



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
วิทยาเขตพระนครเหนือ

การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
เรื่อง การฝึกปฏิบัติการทดสอบความแข็ง

Creating and Finding Efficiency Validation of Computer Assisted Instruction
Focused on the Practiced to Hardness Test

นาย พิเชฐ จิรประเสริฐวงศ์
Mr. Pichet Jiraprasertwong

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งในการดำเนินงานของ แผนกวิจัยและฝึกอบรม
ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ
ได้รับการอุดหนุนงบประมาณในการดำเนินการ

ปี พ.ศ. 2548

ลิขสิทธิ์ของ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ

ห้องสมุดวิทยเขตพระนครเหนือ
วันที่..... 2551
เลขทะเบียน..... 000103
เลขที่..... 33

๑๖53๓
ค.ร.

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้าง และหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การฝึกปฏิบัติการทดสอบความแข็ง ให้ได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน 90 /90 และวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ชั้นปีที่ 1 รอบปกติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ จำนวน 20 คน ผู้วิจัยทำการทดลอง โดยให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียน แล้วให้ทำการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการฝึกปฏิบัติการทดสอบความแข็ง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นประกอบด้วย 4 บทเรียน ได้แก่ ความหมายและวิธีการทดสอบความแข็ง ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องทดสอบความแข็ง ขั้นตอนในการทดสอบความแข็งและข้อควรระวังในการทดสอบความแข็ง หลังจากนั้นให้ทำแบบทดสอบหลังเรียนแล้วนำมาคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผลการวิจัยครั้งนี้ปรากฏว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน 90 / 90 และหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักศึกษามีความรู้เพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05



ผู้วิจัย

ABSTRACT

The purposes of the research were to create and find efficiency validation of computer assisted instruction focused on the practice to Hardness Test, for the standard 90/90 and analyze the students' learning achievement after using computer assisted instruction.

The samples were the 20 first year, Bachelor of Engineering Program in Industrial Engineering, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon North Bangkok Campus. The researcher experimented by using pretest, and then using the computer assisted instruction focus on the practice to Hardness Test in learning, next the students did the posttest. After that the researcher calculated to find the computer assisted instruction efficiency and analyzed the students' learning achievement after studying.

The result revealed that the computer assisted instruction efficiency was efficient for standard 90/90. And after studying by using computer assisted instruction, the students' learning achievement increased significantly at 0.05.

(Mr. Pichet Jiraprasertwong)

Researcher



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
บทนำ	1
- ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
- วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
- สมมติฐานการวิจัย	2
- ขอบเขตของการวิจัย	3
- ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย	3
- คำจำกัดความของการวิจัย	4
- ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	5
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
- การวิเคราะห์เนื้อหาวิชา	6
- การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	7
- การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	9
- ความหมายคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	9
- การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	10
- งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	10
วิธีการวิจัย	13
- ระเบียบวิธีวิจัยที่ใช้	13
- กลุ่มตัวอย่าง	14
- เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	14
- การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล	17
- สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	18

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ผลของการวิจัย	22
- ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	22
- สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล	24
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	25
- วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	25
- สมมติฐานการวิจัย	26
- สรุปผลการวิจัย	26
- อภิปรายผล	26
- ข้อเสนอแนะ	27
บรรณานุกรม	29
ภาคผนวก	31
- ราชานามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบสื่อการสอน และหนังสือขอเชิญ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบสื่อการสอน	32
- ขอบข่ายของเนื้อหาวิชา เรื่อง การฝึกปฏิบัติการทดสอบความแข็ง	36
- แบบประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหา	37
- แบบประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ	39
- เกณฑ์การประเมินสื่อการสอน	41
- ผลการประเมินสื่อการสอนจากผู้เชี่ยวชาญ ด้านเนื้อหา	42
- ผลการประเมินสื่อการสอนจากผู้เชี่ยวชาญ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ	43
- ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงของข้อสอบกับวัตถุประสงค์	44
- แสดงผลการประเมินหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ ๗	45
- แสดงผลการประเมินหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ๗	46
- ผลการคำนวณวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	48
- แสดงการทดสอบนัยสำคัญโดยอาศัยการแจกแจงของที (t – test)	50
- แบบทดสอบในการวิจัย	52
- เฉลยแบบทดสอบในการวิจัย	54
- ลักษณะรายวิชา การประลองวิศวกรรมทดสอบวัสดุ	55
- บทดำเนินเรื่อง	56

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. แสดงการทดลองที่มีกลุ่มตัวอย่างหนึ่งกลุ่ม ทำการทดลองก่อนและหลังการทดลองทันที	13
2. แสดงค่าความคิดเห็นของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากผู้เชี่ยวชาญ	22
3. แสดงค่าประเมินสื่อการสอนจากผู้เชี่ยวชาญ ด้านเนื้อหา	42
4. แสดงค่าประเมินสื่อการสอนจากผู้เชี่ยวชาญ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ	43
5. แสดงการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงข้อแบบทดสอบตามวัตถุประสงค์	44
6. แสดงผลการประเมินค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ	45
7. แสดงผลการประเมินค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ	46
8. แสดงการทดสอบนัยสำคัญโดยอาศัยการแจกแจงของที (t – test)	50



สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1. แสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	8
2. แสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	16
3. แสดงขั้นตอนการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูล	18



บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษาในปัจจุบันมุ่งส่งเสริมผู้เรียนให้มีความรู้ในเนื้อหาวิชาต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นจากอาจารย์ผู้สอนโดยตรง หรือจากการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งการมีสื่อการเรียนการสอนที่น่าสนใจ เพื่อจะนำเสนอเนื้อหาต่าง ๆ นั้นจะช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ในการค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมและช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจใน เนื้อหาวิชานั้นดีขึ้น ดังนั้นจึงมีการนำเทคโนโลยีมาใช้เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนการสอนเพิ่มมากขึ้น ในปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีทำให้สามารถติดต่อข่าวสารกันได้แทบทุกหนทุกแห่งในโลก มีการประดิษฐ์คิดค้นอุปกรณ์สื่อสารและสิ่งอำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวัน นอกจากนี้แล้วยังมีการประดิษฐ์คิดค้นสื่อการศึกษาใหม่ ๆ ออกสู่ท้องตลาดมากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือ “ คอมพิวเตอร์ ” และได้มีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เพื่อการศึกษากันอย่างแพร่หลาย (กรมการศึกษานอกโรงเรียน , 2541 : 2) คอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้ด้านการเรียนการสอน (Computer – Based Instruction) สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer - Assisted Instruction : CAI) และคอมพิวเตอร์ช่วยจัดการเรียนการสอน (Computer – Managed Instruction : CMI) ซึ่งจะแบ่งตามลักษณะการนำไปใช้ในกิจกรรมของการเรียนการสอนทั้งหมด (กฤษมันต์ , 2536 : 136)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง สื่อการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่ง ซึ่งใช้ความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอสื่อประสม ได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง แผนภูมิ กราฟ ภาพเคลื่อนไหว วิดีทัศน์และเสียง เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียนหรือองค์ความรู้ในลักษณะที่แตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับธรรมชาติและโครงสร้างของเนื้อหา มีเป้าหมายคือการได้มาซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน และต้องการกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความต้องการอยากเรียนรู้ ช่วยให้ผู้เรียนที่เรียนอ่อนสามารถใช้เวลานอกเวลาเรียนในการฝึกฝนทักษะ และเพิ่มเติมความรู้ เพื่อที่จะปรับปรุงการเรียนของคนให้ทันผู้เรียนอื่นได้ ดังนั้นผู้สอนจึงสามารถนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ช่วยในการสอนเสริม หรือสอนทบทวนการสอนปกติในชั้นเรียนได้โดยที่ผู้สอนไม่จำเป็นต้องเสียเวลาในการสอนซ้ำกับผู้เรียนที่ตามไม่ทัน หรือจัดการสอนเพิ่มเติม ผู้เรียนสามารถนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ในการเรียนด้วยตนเองในเวลา และสถานที่ซึ่งผู้เรียนสะดวก สามารถเรียนในเวลาใดก็ได้ที่ต้องการ สามารถที่จะจูงใจผู้เรียน (Motivated) ที่จะเรียนและสนุกสนานไปกับการเรียนตามแนวคิดของการเรียนรู้ในปัจจุบันที่เรียกว่า Learning is Fun ซึ่งหมายถึง การเรียนรู้เป็นเรื่องสนุก (ฉนวนพร , 2541 : 7 – 12)

