44.1 ตามลำดับ และเป็นนิสิตสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลจำนวน 43 คน และเป็นนิสิตสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการจำนวน 50 คน คิดเป็นร้อยละ 46.2 และ 53.8 ตามลำดับ

ตาราง 4.7 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามระดับผลการศึกษา

ระดับผลการศึกษา	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1.75 ถึง 2.00	21	22.6
2.01 ถึง 2.50	44	47.3
2.51 ถึง 2.75	16	17.2
2.76 ถึง 3.00	9	9.7
สูงกว่า 3.00	3	3.2
รวม	93	100.0

ตาราง 4.7 แสดงข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามระดับผลการศึกษาโดยพบว่าระดับผลการศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถามเรียงจากมากไปน้อย ระดับแรกคือ 2.01 ถึง 2.50 จำนวน 47 คน คิดเป็นร้อยละ 50.5 ระดับที่สองคือ 1.75 ถึง 2.00 จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 22.6 ระดับที่สามคือ 2.51 ถึง 2.75 จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 17.2 และระดับสุดท้ายคือ 2.76 ถึง 3.00 จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 9.7

ตาราง 4.8 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามอุปกรณ์ที่ใช้ในคู่มือการสอน

อุปกรณ์ที่ใช้คู่มือการสอน	จำนวน (คน)	ร้อยละ
Ipad	1	1.1
PC	16	17.2
Notebook	60	64.5
Smartphone	8	8.6
Tablet	8	8.6
รวม	93	100.0

ตาราง 4.8 แสดงข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามอุปกรณ์ที่ใช้ในคู่มือการสอน โดยพบว่าอุปกรณ์ที่นิสิตใช้ในการรับชมสื่อการสอนเรียงจากมากไปน้อยคือ รับชมผ่าน Notebook จำนวน 60 คน คิดเป็นร้อยละ 64.5 รับชมผ่าน PC จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 17.2 รับชมผ่าน Smartphone และ Tablet มีจำนวนเท่ากันคือ 8 คน คิดเป็นร้อยละ 8.6 และรับชมผ่าน Ipad จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 1.1

## ส่วนที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมกิจกรรม

จากการรวบรวมข้อมูลการตอบแบบสอบถามของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยถึงความพึงพอใจต่อสื่อการสอนการปฏิบัติทดสอบแรงดึงที่ได้พัฒนาขึ้น ผู้วิจัยสามารถนำเสนอผลการตอบแบบสอบถามได้ดังตาราง 4.9

ตาราง 4.9 ผลการตอบแบบสอบถามการประเมินความพึงพอใจในการพัฒนาสื่อการสอนสำหรับปฏิบัติทดสอบแรงดึง

หัวข้อการประเมินความพึงพอใจ	จำนวนผู้แสดงความพึงพอใจในแต่ละระดับ					จำนวนข้อมูล	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
	5	4	3	2	1				
1. สื่อการสอนการทดสอบแรงดึงมีความน่าสนใจ	16 17.2%	64 68.8%	12 12.9%	1 1.1%	0 -	93	4.02	0.59	มาก
2. สามารถใช้งานสื่อการสอนได้ง่าย	27 29.0%	54 58.1%	12 12.9%	0 -	0 -	93	4.16	0.63	มาก
3. ส่วนประกอบต่างๆ ของสื่อการสอน (รูปภาพและ VDO) มีครบถ้วน เพียงพอต่อการศึกษาค้นคว้าทดสอบแรงดึงด้วยตนเอง	28 30.1%	54 58.1%	11 11.8%	0 -	0 -	93	4.18	0.62	มาก
4. ความชัดเจนของรูปภาพและ VDO ของสื่อการสอน	38 40.9%	37 39.8%	17 18.3%	1 1.1%	0 -	93	4.20	0.77	มาก

ตาราง 4.9 ผลการตอบแบบสอบถามการประเมินความพึงพอใจในการพัฒนาสื่อการสอนสำหรับปฏิบัติการทดสอบแรงดึง (ต่อ)

หัวข้อการประเมินความพึงพอใจ	จำนวนผู้แสดงความพึงพอใจในแต่ละระดับ					จำนวนข้อมูล	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
	5	4	3	2	1				
5. รูปแบบของ VDO (ไฟล์นามสกุล MP4 และ AVI) สามารถรับชมได้ง่าย	34 36.6%	46 49.5%	13 14.0%	0 -	0 -	93	4.23	0.68	มาก
6. การบรรยายของสื่อการสอนมีเสียงดังชัดเจน รับฟังได้ง่าย	46 49.5%	38 40.9%	9 9.7%	0 -	0 -	93	4.40	0.66	มาก
7. VDO แสดงการทดสอบดึงชิ้นงานและข้อมูลแรงและระยะยืดของชิ้นงานระหว่างการทดสอบสามารถทำให้เข้าใจกายภาพของชิ้นงานและข้อมูลการทดสอบได้ง่าย	36 38.7%	48 51.6%	9 9.7%	0 -	0 -	93	4.28	0.63	มาก
8. การอธิบายขั้นตอนการทำการทดสอบสามารถเข้าใจได้ง่าย	24 25.8%	53 57.0%	16 17.2%	0 -	0 -	93	4.09	0.65	มาก
9. โดยภาพรวมท่านมีความพึงพอใจต่อสื่อการสอนการทดสอบแรงดึงเพียงใด	23 24.7%	59 63.4%	11 11.8%	0 -	0 -	93	4.13	0.59	มาก
เฉลี่ย							4.19	0.65	มาก