ปัญหาของผู้ทำวิจัย คือ การสอนนักศึกษาที่มีจำนวนมาก ลักษณะเนื้อหาวิชาจะเน้นทางด้านปฏิบัติมาก ดังนั้นการสอนวิชาดังกล่าวจำเป็นต้องสอนสาริตและมีทฤษฎีเข้ามาเกี่ยวข้องบ้าง การสอนสาริตเพียงครั้งเดียวไม่สามารถทำให้นักศึกษาทั้งห้องเข้าใจ และปฏิบัติงานได้ตามที่ต้องการ ทำให้อาจารย์ผู้สอนจำเป็นต้องแบ่งกลุ่มนักศึกษาออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ แล้วอาจารย์ผู้สอนจะต้องสอนสาริตหลาย ๆ ครั้งจึงจะทำให้นักศึกษาเข้าใจได้ทั่วถึง ผลที่ได้จากการสอนดังกล่าว อาจารย์ผู้สอนต้องเหนื่อยมากกว่าปกติ เพราะต้องสอนในเนื้อหาเดียวกันซ้ำแล้วซ้ำอีกหลายครั้ง และถ้าการสอนนั้นอาจจะมีนักศึกษาบางคนที่ยังไม่เข้าใจหรือไม่กล้าถาม ก็ทำให้นักศึกษาดังกล่าวไม่มีความรู้ทฤษฎีและไม่สามารถปฏิบัติตามวัตถุประสงค์การสอนได้ อาจารย์ผู้สอนจะสอนทบทวนให้อีกครั้ง ก็ไม่สามารถปฏิบัติได้เพราะนักศึกษาส่วนมากเข้าใจ ถ้าสอนใหม่อาจทำให้การเรียนการสอนนักศึกษาทั้งห้องล่าช้า ดังนั้น นักศึกษาที่ไม่เข้าใจในเนื้อหาทฤษฎีและการปฏิบัติงาน นักศึกษาดังกล่าวจะต้องศึกษาด้วยตนเอง โดยดูจากเพื่อนนักศึกษาที่เข้าฝึกปฏิบัติงานก่อน ถ้ามีโอกาสที่เครื่องจักรที่ใช้ฝึกทักษะนั้นว่างไม่มีผู้ใช้ นักศึกษาที่ไม่เข้าใจก็จะไม่กล้าฝึกปฏิบัติงานก่อน เพราะกลัวว่างานที่ฝึกปฏิบัติออกมาไม่ดี จากเหตุผลที่กล่าวทำให้การฝึกปฏิบัติงานของนักศึกษาทั้งห้องดำเนินไปอย่างล่าช้า ผลงานฝึกปฏิบัติหรือผลสัมฤทธิ์ในการสอนนักศึกษาทั้งห้องยังไม่ดีพอด้วยเหตุนี้ทำให้ผู้วิจัยสนใจ “ ใช้นวัตกรรมคอมพิวเตอร์ เป็นสื่อในการสอน ” เพื่อใช้ประกอบการสอนเป็นกลุ่มใหญ่ หรือกลุ่มเล็กก็ได้เพื่อประโยชน์ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง “ การฝึกปฏิบัติการทดสอบความแข็ง ”
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น
3. เพื่อวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เรื่อง “ การฝึกปฏิบัติการทดสอบความแข็ง ”

สมมติฐานการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน
2. หลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น นักศึกษามีความรู้เพิ่มมากขึ้นกว่าก่อนเรียน

ขอบเขตของการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้ใช้เนื้อหาวิชา ที่ผู้วิจัยสอนมีทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและปฏิบัติลักษณะเนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์จะเป็นภาพเคลื่อนไหว เช่น แสดงการสาธิตการปฏิบัติงาน หรือลักษณะการบรรยาย การสอนหน้าห้องเรียนหรือ สถานที่ฝึกปฏิบัติงาน
2. เนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ ในวิชาที่ผู้วิจัยอ้างถึง ที่จะจัดทำขึ้นใช้เป็นสื่อในการสอนนี้ ผู้วิจัยใช้เนื้อหาบางส่วนวิชา การประลองวิศวกรรมทดสอบวัสดุ รหัสวิชา 04-400-202 หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ที่ใช้ในการเรียนการสอน ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ ในภาคเรียนที่ 1 / 2548
3. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ (4 ปี) ชั้นปีที่ 1 รอบปกติ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา การประลองวิศวกรรมทดสอบวัสดุ รหัสวิชา 04-400-202 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 การสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง
4. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย คือ
 1. ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 2. ตัวแปรตาม (Dependent Variable) คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 3. เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการทดลองนี้ คุณสมบัติของเครื่องขั้นต่ำต้องเป็นเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์รุ่น Pentium - II หน่วยความจำ 128 MB. มี CD - ROM , การ์ดเสียง (Sound Card) พร้อมลำโพง

ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย

1. นักศึกษาทุกคนตั้งใจทำแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัย และผลคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบจึงสามารถใช้เป็นเครื่องชี้ถึงผลการเรียนรู้ที่แท้จริงของกลุ่มตัวอย่างนี้ได้
2. การวิจัยครั้งนี้ความแตกต่างทางด้านพื้นฐานเศรษฐกิจ สังคม และอายุของนักศึกษาไม่มีผลต่อการวิจัย
3. ช่วงเวลาการทดลองไม่มีผลต่อการวิจัย ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยไม่มีอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง จะต้องขอยืมจากหน่วยงานอื่น ๆ ที่ว่างจากการใช้งานประจำ
4. สถานที่เรียนไม่มีผลต่อการวิจัย ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยต้องขอความอนุเคราะห์จากแผนกสาขาอื่น ในการขอยืมห้องเรียนในการทดลอง

คำจำกัดความของการวิจัย

1. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การออกแบบและสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง “ การฝึกปฏิบัติการทดสอบความแข็ง ” สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ (4 ปี) ชั้นปีที่ 1 รอบปกติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร เขตพระนครเหนือ โดยในขั้นตอนการออกแบบบทเรียน วิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์การสอน ออกแบบทดสอบ และการแสดงการสอน สาริตทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติผู้วิจัยจะเป็นผู้ดำเนินการ ส่วนในขั้นตอนการถ่ายทำวิดีโอ และนำวิดีโอที่ถ่ายทำแล้วไปสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยได้จัดจ้างผู้ชำนาญจากภายนอกที่ได้รับอนุมัติแล้วดำเนินการให้

2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง บทเรียนโปรแกรมที่สร้างขึ้นบรรจุข้อมูลเนื้อหา เรื่อง “ การฝึกปฏิบัติการทดสอบความแข็ง ” ลงในแผ่นซีดีรอม นำเสนอภาพนิ่งประกอบคำบรรยาย ภาพเคลื่อนไหว ข้อความ เสียงบรรยายของผู้วิจัย โดยผู้ใช้บทเรียนสามารถนำแผ่นซีดีรอมที่มีบทเรียนคอมพิวเตอร์ดังกล่าวใส่ในช่องแผ่นซีดีรอมของเครื่องคอมพิวเตอร์ จากนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่สร้างจะเปิดไฟล์แบบอัตโนมัติ ให้ผู้ใช้สามารถเลือกบทเรียนตามที่ต้องการได้โดยมีลักษณะเป็นเมนูรายการสอน เมื่อเลือกเมนูรายการสอนใดโปรแกรมจะแสดงหัวข้อเนื้อหาที่จะนำเสนอ แล้วบทเรียนจะนำเข้าสู่เนื้อหาบทเรียนเรื่องนั้น ๆ จนจบ ขณะดูบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยผู้ใช้สามารถหยุดภาพหรือเลือกช่วงเนื้อหา ช่วงใดช่วงหนึ่งของบทเรียนและสามารถออกจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ตลอดเวลา ซึ่งการสื่อสารจะเป็นแบบทางเดียว ไม่มีแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบในบทเรียน

3. นักศึกษา หมายถึง นักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ (4 ปี) ชั้นปีที่ 1 รอบปกติ ปีการศึกษา 1 /2548 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร เขตพระนครเหนือ

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบของนักศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

5. ประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน จากการใช้สูตรหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้สูตร (เสาวณีย์, 2528 : 284)

$$\text{ประสิทธิภาพ } \eta = \frac{M_2 - M_1}{P - M_1} + \frac{M_2 - M_1}{P}$$

M_1 = ผลของคะแนนเฉลี่ยจากการสอบก่อนการเรียน (Pre - test)

M_2 = ผลของคะแนนเฉลี่ยจากการสอบหลังการเรียน (Post - test)

P = คะแนนเต็มของข้อทดสอบ

ค่าของอัตราส่วนที่ได้จากสูตรนี้ จะมีค่าระหว่าง 0-2 ถ้าค่าที่หาออกมาได้มีค่ามากกว่า 1 ถือว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์นั้นได้เกณฑ์มาตรฐาน

6. แบบทดสอบ หมายถึง แบบทดสอบวัดผลทางการเรียน เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อให้ประเมินผลก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และหลังการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. เพื่อให้ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง “ การฝึกปฏิบัติการทดสอบความแข็ง ” ที่ผ่านการหาประสิทธิภาพแล้วและสามารถใช้ในการประกอบการเรียนในชั้นเรียนได้
2. นักศึกษาสามารถใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น ศึกษาก่อนเรียนในชั้นหรือ ทบทวนนอกเวลาได้
3. เพื่อแก้ปัญหาในการจัดการเรียนการสอนของผู้วิจัย หรืออาจารย์ท่านอื่น ๆ ที่นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ เพื่อให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น
4. การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ เป็นการดำเนินการวิจัยในลักษณะรวมกลุ่มโครงการ กล่าวคือ รวมผู้ที่มีความสนใจในการทำวิจัยในหัวข้อเรื่องเดียวกัน ซึ่งกลุ่มผู้ร่วมดำเนินการวิจัย บางท่านมีประสบการณ์ในการทำวิจัยมาบ้างน้อยบ้างแตกต่างกันออกไป หรือบางท่านยังไม่เคย ทำงานวิจัยมาก่อน ดังนั้นเมื่อรวมกลุ่มทำงานวิจัยในหัวข้อเรื่องเดียวกัน ให้ความร่วมมือช่วยเหลือ ซึ่งกันและกันจนกระทั่งบรรลุวัตถุประสงค์ของโครงการ ฯ แล้ว ผลที่ได้ทำให้เกิดความร่วมมือร่วมใจในการทำงานด้านอื่นของมหาวิทยาลัยฯ และยังเป็นการกระตุ้นให้บุคลากรในหน่วยงานทำงาน วิจัยให้มากขึ้นตามนโยบายของหน่วยงาน

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษางานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งแยกกล่าวรายละเอียดเป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์เนื้อหาเนื้อหาวิชา
2. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
3. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. ความหมายคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
5. การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การวิเคราะห์เนื้อหาวิชา

การวิเคราะห์เนื้อหา คือ การนำเอาเนื้อหาวิชาจากหลักสูตรมาแบ่งออกเป็นเรื่องย่อยๆ หรือหน่วยย่อยๆ ตามสมควร การแบ่งเนื้อหานี้พยายามแบ่งให้แต่ละตอนใหญ่ใกล้เคียงกันอาจจะสลับหัวข้อบ้างก็ได้เพื่อให้มีความต่อเนื่องกัน หรือเห็นว่าเนื้อหาตอนใดควรต่อเติมก็ทำได้ ข้อสำคัญคือไม่ควรมีการตัดทอนเนื้อหาของหลักสูตรให้น้อยลงไป (เสาวนีย์, 2528 : 105)

การวิเคราะห์เนื้อหาวิชา คือ การคัดเลือกเนื้อหาวิชา เพื่อให้ได้เนื้อหาวิชาที่เหมาะสมและสมบูรณ์ที่สุด เป็นการวิเคราะห์และสังเคราะห์เนื้อหา เพื่อนำมาใช้สอนในบทเรียนนั้นๆ (กฤษมันต์, 2540 17 – 23) ประกอบด้วย

1. ขอบเขตหรือความสมบูรณ์ของเนื้อหาวิชา เป็นการศึกษาสำรวจขอบเขตหรือเนื้อหาวิชาที่เกี่ยวข้องกันที่มีอยู่ในตำราหลาย ๆ เล่ม และตำราที่นำมาใช้เลือกเพื่อศึกษานั้น ควรเป็นตำราที่ใหม่และทันสมัยเพื่อนำมาเปรียบเทียบและคัดเลือกเนื้อหาที่เหมาะสม
2. ความถูกต้องและความทันสมัยของเนื้อหาวิชา คือ การคัดเลือกเนื้อหาวิชาที่มีความเหมาะสมและถูกต้องมากที่สุด โดยพิจารณาลักษณะของเนื้อหาออกเป็นอันดับแรก
3. การจัดลำดับของเนื้อหาวิชา คือ เนื้อหาวิชา ความรู้ หรือประสบการณ์ที่ส่งมาจากผู้ส่งไปถึงผู้รับอาจไม่เป็นที่เข้าใจของผู้รับได้ หรือเข้าใจได้อย่างยากลำบาก จึงต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขในการเข้าใจเนื้อหาวิชา ดังนี้
 - 3.1 เนื้อหาวิชา หรือประสบการณ์ ต้องถูกย่อย หรือแยกเป็นส่วน ๆ ได้ โดยที่ผู้เรียนต้องเข้าใจเนื้อหาแต่ละส่วนนั้น

3.2 เนื้อหาวิชา หรือประสบการณ์ที่ย่อยแล้วนั้น ต้องเรียงลำดับอย่างเหมาะสม ซึ่งอาจถือหลักปฏิบัติได้ดังนี้ คือ

- 3.2.1 สอนจากง่ายไปหายาก
- 3.2.2 สอนจากสิ่งที่แลเห็นง่ายเป็นขั้นไปสู่ขั้นประกอบหลาย ๆ ส่วนอย่างยาก
- 3.2.3 สอนจากสิ่งที่พบเห็นทั่ว ๆ ไปไปสู่สิ่งเฉพาะพิเศษ หรือไปหาเหตุผล
- 3.2.4 สอนจากสิ่งที่รู้แล้วไปสู่สิ่งที่ยังไม่รู้
- 3.2.5 สอนจากสิ่งที่อยู่ใกล้ ไปสู่สิ่งที่อยู่ไกล ๆ
- 3.2.6 สอนจากสิ่งที่มีทรงชัดเจน ไปสู่สิ่งมโนภาพ
- 3.2.7 สอนให้เป็นที่ไปตามธรรมชาติของเด็ก
- 3.2.8 สอนให้ผู้เรียนเรียนรู้โดยผ่านประสาทสัมผัสทั้งห้า

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของผู้วิจัย มีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาหรือเนื้อหาวิชา แบ่งขั้นตอนได้ดังนี้

ก) ศึกษาหลักสูตรรายวิชา หรือเนื้อหาวิชาตามหัวข้อเรื่องงานวิจัยของผู้วิจัยตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ที่เปิดสอนที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ

ข) วิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอน ในเนื้อหาวิชาตามหัวข้อเรื่องงานวิจัยของผู้วิจัยด้านความรู้ (Knowledge) ที่จำเป็นแล้วนำมาแบ่งบทเรียนและเขียนวัตถุประสงค์การสอน

ค) วิเคราะห์เนื้อหาเพื่อเลือกเนื้อหาให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ ด้วยวิธีการจัดเรียงลำดับเนื้อหาให้ตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

2. การสร้างชุดบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ของผู้วิจัยมีขั้นตอนดังนี้

ก) เตรียมเนื้อหาบทเรียน ตามหัวข้อเรื่องของผู้วิจัย

ข) นำวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหา มาจัดแบ่งเนื้อหาออกเป็นหัวข้อย่อย ๆ

ค) นำเนื้อหาบทเรียนมาทำบทเรื่อง (Scrip) ด้วยลักษณะคำบรรยายด้วยอักษร

ง) นักผู้ถ่ายทำวิดีโอเพื่อจัดทำเป็นชุดบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ถ่ายทำตามบทเรื่อง

จ) ผู้ถ่ายทำวิดีโอ ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้จัดจ้างให้ดำเนินการทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของผู้วิจัย นำวิดีโอที่ถ่ายทำแล้วไปดำเนินการสร้างโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