จากตาราง 4.9 ซึ่งแสดงผลการตอบแบบสอบถามการประเมินความพึงพอใจในการพัฒนาสื่อการสอนสำหรับปฏิบัติการทดสอบแรงดึงจากคำถามจำนวน 9 ข้อ พบว่าโดยรวมแล้วผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจต่อสื่อการสอนที่พัฒนาขึ้นมีคะแนนเฉลี่ยคือ 4.19 และมีการกระจายของคะแนนเป็น 0.65 ซึ่งคิดเป็นผลความพึงพอใจในระดับมากแต่ทั้งนี้ในคำถาม “สื่อการสอนการทดสอบแรงดึงมีความน่าสนใจ” พบว่าได้คะแนนเฉลี่ยค่อนข้างต่ำคือ 4.02 ดังนั้นจึงควรปรับปรุงให้สื่อการสอนมีความน่าสนใจยิ่งขึ้น

### ส่วนที่ 3 ผลการประเมินการเรียนรู้ของผู้เข้าร่วมกิจกรรม

จากการรวบรวมข้อมูลการตอบแบบสอบถามของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยถึงผลการเรียนรู้จากการใช้สื่อการสอนการปฏิบัติการทดสอบแรงดึงที่ได้พัฒนาขึ้น ผู้วิจัยสามารถนำเสนอผลการตอบแบบสอบถามได้ดังตาราง 4.10

ตาราง 4.10 ผลการตอบแบบสอบถามการประเมินผลการเรียนรู้ในการพัฒนาสื่อการสอนสำหรับปฏิบัติการทดสอบแรงดึง

หัวข้อการประเมินการเรียนรู้	จำนวนผู้แสดงผลการเรียนรู้ ในแต่ละระดับ					จำนวน ข้อมูล	ค่า เฉลี่ย	S.D.	ระดับ ผลการ เรียนรู้
	5	4	3	2	1				
1. ท่านมีความเข้าใจในการอ่านเวอร์เนียร์	18 19.4%	50 53.8%	23 24.7%	2 2.2%	0 -	93	3.90	0.72	มาก
2. ท่านสามารถอ่านเวอร์เนียร์ความละเอียด 0.5 มิลลิเมตร ได้	16 17.2%	51 54.8%	24 25.8%	2 2.2%	0 -	93	3.87	0.71	มาก
3. ท่านมีความเข้าใจในวัตถุประสงค์การทดสอบ	21 22.6%	61 65.6%	11 11.8%	0 -	0 -	93	4.04	0.63	มาก
4. ท่านมีความเข้าใจในการทำงานของเครื่องทดสอบ UTM	13 14.0%	55 59.1%	25 26.9%	0 -	0 -	93	3.87	0.63	มาก
5. ท่านมีความเข้าใจในขั้นตอนของการทดสอบแรงดึง	17 18.3%	59 63.4%	17 18.3%	0 -	0 -	93	4.00	0.61	มาก
6. ท่านมีความเข้าใจในการอ่านค่าผลการทดสอบที่จอแสดงผล	19 20.4%	60 64.5%	14 15.1%	0 -	0 -	93	4.05	0.60	มาก
7. ท่านสามารถนำผลการทดสอบไปดำเนินการหาคุณสมบัติทางกลของวัสดุได้	12 12.9%	53 57.0%	27 29.0%	1 1.1%	0 -	93	3.82	0.66	มาก
8. จากการรับชมสื่อบรรยายการทดสอบแรงดึง ท่านสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปจัดทำรายงาน	16 17.2%	51 54.8%	25 26.9%	1 1.1%	0 -	93	3.88	0.69	มาก
เฉลี่ย							3.93	0.66	มาก

จากตาราง 4.6 ซึ่งแสดงผลการตอบแบบสอบถามการประเมินการเรียนรู้ในการพัฒนาสื่อการสอนสำหรับปฏิบัติการทดสอบแรงดึงจากคำถามจำนวน 8 ข้อ พบว่าโดยรวมแล้วผลการเรียนรู้ในการทำปฏิบัติการทดสอบแรงดึงจากสื่อการสอนที่พัฒนาขึ้นมีคะแนนเฉลี่ยคือ 3.93 และมีการกระจายของคะแนนเป็น 0.66 ซึ่งคิดเป็นผลการเรียนรู้ในระดับมาก แต่ทั้งนี้พบว่าในหลายๆ ผลการเรียนรู้ยังมีคะแนนต่ำกว่า 4.00 เช่น การอ่านเวอร์เนียร์ การทำความเข้าใจในการทำงานของเครื่องทดสอบ UTM หรือการนำผลการทดสอบไปดำเนินการหาคุณสมบัติทางกลของวัสดุ ดังนั้นต้องพัฒนาสื่อการสอนให้ผลิตมีผลการเรียนรู้ให้มีคะแนนเฉลี่ยที่สูงขึ้น

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินงานตามวิธีดำเนินงานวิจัยแล้วได้ผลการวิจัยดังแสดงในบทที่ผ่านมาจึงสามารถสรุปผลการดำเนินงานตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยได้ดังนี้

#### 5.1 สรุปผลการศึกษาความต้องการสื่อการสอนของนิสิต

จากการตอบแบบสอบถามความต้องการสื่อการสอนการทำปฏิบัติการในรายวิชาปฏิบัติการสำหรับวิศวกรเครื่องกล 1 และรายวิชาปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล ของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนิสิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ที่ลงทะเบียนในรายวิชาทั้งสองจำนวน 90 คน จากจำนวนทั้งหมด 109 คน คิดเป็นผู้ตอบแบบสอบถามความต้องการสื่อการสอนร้อยละ 82.6 พบว่านิสิตพบปัญหาในการรับฟังและรับชมการบรรยายการทำปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการในระดับมาก คือมีคะแนนเฉลี่ยของการตอบแบบสอบถามเป็น 3.75 และมีการกระจายของคะแนนเป็น 0.85 สำหรับความต้องการสื่อการสอนให้นิสิตทำการศึกษาด้วยตนเองก่อนทำปฏิบัติการจริงอยู่ในระดับมาก โดยคิดเป็นคะแนนเฉลี่ย 4.04 และมีการกระจายของคะแนนเป็น 0.99

#### 5.2 สรุปผลการจัดทำสื่อการสอน

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้จัดทำสื่อการสอนการทำปฏิบัติการทดสอบแรงดึงในรูปแบบสื่อการสอนอิเล็กทรอนิกส์เพื่อให้นิสิตได้นำไปศึกษาก่อนการทำปฏิบัติการจริง โดยไฟล์สื่อการสอนที่จัดทำขึ้นประกอบด้วยไฟล์ต่างๆ ดังนี้

1. ไฟล์เอกสาร จำนวน 2 ไฟล์ เป็นไฟล์เอกสารชี้แจงขั้นตอนการใช้สื่อการสอนและขั้นตอนการทำปฏิบัติการ
2. ไฟล์วีดิทัศน์ จำนวน 6 ไฟล์ เป็นไฟล์วีดิทัศน์แสดงการอธิบายการทดสอบ การใช้เครื่องมือวัดของการทดสอบ การใช้เครื่องทดสอบ และขั้นตอนการทำทดสอบ รวมถึงแสดงการทดสอบดึงชิ้นงานเหล็กและอะลูมิเนียม
3. ไฟล์รูปภาพ จำนวน 23 ไฟล์ เป็นไฟล์รูปภาพแสดงรูปภาพชิ้นงานทดสอบ การวัดขนาดชิ้นงานทดสอบ และความเสียหายของชิ้นงานทดสอบ

#### 5.3 สรุปผลการประเมินความพึงพอใจต่อสื่อการสอนและผลการเรียนรู้จากสื่อการสอน

จากผลการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจต่อสื่อการสอนและผลการเรียนรู้จากสื่อการสอนของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนิสิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ที่ลงทะเบียนในรายวิชาทั้งสองจำนวน

93 คน จากจำนวนทั้งหมด 109 คน คิดเป็นผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 85.3 สามารถสรุปผลการดำเนินงานในส่วนนี้ได้ดังนี้

### 5.3.1 สรุปผลการประเมินความพึงพอใจต่อสื่อการสอน

จากการตอบแบบสอบถามของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยถึงความพึงพอใจต่อสื่อการสอนการทำปฏิบัติการทดสอบแรงดึงที่ได้พัฒนาขึ้นพบว่าโดยรวมแล้วผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจต่อสื่อการสอนที่พัฒนาขึ้นอยู่มีคะแนนเฉลี่ยคือ 4.19 และมีการกระจายของคะแนนเป็น 0.65 ซึ่งคิดเป็นผลความพึงพอใจในระดับมากแต่ทั้งนี้ในคำถาม “สื่อการสอนการทดสอบแรงดึงมีความน่าสนใจ” พบว่าได้คะแนนเฉลี่ยค่อนข้างต่ำคือ 4.02 ดังนั้นจึงควรปรับปรุงให้สื่อการสอนมีความน่าสนใจยิ่งขึ้น

### 5.3.2 สรุปผลการประเมินผลการเรียนรู้จากสื่อการสอน

จากการตอบแบบสอบถามของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยถึงผลการเรียนรู้จากสื่อการสอนการทำปฏิบัติการทดสอบแรงดึงที่ได้พัฒนาขึ้นพบว่าโดยรวมแล้วผลการเรียนรู้ในการทำปฏิบัติการทดสอบแรงดึงจากสื่อการสอนที่พัฒนาขึ้นมีคะแนนเฉลี่ยคือ 3.93 และมีการกระจายของคะแนนเป็น 0.66 ซึ่งคิดเป็นผลการเรียนรู้ในระดับมาก แต่ทั้งนี้จะพบว่าในหลายๆ ผลการเรียนรู้ยังมีคะแนนต่ำกว่า 4.00 เช่น การอ่านเวอร์เนียร์ การทำความเข้าใจในการทำงานของเครื่องทดสอบ UTM หรือการนำผลการทดสอบไปดำเนินการหาคุณสมบัติทางกลของวัสดุ ดังนั้นต้องพัฒนาสื่อการสอนให้นิสิตมีผลการเรียนรู้ให้มีคะแนนเฉลี่ยที่สูงขึ้น

## บรรณานุกรม

- [1] อติศร ประสิทธิ์ศักดิ์ (มปป.). การทดสอบแรงดึง. เอกสารประกอบการสอนรายวิชา 261391 ปฏิบัติการสำหรับวิศวกรเครื่องกล 1 และรายวิชา 261394 ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล, สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา.
- [2] ประณุต พรหมลักษณ์ และสมพร สุขะ (2554). การพัฒนาบทเรียนออนไลน์เรื่องวิศวกรรม การหล่อโลหะ (A Development of Online Course Concerning with Foundry Engineering) วารสารวิจัย มทร.กรุงเทพ, 14-16.
- [3] วิชิต สุขทร, วรชัย เขาวปานี, วีรวรรณ จงจิตร ศิริจิรกาล และปานจิตร หलगประดิษฐ์ (2556). การพัฒนาระบบจัดการเรียนการสอนตามหลักเทคโนโลยีสารสนเทศคุณภาพ วารสาร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, 52-64.
- [4] มารยาท โยทองยศ และ ปราณี สวัสดิ์สรรพ (2557). การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเพื่อการวิจัย. สืบค้นวันที่ 17 มีนาคม 2563, จาก <http://www.fsh.mi.th/km/wp-content/uploads/2014/04/resch.pdf>





ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

ผลการตอบแบบสอบถามประเมินความต้องการสื่อการสอน



## คำถาม

### ส่วนที่ 1

1-1 เพศ

1-2 สาขาวิชา

1-3 ชั้นปี

1-4 เกณฑ์สะสมในภาคเรียนที่ผ่านมา

### ส่วนที่ 2

2-1 ในการทำปฏิบัติการในรายวิชาที่ผ่านๆ มา นิสิตพบปัญหาด้านการอธิบายหรือแสดงตัวอย่าง การทำปฏิบัติการจากอาจารย์ผู้สอน

2-2 ในการทำปฏิบัติการในรายวิชาที่ผ่านๆ มา นิสิตพบปัญหาติดตามการแสดงตัวอย่างการทำ ปฏิบัติการไม่ทัน (อาจารย์แสดงตัวอย่างเร็ว)