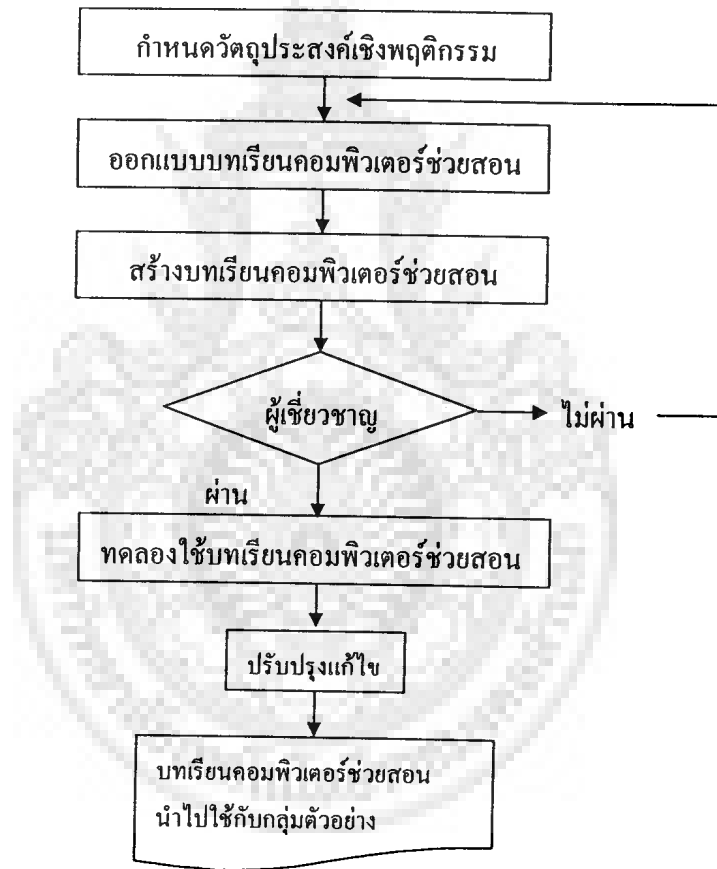
ฉ) นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อ จำนวน 2 ท่าน ตรวจสอบแล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

ช) นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านการผลิตสื่อการสอน ประเมินคุณภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนา

พิจารณาตามเกณฑ์การประเมินตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จากผลของค่าเฉลี่ยที่ได้รับตามแนวทางของเบสท์ (Best) ดังนี้ (Best, 1983 : 179 – 187)

ค่าเฉลี่ย	สรุปการประเมิน
4.50 – 5.00	ดีมาก
3.50 – 4.49	ดี
2.50 – 3.49	ใช้ได้
1.50 – 2.49	ควรปรับปรุง
1.00 – 1.49	ใช้ไม่ได้

ช) นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่สมบูรณ์แล้วไปใช้เก็บข้อมูลจริงจาก กลุ่มทดลอง



ภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีลำดับขั้นตอนดังนี้

1. วิเคราะห์เนื้อหาตามหัวข้อเรื่องงานวิจัย
2. วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหาทั้งหมด
3. ศึกษาตำราและเอกสารเกี่ยวกับการวัดและการประเมินผลการศึกษาเพื่อใช้เป็นแนวทางการสร้างข้อสอบ และเขียนข้อสอบ

การสร้างข้อสอบ และเขียนข้อสอบ

4. สร้างแบบทดสอบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก ที่ครอบคลุมเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

5. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจำนวน 1 ท่าน ตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและด้านอื่น ๆ ที่มีผลต่อการวิจัย

6. นำแบบทดสอบที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลอง (Tryout) กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างโลหะ ที่เปิดสอน ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 จำนวนประมาณ 28 คน เพื่อวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (Level of Difficult) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Power) โดยถือเกณฑ์พิจารณาดังนี้ ให้ข้อสอบมีค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง 0.2 – 0.8 และมีค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และการหาคุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับ กลุ่มผู้วิจัยหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability) โดยใช้สูตร คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson Formular 20) (ล้วนและอังคณา , 2538 : 198) เมื่อได้ค่าความเชื่อมั่นแล้วนำมาดำเนินการเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ ดังกล่าว และนำมาหาค่าความเชื่อมั่นอีกครั้งเมื่อได้ค่าความเชื่อมั่นตามที่ต้องการแล้ว จึงนำข้อสอบชุดนี้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยแบ่งข้อสอบออกเป็น 2 ชุด ชุดแรกใช้เป็นแบบทดสอบก่อนเรียนและชุดที่สองเป็นแบบทดสอบหลังเรียน โดยครอบคลุมเนื้อหาวัตถุประสงค์ทั้งหมด แล้วนำแบบทดสอบชุดที่สองมาหาค่าความเชื่อมั่นอีกครั้ง

ความหมายคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง สื่อการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่ง ซึ่งใช้ความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอสื่อประสม ได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง กราฟฟิก แผนภูมิ กราฟ ภาพเคลื่อนไหว วิดีทัศน์และเสียง เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียนหรือองค์ความรู้ในลักษณะที่แตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับธรรมชาติและโครงสร้างของเนื้อหา มีเป้าหมาย คือ การได้มาซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน และต้องการกระตุ้นผู้เรียนให้เกิด

ความต้องการเรียนรู้อาจช่วยให้ผู้เรียนที่เรียนอ่อนสามารถใช้เวลานอกเวลาเรียนในการฝึกฝนทักษะ และเพิ่มเติมความรู้ เพื่อที่จะปรับปรุงการเรียนของตนให้ทันผู้เรียนคนอื่นได้ ดังนั้นผู้สอนจึงสามารถนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ช่วยในการสอนเสริม หรือสอนทบทวนการสอนปกติในชั้นเรียนได้ โดยที่ผู้สอนไม่จำเป็นต้องเสียเวลาในการสอนซ้ำกับผู้เรียนที่ตามไม่ทัน หรือจัดการสอนเพิ่มเติม ผู้เรียนสามารถนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ในการเรียนด้วยตนเองในเวลา และสถานที่ซึ่งผู้เรียนสะดวก สามารถเรียนในเวลาใดก็ได้ที่ต้องการ สามารถที่จะจูงใจผู้เรียน (Motivated) ที่จะเรียน และสนุกสนานไปกับการเรียนตามแนวคิดของการเรียนรู้ในปัจจุบันที่เรียกว่า “ Learning is Fun ” ซึ่งหมายถึง การเรียนรู้เป็นเรื่องสนุก (ถนอมพร , 2541 : 7 – 12)

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้สูตร (เสาวณีย์ , 2528 : 284)

$$\text{ประสิทธิภาพ} = \frac{M_2 - M_1}{P - M_1} + \frac{M_2 - M_1}{P}$$

M_1 = ผลของคะแนนเฉลี่ยจากการสอบก่อนการเรียน (Pre - test)

M_2 = ผลของคะแนนเฉลี่ยจากการสอบหลังการเรียน (Post - test)

P = คะแนนเต็มของข้อทดสอบ

ค่าของอัตราส่วนที่ได้จากสูตรนี้ จะมีค่าระหว่าง 0 – 2 ถ้าค่าที่หาออกมาได้มีค่ามากกว่า 1 ถือว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์นั้นได้เกณฑ์มาตรฐาน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การศึกษาในปัจจุบันมุ่งส่งเสริมผู้เรียนให้มีความรู้ในเนื้อหาวิชาต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นจากอาจารย์ผู้สอนโดยตรง หรือจากการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งการมีสื่อการเรียนการสอนที่น่าสนใจเพื่อจะนำเสนอเนื้อหาต่าง ๆ นั้นจะช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ในการค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม และช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจใน เนื้อหาวิชานั้นดีขึ้น ดังนั้นจึงมีการนำเทคโนโลยีมาเพื่อพัฒนาสื่อการเรียนการสอน เพิ่มมากขึ้น ในปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ทำให้สามารถติดต่อข่าวสารกันได้แทบทุกหนทุกแห่งในโลก มีการประดิษฐ์คิดค้นอุปกรณ์สื่อสารและสิ่งอำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวัน นอกจากนี้แล้วยังมีการประดิษฐ์คิดค้นสื่อการศึกษาใหม่ ๆ ออกสู่ท้องตลาดมากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือ “ คอมพิวเตอร์ ” และได้มีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการศึกษากันอย่างแพร่หลาย (กรมการศึกษานอกโรงเรียน , 2541 : 2) คอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้ด้านการ

เรียนการสอน (Computer – Based Instruction) สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer - Assisted Instruction : CAI) และคอมพิวเตอร์ช่วยจัดการเรียนการสอน (Computer – Managed Instruction : CMI) ซึ่งจะแบ่งตามลักษณะการนำไปใช้ในกิจกรรมของการเรียนการสอนทั้งหมด (กฤษมันต์, 2536 : 136)