2-3 ในการทำปฏิบัติการในรายวิชาที่ผ่านๆ มา นิสิตพบปัญหาว่าจรรยาละเอียดของการทำ ปฏิบัติการไม่ได้

2-4 ในการทำปฏิบัติการในรายวิชาที่ผ่านๆ มา นิสิตต้องการรับฟังและรับชมการอธิบายการทำ ปฏิบัติการซ้ำเพื่อเก็บรายละเอียดในส่วนที่ไม่เข้าใจ

2-5 ในการทำปฏิบัติการในรายวิชาที่ผ่านๆ มา นิสิตพบว่าเครื่องมือในการทำปฏิบัติการไม่เพียงพอ

2-6 ในการทำปฏิบัติการในรายวิชาที่ผ่านๆ มา นิสิตพบปัญหาว่าไม่มีส่วนร่วมในการทำปฏิบัติการ

2-7 ในการทำปฏิบัติการในรายวิชาที่ผ่านๆ มา นิสิตขาดความรู้พื้นฐานในการทำปฏิบัติการ เช่น การอ่านเครื่องมือวัดต่างๆ

2-8 นิสิตต้องการสื่อการสอนที่เป็นการสาธิตหรือแสดงตัวอย่างการทำปฏิบัติการให้ศึกษาด้วย ตนเองก่อนการทำปฏิบัติการจริง

## คำตอบ

### ส่วนที่ 1

1-1 F หมายถึง ชาย FM หมายถึง หญิง

1-2 IE หมายถึง สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ME หมายถึง สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

1-4 A หมายถึง เกณฑ์สะสมในภาคเรียนที่ผ่านมาสูงกว่า 3.00

B หมายถึง เกณฑ์สะสมในภาคเรียนที่ผ่านมาอยู่ระหว่าง 2.76 ถึง 3.00

C หมายถึง เกณฑ์สะสมในภาคเรียนที่ผ่านมาอยู่ระหว่าง 2.51 ถึง 2.75

D หมายถึง เกณฑ์สะสมในภาคเรียนที่ผ่านมาอยู่ระหว่าง 2.01 ถึง 2.50

E หมายถึง เกณฑ์สะสมในภาคเรียนที่ผ่านมาอยู่ระหว่าง 1.76 ถึง 2.00

F หมายถึง เกณฑ์สะสมในภาคเรียนที่ผ่านมาต่ำกว่า 1.75

### ส่วนที่ 2

5 หมายถึง ระดับมากที่สุด

4 หมายถึง ระดับมาก

3 หมายถึง ระดับปานกลาง

2 หมายถึง ระดับน้อย

1 หมายถึง ระดับน้อยที่สุด

ตาราง ก. ผลการตอบแบบสอบถามการประเมินความต้องการสื่อการสอน

คำถาม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
ส่วนที่ 1																										
1-1	M	M	FM	M	FM	M	M	FM	M	FM	M	M	M	FM	M	M	M	FM	M	M	FM	M	FM	M	FM	M
1-2	ME	IE	ME	IE	IE	ME	ME	ME	IE	ME	ME	ME	IE	ME	ME	ME	IE	IE	ME	ME	IE	ME	IE	ME	IE	IE
1-3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1-4	D	E	B	D	C	E	E	D	A	C	B	E	D	D	A	A	B	C	B	C	D	D	D	D	D	D
ส่วนที่ 2																										
2-1	2	3	2	2	3	3	3	3	5	3	5	4	4	2	4	3	3	3	4	4	5	3	4	3	3	3
2-2	4	3	2	2	4	4	3	3	4	4	5	4	5	2	5	4	3	4	4	3	5	4	4	3	4	4
2-3	4	4	3	2	4	3	4	4	4	3	3	4	5	3	5	4	2	3	4	4	5	4	4	3	3	3
2-4	3	5	5	3	3	4	3	5	4	3	5	3	4	2	5	5	5	3	5	5	5	5	4	3	3	3
2-5	3	3	2	1	3	4	3	2	4	3	5	3	5	2	3	2	4	3	5	3	5	5	4	3	5	5
2-6	2	3	3	1	3	5	2	1	4	3	5	3	4	1	5	4	5	3	3	4	5	5	4	3	3	3
2-7	2	3	3	2	4	3	3	3	3	2	5	4	5	1	3	3	5	3	5	3	5	3	4	2	2	2
2-8	2	4	5	3	4	4	4	5	5	4	4	4	3	1	5	4	5	3	5	5	5	5	4	4	3	3

ตาราง ก. ผลการตอบแบบสอบถามการประเมินความต้องการสื่อการสอน (ต่อ)

คำถาม	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	
ส่วนที่ 1																										
1-1	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	FM	M	M	M	M	M	M	FM	FM	FM	FM	FM	FM	FM	M	M
1-2	IE	ME	ME	ME	IE	ME	ME	ME	ME	IE	ME	ME	ME	IE	IE	ME	ME	ME	IE	IE	IE	ME	IE	IE	IE	IE
1-3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1-4	C	C	E	D	D	D	D	B	D	B	D	D	D	B	B	C	B	D	D	E	D	D	E	D	E	E
ส่วนที่ 2																										
2-1	3	2	3	4	5	4	3	3	3	3	2	3	5	3	4	2	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4
2-2	4	3	3	4	5	4	3	3	3	4	2	3	5	2	3	2	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4
2-3	4	3	3	4	5	3	4	3	3	4	3	2	5	3	4	3	3	4	4	3	4	4	3	4	4	4
2-4	3	3	3	3	5	4	3	3	4	4	3	4	5	2	3	3	3	4	5	4	5	4	3	5	4	4
2-5	5	3	3	5	5	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	2	3	4	4	3	5	4	3	5	4	4
2-6	4	4	3	2	5	3	3	3	2	3	2	2	4	1	3	2	3	2	4	3	4	4	3	5	4	4
2-7	4	4	3	2	5	3	3	3	3	3	3	4	3	2	3	2	3	3	4	3	4	4	3	5	4	4
2-8	4	5	3	4	5	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	5	3	5	5	3	5	5	5

ตาราง ก. ผลการตอบแบบสอบถามการประเมินความต้องการสื่อการสอน (ต่อ)

คำถาม	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
ส่วนที่ 1																									
1-1	M	FM	M	M	FM	FM	FM	FM	FM	M	FM	M	FM	FM	FM	M	M	FM	FM	FM	M	M	M	FM	FM
1-2	ME	ME	IE	IE	IE	IE	ME	IE	IE	ME	IE	IE	IE	ME	ME	IE	IE	IE	ME	IE	ME	IE	IE	ME	IE
1-3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1-4	D	D	D	E	D	E	E	D	E	D	D	E	D	C	C	D	D	C	C	D	D	E	D	C	D
ส่วนที่ 2																									
2-1	4	5	4	3	5	4	4	5	4	4	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5
2-2	4	4	4	4	5	3	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4	4	4	4	5	5	5
2-3	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	5
2-4	5	5	4	3	4	3	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	5	5	4	5
2-5	4	4	5	3	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	5
2-6	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4	3	4	5
2-7	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4
2-8	5	5	5	3	5	4	4	5	3	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5

ตาราง ก. ผลการตอบแบบสอบถามการประเมินความต้องการสื่อการสอน (ต่อ)

คำถาม	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90											
ส่วนที่ 1																										
1-1	M	M	FM	FM	M	FM	FM	FM	FM	FM	FM	FM	M	M	M											
1-2	IE	IE	IE	ME	IE	ME	IE	IE	IE	ME	IE	IE	ME	IE	ME											
1-3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3											
1-4	E	E	D	E	C	D	D	D	D	C	C	E	D	D	E											
ส่วนที่ 2																										
2-1	4	3	4	4	5	5	5	5	3	4	3	4	5	5	4											
2-2	4	3	4	4	5	5	5	5	3	4	3	4	5	5	4											
2-3	4	3	4	4	5	4	4	5	3	4	3	4	4	4	4											
2-4	4	4	4	4	5	5	4	5	4	4	3	4	4	4	4											
2-5	4	3	3	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	5	3											
2-6	4	3	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	5	4											
2-7	4	3	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4											
2-8	3	3	4	3	5	5	5	5	3	3	3	3	5	5	3											

ปัญหาและข้อเสนอนี้ๆ

- อยากให้ อ. อธิบายช้าลงกว่านี้ค่ะ
- ขอขึ้นไปปฏิบัติบนมอ
- อยากไปเรียนบนมอ ครับ
- อยากให้สอนในมหาลัย
- ให้ขึ้นไปเรียนบนมอ
- อยากให้จัดกลุ่มขึ้นไป ปฏิบัติจริงครับ เนื่องจากอยากได้ประสบการณ์โดยตรง
- ทำแล็บออนไลน์บางครั้งตามไม่ทันครับ เพราะเน็ตไม่ค่อยดีบ้างและมีบางช่วงตอนสลับ

หน้าจอบางครั้งทำให้ทำตามไม่ทันครับ

ภาคผนวก ข.

ผลการตอบแบบสอบถามประเมินความพึงพอใจต่อสื่อการสอน



## คำถาม

### ส่วนที่ 1

- |                                      |                                  |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| 1-1 เพศ                              | 1-2 สาขาวิชา                     |
| 1-3 ชั้นปี                           | 1-4 เกณฑ์สะสมในภาคเรียนที่ผ่านมา |
| 1-5 อุปกรณ์ที่ผลิตใช้รับชมสื่อการสอน |                                  |

### ส่วนที่ 2

- 2-1 สื่อการสอนการทดสอบแรงดึงมีความน่าสนใจ
- 2-2 สามารถใช้งานสื่อการสอนได้ง่าย
- 2-3 ส่วนประกอบต่างๆ ของสื่อการสอน (รูปภาพ และ VDO) มีครบถ้วน เพียงพอต่อการศึกษาค้นคว้า
- การทดสอบแรงดึงด้วยตนเอง
- 2-4 ความชัดเจนของรูปภาพและ VDO ของสื่อการสอน
- 2-5 รูปแบบของ VDO (ไฟล์นามสกุล MP4 และ AVI) สามารถรับชมได้ง่าย
- 2-6 การบรรยายของสื่อการสอนมีเสียงดัง ชัดเจน รับฟังได้ง่าย
- 2-7 VDO แสดงการทดสอบดึงชิ้นงานและข้อมูลแรงและระยะยืดของชิ้นงานระหว่างการทดสอบสามารถทำให้เข้าใจกายภาพของชิ้นงานและข้อมูลการทดสอบได้ง่าย
- 2-8 การอธิบายขั้นตอนการทำการทดสอบสามารถเข้าใจได้ง่าย
- 2-9 โดยภาพรวมท่านมีความพึงพอใจต่อสื่อการสอนการทดสอบแรงดึงเพียงใด

## คำตอบ

### ส่วนที่ 1

- 1-1 F หมายถึง ชาย FM หมายถึง หญิง
- 1-2 IE หมายถึง สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ME หมายถึง สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
- 1-4 A หมายถึง เกณฑ์สะสมในภาคเรียนที่ผ่านมาสูงกว่า 3.00
- B หมายถึง เกณฑ์สะสมในภาคเรียนที่ผ่านมาอยู่ระหว่าง 2.76 ถึง 3.00
- C หมายถึง เกณฑ์สะสมในภาคเรียนที่ผ่านมาอยู่ระหว่าง 2.51 ถึง 2.75
- D หมายถึง เกณฑ์สะสมในภาคเรียนที่ผ่านมาอยู่ระหว่าง 2.01 ถึง 2.50
- E หมายถึง เกณฑ์สะสมในภาคเรียนที่ผ่านมาอยู่ระหว่าง 1.76 ถึง 2.00
- F หมายถึง เกณฑ์สะสมในภาคเรียนที่ผ่านมาต่ำกว่า 1.75
- |                                  |                              |
|----------------------------------|------------------------------|
| 1-5 PC หมายถึง Personal computer | NB หมายถึง Notebook computer |
| SP หมายถึง Smartphone            | TB หมายถึง Tablet            |