สำเร้ง (2547) ได้สร้างและหาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องการฝึกปฏิบัติลับคอกสวนด้วยมือ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาแผนกเทคนิคอุตสาหกรรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ ผลการวิจัยปรากฏว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การฝึกปฏิบัติลับคอกสวนด้วยมือ ได้เกณฑ์มาตรฐาน 90/90 และหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

สำเร้ง (2547) ได้สร้างและหาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องการฝึกปฏิบัติการกลึงงานขั้นพื้นฐาน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาแผนกเทคนิคอุตสาหกรรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ ผลการวิจัยปรากฏว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การฝึกปฏิบัติการกลึงงานขั้นพื้นฐานได้เกณฑ์มาตรฐาน 90 /90 และหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

พิเชฐ (2547) ได้สร้างและหาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องการฝึกปฏิบัติการทดสอบวัสดุในทางวิศวกรรม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ ผลการวิจัยปรากฏว่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การฝึกปฏิบัติการทดสอบวัสดุในทางวิศวกรรม ได้เกณฑ์มาตรฐาน 90 /90 และหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ทินกร (2547) ได้สร้างและหาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องฝึกปฏิบัติในงานวิชาโลหะวิทยา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ ผลการวิจัยปรากฏว่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ฝึกปฏิบัติในงานวิชาโลหะวิทยา ได้เกณฑ์มาตรฐาน 90 /90 และหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

บุญธรรม (2547) ได้สร้างและหาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องฝึกปฏิบัติในงาน งานไม้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ ผลการวิจัยปรากฏว่าประสิทธิภาพของบทเรียน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องฝึกปฏิบัติในงานงานไม้ ได้เกณฑ์มาตรฐาน 90/90 และหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

สิงห์แก้ว (2547) ได้สร้างและหาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องการฝึกปฏิบัติงานบนเครื่องกลึงอัตโนมัติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ ผลการวิจัยปรากฏว่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการฝึกปฏิบัติงานบนเครื่องกลึงอัตโนมัติ ได้เกณฑ์มาตรฐาน 90/90 และหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

คมพันธ์ (2547) ได้สร้างและหาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องการฝึกปฏิบัติงานบนเครื่องกลึงอัตโนมัติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ ผลการวิจัยปรากฏว่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการฝึกปฏิบัติงานบนเครื่องกลึงอัตโนมัติ ได้เกณฑ์มาตรฐาน 90/90 และหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ประเสริฐ (2547) ได้สร้างและหาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการถอดประกอบปั๊มฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซล กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ ผลการวิจัยปรากฏว่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการถอดประกอบปั๊มฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซล ได้เกณฑ์มาตรฐาน 90/90 และหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

วิธีการวิจัย

ในการทดลองครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เพื่อหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น และวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเนื้อหาเรื่อง “ การฝึกปฏิบัติการทดสอบความแข็ง ” ซึ่งมีรายละเอียดการวิจัยดังนี้

1. ระเบียบวิธีวิจัยที่ใช้
2. กลุ่มตัวอย่าง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ระเบียบวิธีวิจัยที่ใช้

การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบแผนการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยใช้แบบแผนการทดลองที่มีกลุ่มตัวอย่างหนึ่งกลุ่ม ทำการทดสอบก่อนและทดสอบหลังการทดลองทันที (One – Group Pretest – Posttest Design) มีรูปแบบดังตารางที่ 1

สอบก่อนเรียน	การทดลอง	สอบหลังเรียน
T_1	X	T_2

ตารางที่ 1 แสดงการทดลองที่มีกลุ่มตัวอย่างหนึ่งกลุ่ม ทำการทดลองก่อนและหลังการทดลองทันที

เมื่อ X คือ การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

T_1 คือ คะแนนสอบก่อนเรียน

T_2 คือ คะแนนสอบหลังเรียนทันที

กลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ที่เปิดสอน ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ (4 ปี) ชั้นปีที่ 1 รอบปกติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ ที่ลงทะเบียนเรียนในวิชาหรือเนื้อหาวิชาตรงกับหัวข้องานวิจัยของผู้วิจัยในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 โดยจะทำการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง จำนวนนักศึกษาทั้งหมด เพื่อนำมาทดลองและใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งมีอาจารย์ผู้สอนและผู้วิจัยควบคุม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.1 การวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาหรือเนื้อหาวิชา การประลองวิศวกรรมการทดสอบวัสดุ

ก) ศึกษาเนื้อหาวิชาตามหัวข้อเรื่องงานวิจัย ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ที่เปิดสอนที่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ

ข) วิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอน ในเนื้อหาวิชาตามหัวข้อเรื่องงานวิจัยด้านความรู้ (Knowledge) ที่จำเป็น โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเนื้อหาที่จะสอนเนื่องจากเนื้อหาเน้นทางทฤษฎีหรือปฏิบัติ แล้วนำมาแบ่งบทเรียนและเขียนวัตถุประสงค์การสอน

ค) วิเคราะห์เนื้อหาเพื่อเลือกเนื้อหาให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ ด้วยวิธีการดังต่อไปนี้

- จัดเรียงลำดับเนื้อหาให้ตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- นำเนื้อหาให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 2 ท่าน ตรวจสอบ

และปรับปรุงแก้ไข

1.2 การสร้างชุดบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีขั้นตอนดังนี้

ก) เตรียมเนื้อหาบทเรียน ตามหัวข้อเรื่องงานวิจัย

ข) นำวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหา ตามหัวข้อเรื่องงานวิจัยมาจัดแบ่งเนื้อหาออกเป็นหัวข้อย่อย ๆ

ค) นำเนื้อหาบทเรียนมาทำบทเรื่อง (Scrip) ด้วยลักษณะคำบรรยาย
ด้วยอักษร

ง) นักผู้ถ่ายทำวิดีโอเพื่อจัดทำเป็นชุดบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ถ่ายทำตาม
บทเรื่อง

จ) ผู้ถ่ายทำวิดีโอ ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้จัดจ้างให้ดำเนินการทำบทเรียนคอมพิวเตอร์
ช่วยสอนตามหัวข้อเรื่องงานวิจัย นำวิดีโอที่ถ่ายทำแล้วไปดำเนินการสร้างโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์
ช่วยสอน

ฉ) นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วไปให้
ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อ จำนวน 2 ท่าน ตรวจสอบแล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

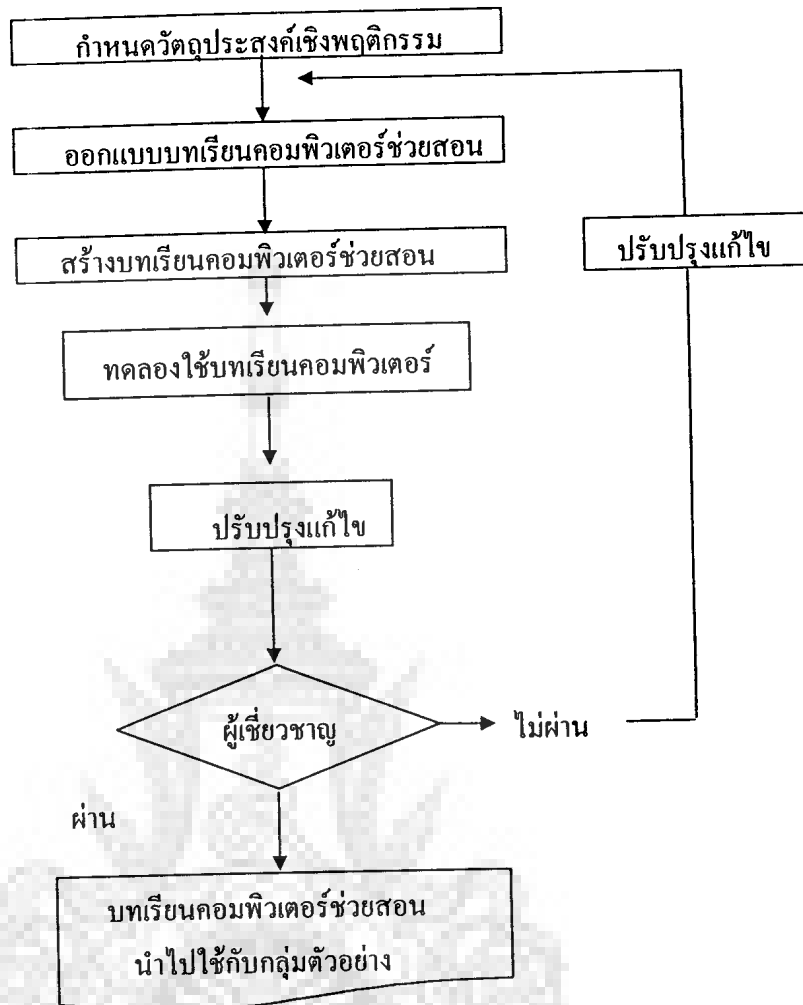
ช) การทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
การทดลองเพื่อศึกษาข้อบกพร่องต่างๆ ทางด้านเนื้อหา การดำเนินเรื่อง รูปภาพและภาษา
ที่ใช้ การเชื่อมโยง เสียง รวมถึงเวลาที่ใช้ในการเรียนการสอน เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข
กับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มทดลอง