### ส่วนที่ 2

- |                           |                     |
|---------------------------|---------------------|
| 5 หมายถึง ระดับมากที่สุด  | 4 หมายถึง ระดับมาก  |
| 3 หมายถึง ระดับปานกลาง    | 2 หมายถึง ระดับน้อย |
| 1 หมายถึง ระดับน้อยที่สุด |                     |

ตาราง ข. ผลการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจต่อสื่อการสอน

คำถาม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
ส่วนที่ 1																									
1-1	M	FM	M	M	FM	M	M	FM	FM	M	M	FM	FM	M	M	M	FM	M	M	M	FM	FM	FM	M	M
1-2	IE	IE	ME	ME	ME	ME	ME	ME	IE	ME	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1-3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1-4	D	D	D	D	C	C	E	D	D	D	B	D	E	C	B	E	D	C	D	D	D	E	E	D	D
1-5	NB	PC	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	TB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	PC	NB	PC	PC	SP	SP	PC
ส่วนที่ 2																									
2-1	4	4	4	4	4	5	4	5	5	5	4	5	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	5
2-2	3	4	3	3	4	5	3	4	5	5	5	5	4	4	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5
2-3	3	4	3	4	3	4	3	5	5	5	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5
2-4	3	4	3	2	3	3	3	4	5	5	3	3	3	5	4	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5
2-5	4	4	3	5	3	3	3	4	5	5	3	4	4	5	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	5
2-6	4	4	4	3	4	4	3	5	5	5	5	3	4	5	4	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5
2-7	3	4	4	4	4	4	3	4	5	5	5	4	3	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5
2-8	3	4	3	3	5	5	3	5	5	5	4	4	4	5	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	5
2-9	3	4	3	3	4	4	3	4	5	5	5	4	4	5	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5

ตาราง ข. ผลการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจต่อสื่อการสอน (ต่อ)

คำถาม	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
ส่วนที่ 1																									
1-1	M	M	FM	FM	M	M	M	FM	FM	M	M	FM	M	FM	M	M	FM	M	M	M	M	M	M	M	M
1-2	IE	IE	ME	ME	ME	IE	ME	ME	ME	ME	ME	ME	ME	IE	IE	ME	IE	ME	ME	ME	ME	ME	ME	ME	ME
1-3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1-4	D	C	D	E	E	C	E	B	C	C	D	E	E	E	D	D	D	D	E	E	D	B	D	D	E
1-5	NB	NB	NB	NB	NB	IP	SP	SP	TB	NB	NB	SP	TB	NB	PC	PC	PC	SP	NB	PC	TB	NB	NB	PC	PC
ส่วนที่ 2																									
2-1	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	3	4	5	4	5	4
2-2	5	5	3	4	3	4	4	4	5	5	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	5	5	5	4
2-3	5	5	3	4	3	5	4	4	5	5	4	3	3	4	5	5	4	4	4	3	4	5	5	4	4
2-4	5	5	3	4	5	5	4	5	5	5	4	3	5	4	5	5	5	4	4	3	4	5	5	5	4
2-5	5	5	3	4	5	5	4	5	5	5	4	3	3	4	5	5	5	4	4	3	4	5	5	5	4
2-6	5	5	3	4	5	5	5	5	5	5	4	3	5	4	5	5	5	4	4	3	4	5	5	5	4
2-7	5	5	3	4	3	5	4	5	5	5	4	3	5	4	5	5	5	4	4	3	4	5	5	5	4
2-8	4	5	3	4	3	5	4	4	5	5	4	3	3	4	3	4	4	4	4	3	4	5	4	5	4
2-9	4	5	3	4	3	5	4	4	5	5	4	3	4	4	5	4	4	4	4	3	4	5	4	4	4

ตาราง ข. ผลการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจต่อสื่อการสอน (ต่อ)

คำถาม	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
ส่วนที่ 1																									
1-1	FM	M	M	FM	M	M	FM	FM	M	M	M	M	M	FM	FM	FM	M	M	FM	FM	FM	M	FM	FM	M
1-2	IE	IE	IE	IE	IE	ME	ME	ME	ME	ME	ME	IE	IE	IE	ME	IE	IE	IE	IE	IE	IE	ME	IE	IE	ME
1-3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1-4	D	D	B	C	C	E	E	B	D	E	E	A	D	B	C	D	C	B	D	C	D	E	E	C	D
1-5	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	TB	NB	NB	NB	TB	NB	NB	NB	NB	NB
ส่วนที่ 2																									
2-1	5	5	4	5	4	5	4	4	4	3	4	5	3	4	4	3	5	4	4	4	4	4	4	4	4
2-2	4	5	5	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	5	4	4	4	4	4	4
2-3	5	5	5	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	4
2-4	4	5	5	5	4	5	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	5	4	4	5	4	3	3	5	5
2-5	4	5	5	5	5	5	4	4	4	3	4	4	4	5	4	4	4	5	3	4	4	4	4	5	5
2-6	5	5	5	5	5	5	4	3	4	4	4	5	4	4	5	5	4	5	4	5	4	4	4	5	5
2-7	4	5	5	5	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5	5
2-8	4	5	5	5	4	5	4	4	4	3	5	5	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	5	5
2-9	4	5	5	5	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5	4	5	3	4	4	4	4

ตาราง ข. ผลการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจต่อสื่อการสอน (ต่อ)

คำถาม	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93								
ส่วนที่ 1																										
1-1	M	M	M	M	FM	M	FM	FM	FM	FM	M	FM	FM	FM	FM	FM	FM	FM								
1-2	ME	IE	IE	IE	IE	ME	IE	ME	IE	IE	IE	ME	ME	ME	ME	IE	IE	ME								
1-3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3								
1-4	D	C	D	D	D	E	B	D	D	C	D	A	D	D	D	D	A	D								
1-5	NB	NB	NB	PC	PC	TB	TB	SP	NB	NB	NB	SP	NB	PC	PC	NB	NB	PC								
ส่วนที่ 2																										
2-1	4	4	5	4	4	2	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4	3	4								
2-2	4	4	4	5	4	5	4	3	5	4	5	4	4	3	4	5	3	4								
2-3	4	4	4	4	4	4	4	3	5	5	5	4	4	5	4	5	3	4								
2-4	5	5	5	4	4	5	5	3	5	5	5	4	4	3	4	5	3	4								
2-5	4	4	4	4	4	5	4	3	5	5	5	4	4	4	4	5	3	4								
2-6	4	4	5	5	4	5	5	3	5	5	5	5	4	4	4	5	3	4								
2-7	4	4	4	4	4	5	4	3	5	5	5	4	4	4	4	5	3	4								
2-8	4	4	4	4	4	4	4	3	4	5	5	3	4	4	4	5	3	4								
2-9	4	5	4	4	4	4	4	3	5	4	5	4	4	4	4	5	3	4								

ข้อเสนอแนะอื่นๆ

ไม่มี

ภาคผนวก ค.

ผลการตอบแบบสอบถามประเมินผลการเรียนรู้จากสื่อการสอน



## คำถาม

### ส่วนที่ 1

- |                                      |                                   |
|--------------------------------------|-----------------------------------|
| 1-1 เพศ                              | 1-2 สาขาวิชา                      |
| 1-3 ชั้นปี                           | 1-4 เกณฑ์คะแนนในภาคเรียนที่ผ่านมา |
| 1-5 อุปกรณ์ที่ผลิตใช้รับชมสื่อการสอน |                                   |

### ส่วนที่ 2

- 2-1 ท่านมีความเข้าใจในการอ่านเวอร์เนียร์
- 2-2 ท่านสามารถอ่านเวอร์เนียร์ความละเอียด 0.5 มิลลิเมตร ได้
- 2-3 ท่านมีความเข้าใจในวัตถุประสงค์การทดสอบ
- 2-4 ท่านมีความเข้าใจในการทำงานของเครื่องทดสอบ UTM
- 2-5 ท่านมีความเข้าใจในขั้นตอนของการทดสอบแรงดึง
- 2-6 ท่านมีความเข้าใจในการอ่านค่าผลการทดสอบที่จอแสดงผล
- 2-7 ท่านสามารถนำผลการทดสอบไปดำเนินการหาคุณสมบัติทางกลของวัสดุได้
- 2-8 จากการรับชมสื่อบรรยายการทดสอบแรงดึงท่านสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปจัดทำรายงาน

ปฏิบัติการทดสอบแรงดึงได้

## คำตอบ

### ส่วนที่ 1

- |  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| 1-1 F หมายถึง ชาย  | FM หมายถึง หญิง                      |
| 1-2 IE หมายถึง สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ                         | ME หมายถึง สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล |
| 1-4 A หมายถึง เกณฑ์คะแนนในภาคเรียนที่ผ่านมาสูงกว่า 3.00          |                                      |
| B หมายถึง เกณฑ์คะแนนในภาคเรียนที่ผ่านมาอยู่ระหว่าง 2.76 ถึง 3.00 |                                      |
| C หมายถึง เกณฑ์คะแนนในภาคเรียนที่ผ่านมาอยู่ระหว่าง 2.51 ถึง 2.75 |                                      |
| D หมายถึง เกณฑ์คะแนนในภาคเรียนที่ผ่านมาอยู่ระหว่าง 2.01 ถึง 2.50 |                                      |
| E หมายถึง เกณฑ์คะแนนในภาคเรียนที่ผ่านมาอยู่ระหว่าง 1.76 ถึง 2.00 |                                      |
| F หมายถึง เกณฑ์คะแนนในภาคเรียนที่ผ่านมาต่ำกว่า 1.75              |                                      |
| 1-5 PC หมายถึง Personal computer                                 | NB หมายถึง Notebook computer         |
| SP หมายถึง Smartphone  | TB หมายถึง Tablet                    |

### ส่วนที่ 2

- |                           |                     |
|---------------------------|---------------------|
| 5 หมายถึง ระดับมากที่สุด  | 4 หมายถึง ระดับมาก  |
| 3 หมายถึง ระดับปานกลาง    | 2 หมายถึง ระดับน้อย |
| 1 หมายถึง ระดับน้อยที่สุด |                     |

ตาราง ก. ผลการตอบแบบสอบถามการประเมินผลการเรียนรู้จากสื่อการสอน

คำถาม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
ส่วนที่ 1																									
1-1	M	FM	M	M	FM	M	M	FM	FM	M	M	FM	FM	M	M	M	FM	M	M	M	FM	FM	FM	M	M
1-2	IE	IE	ME	ME	ME	ME	ME	ME	IE	ME	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1-3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1-4	D	D	D	D	C	C	E	D	D	D	B	D	E	C	B	E	D	C	D	D	D	E	E	D	D
1-5	NB	PC	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	TB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	PC	NB	PC	PC	SP	SP	PC
ส่วนที่ 2																									
2-1	4	4	4	5	4	5	4	4	4	4	5	5	3	3	4	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4
2-2	4	4	4	4	3	5	3	4	4	4	5	5	5	3	4	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4
2-3	4	4	4	5	4	5	4	5	4	4	4	5	3	2	4	4	5	5	4	5	4	5		4	4
2-4	4	4	3	4	3	5	4	4	3	4	4	5	3	3	3	4	4	4	3	5	4	4	5	3	4
2-5	4	4	4	4	4	5	4	5	4	4	4	5	3	3	3	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4
2-6	4	4	3	4	4	5	4	5	4	4	4	5	4	3	4	4	5	4	3	5	4	4	5	3	4
2-7	4	4	4	4	4	5	4	5	3	4	4	5	4	3	4	4	5	4	4	5	4	4	5	3	4
2-8	4	4	5	4	4	5	3	5	5	4	4	5	3	3	4	4	4	4	4	5	4	4	5	4	4