ซ) นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านการผลิตสื่อการสอน ประเมิน
คุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนา

พิจารณาตามเกณฑ์การประเมินตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จากผลของค่าเฉลี่ยที่ได้รับ
ตาม แนวทางของเบสท์ (Best) ดังนี้ (Best, 1983 : 179 – 187)

ค่าเฉลี่ย	สรุปการประเมิน
4.50 – 5.00	ดีมาก
3.50 – 4.49	ดี
2.50 – 3.49	ใช้ได้
1.50 – 2.49	ควรปรับปรุง
1.00 – 1.49	ใช้ไม่ได้

ฉ) นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามหัวข้อเรื่องของผู้วิจัยที่
สมบูรณ์แล้วไปใช้เก็บข้อมูลจริงจากกลุ่มทดลอง



ภาพที่ 2 แสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 2.1 วิเคราะห์เนื้อหาตามหัวข้อเรื่องงานวิจัย
 - 2.2 วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหาทั้งหมด
 - 2.3 ศึกษาตำราและเอกสารเกี่ยวกับการวัด และการประเมินผลการศึกษาเพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างข้อสอบ และเขียนข้อสอบ
 - 2.4 สร้างแบบทดสอบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก ที่ครอบคลุมเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

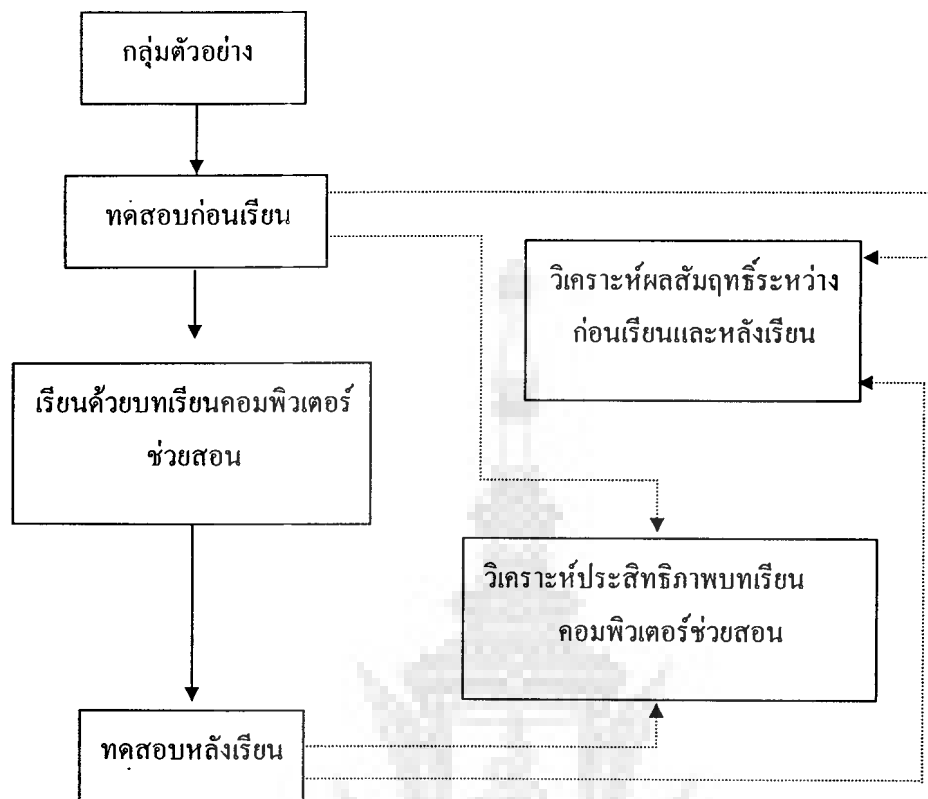
2.5 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจำนวน 2 ท่าน ตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้ได้แบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและด้านอื่น ๆ ที่มีผลต่อการวิจัย

2.6 นำแบบทดสอบที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลอง (Tryout) กับนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างโลหะ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 28 คน ซึ่งกำลังเรียนวิชาหรือเนื้อหาตรงกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น เพื่อวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (Level of Difficult) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Power) โดยถือเกณฑ์พิจารณา ดังนี้ ให้ข้อสอบมีค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง 0.2 – 0.8 และมีค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และการหาคุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับ ผู้วิจัยหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability) โดยใช้สูตร คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson Formular 20) (ล้วนและอังคณา, 2538 : 198) เมื่อได้ค่าความเชื่อมั่นแล้ว นำมาดำเนินการเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ดังกล่าว และนำมาหาค่าความเชื่อมั่นอีกครั้ง เมื่อได้ค่าความเชื่อมั่นตามที่ต้องการแล้ว จึงนำข้อสอบชุดนี้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยแบ่งข้อสอบออกเป็น 2 ชุด ชุดแรกใช้เป็นแบบทดสอบก่อนเรียนและชุดที่สองเป็นแบบทดสอบหลังเรียน โดยครอบคลุมเนื้อหาวัตถุประสงค์ทั้งหมด แล้วนำแบบทดสอบชุดที่สองมาหาค่าความเชื่อมั่นอีกครั้ง

การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

การทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยกำหนดการทดลอง ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 ดังนี้

1. การเตรียมสถานที่ใช้ห้องปฏิบัติการสอนของแผนกช่างโลหะ ชั้น 3 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ โดยเตรียมเครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมอุปกรณ์รวมทั้งเครื่องฉายภาพโปรเจกเตอร์
2. แจกแบบทดสอบให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียน
3. ทำการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง “ การฝึกปฏิบัติการทดสอบความแข็ง ” โดยมีอาจารย์ผู้สอน 1 ท่าน คือ ผู้ที่ทำวิจัยเป็นผู้สอน
4. แจกแบบทดสอบเดิมให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง “ การฝึกปฏิบัติการทดสอบความแข็ง ” ทำอีกครั้ง
5. นำผลที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างไปวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และนำผลที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



ภาพที่ 3 แสดงขั้นตอนการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูล โดยการคำนวณหาค่าทางสถิติ ในการวิเคราะห์แบบทดสอบ การคำนวณค่าความยากง่าย (Difficulty Power) ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ซึ่งสถิติในการวิเคราะห์ ข้อมูลดังนี้

1. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบทดสอบ

1.1 หาค่าความยากง่าย (Difficulty Power) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Power) ของแบบทดสอบ

สูตรหาค่าความยากง่ายของข้อสอบ (ล้วนและอังคณา , 2538 : 210 – 211)

$$P = \frac{R}{N}$$

- เมื่อ P คือ ค่าความยากง่าย
R คือ จำนวนคนที่ทำข้อนั้นถูก
N คือ จำนวนคนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

โดยพิจารณาเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายในช่วง 0.20 – 0.80

สูตรหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (ล้วนและอังคณา , 2538 : 211)

$$D = \frac{R_U - R_L}{N/2}$$

- เมื่อ D คือ ค่าอำนาจจำแนก
 R_U คือ จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูกในกลุ่มเก่ง
 R_L คือ จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูกในกลุ่มอ่อน
N คือ จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

โดยพิจารณาเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

1.2 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ

สูตรหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR₋₂₀ (Kuder Richardson

Formula 20) (ล้วนและอังคณา , 2538 : 198)

$$r_{tt} = \frac{N}{N-1} \left(1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right)$$

- เมื่อ r_{tt} คือ ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ
N คือ จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
p คือ สัดส่วนของผู้ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ นั่นคือ สัดส่วนของคนทำถูก
กับคน ทั้งหมด
q คือ สัดส่วนของผู้ที่ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ หรือ คือ 1 – p
 S_t^2 คือ คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือทั้งฉบับ

1.3 หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (ล้วนและอังคณา , 2538 : 73)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ \bar{X} คือ ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของคะแนน
 $\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 N คือ จำนวนผู้เข้าสอบ