ตาราง ก. ผลการตอบแบบสอบถามการประเมินผลการเรียนรู้จากสื่อการสอน(ต่อ)

คำถาม	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
ส่วนที่ 1																									
1-1	M	M	FM	FM	M	M	M	FM	FM	M	M	FM	M	FM	M	M	FM	M	M	M	M	M	M	M	M
1-2	IE	IE	ME	ME	ME	IE	ME	ME	ME	ME	ME	ME	IE	IE	ME	IE	ME	ME	ME	ME	ME	ME	ME	ME	ME
1-3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1-4	D	C	D	E	E	C	E	B	C	C	D	E	E	E	D	D	D	D	E	E	D	B	D	D	E
1-5	NB	NB	NB	NB	NB	IP	SP	SP	TB	NB	NB	SP	TB	NB	PC	PC	PC	SP	NB	PC	TB	NB	NB	PC	PC
ส่วนที่ 2																									
2-1	4	4	4	4	5	4	4	5	3	3	4	4	5	4	5	4	4	4	4	3	4	5	4	4	4
2-2	4	4	3	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	3	4	5	4	3	4
2-3	4	4	5	5	5	4	4	5	4	4	5	4	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
2-4	4	4	3	5	5	4	3	4	4	5	4	3	4	3	4	4	4	5	5	3	4	4	4	3	4
2-5	4	5	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	5	5	3	4	5	4	3	4
2-6	4	4	3	4	4	5	4	5	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4
2-7	4	4	5	3	3	4	4	4	4	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4
2-8	4	4	4	5	4	5	4	4	4	5	5	4	5	4	4	4	4	4	5	3	4	4	4	3	4

ตาราง ก. ผลการตอบแบบสอบถามการประเมินผลการเรียนรู้จากสื่อการสอน(ต่อ)

คำถาม	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
ส่วนที่ 1																									
1-1	FM	M	M	FM	M	M	FM	FM	M	M	M	M	M	FM	FM	FM	M	M	FM	FM	FM	M	FM	FM	M
1-2	IE	IE	IE	IE	IE	ME	ME	ME	ME	ME	ME	IE	IE	IE	ME	IE	IE	IE	IE	IE	IE	ME	IE	IE	ME
1-3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1-4	D	D	B	C	C	E	E	B	D	E	E	A	D	B	C	D	C	B	D	C	D	E	E	C	D
1-5	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	TB	NB	NB	NB	TB	NB	NB	NB	NB	NB
ส่วนที่ 2																									
2-1	2	3	5	3	3	3	4	4	3	4	4	5	3	5	3	4	3	4	4	5	2	3	3	5	4
2-2	3	3	5	3	3	3	4	4	3	4	4	5	3	5	3	4	3	4	4	5	2	3	2	5	4
2-3	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	5	4	4	3	4	4	3	4	4	3	3	3	5	5
2-4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	3	5	3	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	5	5
2-5	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	3	5	4	4	3	4	3	3	4	4	3	4	4	5	5
2-6	4	5	4	3	4	3	4	4	5	4	4	5	5	5	3	4	4	4	4	4	3	4	4	5	5
2-7	4	4	4	3	4	3	4	4	3	4	4	5	3	3	3	4	2	3	4	4	3	3	3	4	5
2-8	4	3	4	3	4	3	4	4	3	4	4	5	3	4	3	4	2	3	4	4	3	3	3	4	5

ตาราง ก. ผลการตอบแบบสอบถามการประเมินผลการเรียนรู้จากสื่อการสอน(ต่อ)

คำถาม	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93							
ส่วนที่ 1																									
1-1	M	M	M	M	FM	M	FM	FM	FM	FM	M	FM	FM	FM	FM	FM	FM	FM							
1-2	ME	IE	IE	IE	IE	ME	IE	ME	IE	IE	IE	ME	ME	ME	ME	IE	IE	ME							
1-3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3							
1-4	D	C	D	D	D	E	B	D	D	C	D	A	D	D	D	D	A	D							
1-5	NB	NB	NB	PC	PC	TB	TB	SP	NB	NB	NB	SP	NB	PC	PC	NB	NB	PC							
ส่วนที่ 2																									
2-1	4	3	3	4	3	4	3	3	4	4	3	3	4	5	4	3	4	4							
2-2	4	3	3	4	3	4	3	3	4	4	3	3	4	5	4	3	4	4							
2-3	4	3	3	4	4	4	4	3	4	4	3	3	4	5	4	4	4	4							
2-4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	5	4	4	4	4							
2-5	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	5	4	4	4	4							
2-6	4	3	3	4	4	4	5	3	4	4	3	3	4	5	4	4	4	4							
2-7	4	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3	4	5	4	3	4	4							
2-8	4	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3	4	5	4	3	4	4							

ข้อเสนอแนะอื่นๆ

ไม่มี

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นายคณศ อินต๊ะ
วัน เดือน ปี เกิด	18 กุมภาพันธ์ 2526
ที่ทำงานปัจจุบัน	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา
ตำแหน่งปัจจุบัน	ครู
ประวัติการศึกษา	2550 ปริญญาตรี: วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยนเรศวร 2563 ปริญญาโท: วศ.ม. วิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยพะเยา
ผลงานตีพิมพ์	คณศ อินต๊ะ และสุทธิพันธ์ ศรีรัตยาวงศ์.(2562). ผลของเชื้อเพลิงผสมที่มีผลต่อประสิทธิภาพทางความร้อนของเตาเผาแก๊สซีไฟเออร์แบบไหลขึ้น. วารสารวิศวกรรมสาร มก.ปีที่ 32 ฉบับที่ 108 เดือน กรกฎาคม-ธันวาคม 2562 (หน้าที่ 55-62), คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตบางเขน, (ตอบรับการตีพิมพ์ 20 มีนาคม 2563)