2. การวัดความเที่ยงตรงของข้อสอบตามวัตถุประสงค์

สูตรการวัดความเที่ยงตรงตามวัตถุประสงค์ โดยใช้สูตร Rovinell and Hambeton
 (กิ่งวล , 2536 : 185 – 186)

$$O.V. = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{N}$$

เมื่อ O.V. คือ ความเที่ยงตรงตามวัตถุประสงค์
 n คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ
 X คือ ความตรงตามวัตถุประสงค์ มีค่าเป็น +1, 0 และ -1

โดยพิจารณาเลือกข้อสอบที่มีค่าความเที่ยงตรงของวัตถุประสงค์ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

3. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนและคะแนนหลังเรียน

สูตรหาค่าแตกต่างคะแนนก่อนเรียนและคะแนนหลังเรียน (ล้วนและอังคณา , 2538 : 104)

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

เมื่อ D คือ ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
 N คือ จำนวนคู่

4. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้สูตร (เสาวณีย์, 2528 : 284)

$$\text{ประสิทธิภาพ} = \frac{M_2 - M_1}{P - M_1} + \frac{M_2 - M_1}{P}$$

M_1 = ผลของคะแนนเฉลี่ยจากการสอบก่อนการเรียน (Pre - test)

M_2 = ผลของคะแนนเฉลี่ยจากการสอบหลังการเรียน (Post - test)

P = คะแนนเต็มของข้อทดสอบ

ค่าของอัตราส่วนที่ได้จากสูตรนี้ จะมีค่าระหว่าง 0-2 ถ้าค่าที่หาออกมาได้มีค่ามากกว่า 1 ถือว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์นั้นได้เกณฑ์มาตรฐาน



ผลของการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง “ การฝึกปฏิบัติการทดสอบความแข็ง ” สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ และวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. การวิเคราะห์หาค่าความคิดเห็นของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากผู้เชี่ยวชาญ
2. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
3. การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง “ การฝึกปฏิบัติการทดสอบความแข็ง ” ปรากฏผลดังนี้

1. การวิเคราะห์หาค่าความคิดเห็นของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากผู้เชี่ยวชาญ

ผู้เชี่ยวชาญ	จำนวน (คน)	\bar{X}	ระดับความคิดเห็น
ด้านเนื้อหา .	2	4.08	ดี
ด้านการผลิตสื่อการสอน	2	4.39	ดี

ตารางที่ 2 แสดงค่าความคิดเห็นของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากผู้เชี่ยวชาญ

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีค่าความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาอยู่ที่ระดับ 4.08 และค่าความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทางด้านการผลิตสื่ออยู่ที่ระดับ 4.39 สรุปได้ว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง “ การฝึกปฏิบัติการทดสอบความแข็ง ” ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นอยู่ในเกณฑ์ดีทั้งทางด้านเนื้อหาและทางด้านการผลิตสื่อการสอน

2. การหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้สูตร

(เสาวณี, 2528 : 284)

$$\text{ประสิทธิภาพ} = \frac{M_2 - M_1}{P - M_1} + \frac{M_2 - M_1}{P}$$

M_1 = ผลของคะแนนเฉลี่ยจากการสอบก่อนการเรียน (Pre - tesse)

M_2 = ผลของคะแนนเฉลี่ยจากการสอบหลังการเรียน (Post - test)

P = คะแนนเต็มของข้อทดสอบ

ค่าของอัตราส่วนที่ได้จากสูตรนี้ จะมีค่าระหว่าง 0-2 ถ้าค่าที่หาออกมาได้มีค่ามากกว่า 1 ถือว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์นั้นได้เกณฑ์มาตรฐาน

$$\text{แทนค่า } M_1 = 4.45$$

$$M_2 = 10.95$$

$$P = 15$$

$$\begin{aligned} \text{ประสิทธิภาพ} &= \frac{10.95 - 4.45}{15 - 4.45} + \frac{10.95 - 4.45}{15} \\ &= 0.616 + 0.433 \\ &= 1.05 \end{aligned}$$

ค่าที่ได้ = 1.05 ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การฝึกปฏิบัติการทดสอบความแข็งแรง ได้เกณฑ์มาตรฐาน 90 / 90

3. การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้สถิติในการวิเคราะห์การทดสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน (t - test : One - Group Pretest - Posttest - Posttest) ปรากฏผลดังนี้

ผลการคำนวณการทดสอบนัยสำคัญ โดยอาศัยการแจกแจงของที (t – test)

$$\sum D = 130 , \sum D^2 = 894 , N = 20 \text{ คน}$$

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

เมื่อ D คือ ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
N คือ จำนวนคู่ (คน)

แทนค่า

$$t = \frac{130}{\sqrt{\frac{(20 \times 894) - (130)^2}{20 - 1}}}$$

$$= \frac{130}{7.18}$$

$$= 18.11$$

จากตาราง t ซึ่งมี df = 19 ระดับความเชื่อมั่น 0.05 มีค่า 2.093 ซึ่งถือว่าเป็นจุดหลัก แต่ค่า t ที่คำนวณได้ = 18.11 สูงกว่าจุดหลัก แปลว่าผลการทดสอบ 2 ครั้งแตกต่างกัน นั่นคือ การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การฝึกปฏิบัติการทดสอบความแข็ง นักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีค่าความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาอยู่ที่ระดับ 4.08 และด้านการผลิตสื่อการสอนอยู่ที่ระดับ 4.39 ถือว่าอยู่ในระดับดี
2. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การฝึกปฏิบัติการทดสอบความแข็ง ได้เกณฑ์มาตรฐาน 90 / 90
3. หลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง “ การฝึกปฏิบัติการทดสอบความแข็ง ” สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ และวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ (4 ปี) ชั้นปีที่ 1 รอบปกติ จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลในการวิจัย คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง “ การฝึกปฏิบัติการทดสอบความแข็ง ” และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการวิจัยนี้ เริ่มต้นจากศึกษาหลักสูตรและข้อมูลต่าง ๆ การวิเคราะห์เนื้อหา การกำหนดวัตถุประสงค์ การสร้างแบบทดสอบ การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบ่งออกเป็น 4 บทเรียน โดยเก็บบันทึกไว้ในแผ่นซีดีรอมจำนวน 1 แผ่น ดังต่อไปนี้

- บทเรียนที่ 1 ความหมายของความแข็ง และวิธีการทดสอบความแข็ง
- บทเรียนที่ 2 ส่วนประกอบสำคัญของเครื่องทดสอบความแข็ง
- บทเรียนที่ 3 ขั้นตอนในการทดสอบความแข็ง
- บทเรียนที่ 4 ข้อควรระวังในการทดสอบความแข็ง

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น ใช้เกณฑ์การหาค่าประสิทธิภาพ 90 / 90 การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เมื่อทำแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยแบบทดสอบด้วยผลสัมฤทธิ์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และผ่านการวิเคราะห์ข้อสอบแล้ว โดยใช้สถิติในการวิเคราะห์การทดสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน (t-test : One - Group Pretest - Posttest)

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอน เรื่อง การฝึกปฏิบัติการทดสอบความแข็ง
 2. เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น
- เพื่อวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

สมมติฐานการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน 90 / 90
2. หลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น นักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนเรียน

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง “ การฝึกปฏิบัติการทดสอบความแข็ง ” ปรากฏผลดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีค่าความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาอยู่ที่ระดับ 4.08 และด้านการผลิตสื่อการสอนอยู่ที่ระดับ 4.39 ถือว่าอยู่ในระดับดี
2. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ได้เกณฑ์มาตรฐาน 90 / 90
3. หลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 หรือผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นจริงเชื่อได้ 95 %

อภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง “ การฝึกปฏิบัติการทดสอบความแข็ง ” สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ ปรากฏว่ามีประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้เกณฑ์มาตรฐาน 90 / 90

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบก่อนเรียน มีค่าเท่ากับ 4.65 ค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 10.95 ค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบหลังเรียนมีค่าสูงกว่าค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบก่อนเรียน ซึ่งผู้วิจัยมั่นใจว่ามาจากสาเหตุดังนี้

1. นักศึกษาที่ผู้วิจัยใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ (4 ปี) ชั้นปีที่ 1 รอบปกติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ ซึ่งกำลังเรียนวิชา การประลองวิศวกรรมการทดสอบวัสดุ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 การทดลองกับกลุ่มตัวอย่างผู้วิจัยใช้การทดลองแบบไม่บอกให้นักศึกษารู้ล่วงหน้าว่าเป็นส่วนหนึ่งของการวิจัย แต่บอกกับนักศึกษาว่าเป็นการเรียนการสอนตามปกติ และทำการทดสอบกับนักศึกษาทั้งห้อง

2. จากการสอบถามนักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่างว่า “ เคยฝึกปฏิบัติการทดสอบความแข็งหรือไม่ ” คำตอบที่ได้รับ 90 % ของนักศึกษาไม่เคยฝึกปฏิบัติการทดสอบความแข็ง อีก 10 % เป็นนักศึกษาที่เคยลงฝึกปฏิบัติการทดสอบความแข็งในการเรียนระดับ ปวช. การทดลองจะทดลอง

กับกลุ่มตัวอย่างทั้งห้อง แต่การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยจะใช้กลุ่มตัวอย่างที่ไม่มีพื้นฐาน เรื่องการฝึกปฏิบัติการทดสอบความแข็งแรง มาวิเคราะห์เท่านั้น

3. ก่อนทดสอบผู้วิจัยจะบอกกับนักศึกษาซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างว่า คะแนนที่ได้จะมีผลในการเรียนที่ผู้วิจัยสอนอยู่ คือ การประลองวิศวกรรมการทดสอบวัสดุ ดังนั้นการทดสอบก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ค่าเฉลี่ยของคะแนนจึงต่ำเพราะนักศึกษาไม่มีความรู้พื้นฐานในเนื้อหาที่เรียนนั้นมาก่อน และเมื่อผู้วิจัยซึ่งเป็นอาจารย์ผู้สอนประจำวิชาในเนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ ฯ ดังกล่าว ให้นักศึกษาดูบทเรียนคอมพิวเตอร์ ฯ เมื่อนักศึกษาดูบทเรียนเสร็จจึงให้ทำแบบทดสอบเดิมอีกครั้งทันที ซึ่งขณะที่นักศึกษาดูบทเรียนคอมพิวเตอร์ ฯ สังเกตว่านักศึกษามีความตั้งใจเรียนมาก เพราะทราบว่าจะต้องทำแบบทดสอบเดิมอีกครั้ง ซึ่งในการทำครั้งแรก นักศึกษาอาจจะทำไม่ค่อยได้ ดังนั้นผลค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบหลังจากดูด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ ฯ จึงมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบก่อนดูบทเรียนคอมพิวเตอร์ ฯ

ในส่วนของการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว โดยใช้สถิติในการวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนก่อนและหลังเรียน (t-test : One-Group Pretest-Posttest) จากตาราง t ซึ่งมี $df = 19$ ระดับความเชื่อมั่น 0.05 มีค่า 2.093 ซึ่งถือว่าเป็นจุดหลัก แต่ค่า t ที่คำนวณได้ = 18.11 สูงกว่าจุดหลัก แปลว่าผลการทดสอบ 2 ครั้งแตกต่างกัน นั่นคือ การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการฝึกปฏิบัติการทดสอบแรงดึง นักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จักรี (2543) ได้ทำการวิจัย

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเพื่อการเรียนการสอน

จากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ ได้ค่าระดับคะแนนเฉลี่ยในการประเมินทางด้านเนื้อหาเท่ากับ 4.08 และค่าระดับคะแนนเฉลี่ยในการประเมินทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อเท่ากับ 4.39 ตามช่วงค่าคะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญตามแนวทางของเบสท์ มีค่าอยู่ในระดับดี อาจเป็นผลมาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นเนื้อหาวิธีการสอนที่ผู้วิจัยมีประสบการณ์ และความคุ้นเคยในการสอนมาหลายสิบปี และในการดำเนินการถ่ายทำวิดีโอจะนำวิดีโอที่ถ่ายทำแล้วไปจัดทำเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยไม่ได้ดำเนินการเองแต่จ้างผู้รับจ้างจากภายนอกดำเนินการให้ จึงทำให้ค่าประเมินที่ได้อยู่ในระดับดี แต่ถึงอย่างไรก็ตามผู้วิจัยคิดว่า ยังมีข้อบกพร่องอยู่บ้าง ซึ่งจะต้องได้รับการพัฒนาและแก้ไขในโอกาสต่อไป เช่น การนำเข้าสู่บทเรียนค่อนข้างน้อย เนื้อหารายละเอียดยังไม่ดีพอ ภาพและเสียงยังไม่ค่อยดีมีเสียงแทรกบางตอน เนื่องจากเวลาในการถ่ายทำมีน้อย ดังนั้นถ้าจะนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เรื่อง การฝึกปฏิบัติการทดสอบความแข็งแรง ไปใช้ในการเรียนและการสอน ผู้สอนจะต้องมีทักษะในการทดสอบความแข็งแรง ซึ่งจะสามารถตอบคำถามเมื่อนักศึกษามีข้อสงสัย และสามารถแสดงการสาธิตการทดสอบความแข็งแรง ให้นักศึกษาดูได้อย่างซ้ำๆ และปลอดภัย

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

ในการดำเนินการวิจัยในลักษณะเดียวกันนี้ จะต้องมีเวลาในการถ่ายทำวิดีโอมากกว่านี้จะต้องมีงบประมาณสำหรับค่าจ้างผู้รับพิมพ์งานวิจัยค่าวัสดุที่ใช้ในการดำเนินการจะต้องจัดเตรียมไว้ การทำงานในลักษณะเป็นกลุ่มคณะจะต้องมีการวางแผนตารางการดำเนินการ จะต้องมีการประชุมสำหรับกลุ่มผู้ร่วมทำงานวิจัยอย่างน้อย 1 ครั้งต่อเดือน โดยกำหนดวันให้ทราบล่วงหน้า เช่น ประชุมสัปดาห์แรกของทุกเดือน ในวันอังคาร เป็นต้น เพื่อให้กลุ่มผู้วิจัยทุกคนทราบความก้าวหน้าของเพื่อนักวิจัย และเพื่อให้เกิดความร่วมมือแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในการดำเนินการวิจัย



บรรณานุกรม

- กัจจวล เทียนกันท์เทศน์. 2540. การวัด การวิเคราะห์ การประเมินทางการศึกษาเบื้องต้น.
กรุงเทพฯ: ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.
- กฤษมันต์ วัฒนารงค์. 2536. เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชา
ครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ.
- กรมการศึกษานอกโรงเรียน. กระทรวงศึกษาธิการ. 2541. วิจัยความต้องการบทเรียน
คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพมหานคร : บริษัทศูนย์การพิมพ์แก่นจันทร์ จำกัด.
- คมพันธ์ ชมสมุทร . 2547. “ การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
เรื่องการฝึกปฏิบัติงานบนเครื่องกลึงอัตโนมัติ ” งานวิจัย สาขาวิชาเครื่องจักรอัตโนมัติ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร .
- ถนอมพร เลหาจรัสแสง. 2541. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพฯ : ภาควิชาสัตตศาสตร์ศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทินกร จันทร์กระจ่าง . 2547. “ การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง
การฝึกปฏิบัติในงานโลหะวิทยา ” งานวิจัย สาขาวิชาช่างโลหะ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร .
- บุญธรรม พ่วงลา . 2547. “ การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง
การฝึกปฏิบัติในงานไม้ ” งานวิจัย สาขาวิชาเทคนิคอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร .
- ประเสริฐ วิโรจน์ชีวัน . 2547. “ การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง
การถอดประกอบปั๊มฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง เครื่องยนต์ดีเซล ” งานวิจัย สาขาวิชาเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร .

พิเชฐ จิระประเสริฐวงศ์. 2547. “ การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การฝึกปฏิบัติการทดสอบวัสดุในทางวิศวกรรม ” งานวิจัย สาขาช่างโลหะ คณะ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร .

ล้วน สายยศ. และ อังคณา สายยศ. 2538 เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ ฯ : สุวีริยาสาส์น.

สิงห์แก้ว ป็อกเท็ง . 2547. “ การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เรื่องการฝึกปฏิบัติงานบนเครื่องกัดอัตโนมัติ ” งานวิจัย สาขาวิชาเครื่องจักรอัตโนมัติ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร .

สำเร้ง แผ่งศรี . 2547. “ การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การฝึก ปฏิบัติลับดอกสว่านด้วยมือ ” งานวิจัย สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร .

สำเร้ง แผ่งศรี . 2547. “ การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การฝึก ปฏิบัติการกลึงงานขั้นพื้นฐาน ” งานวิจัย สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร .

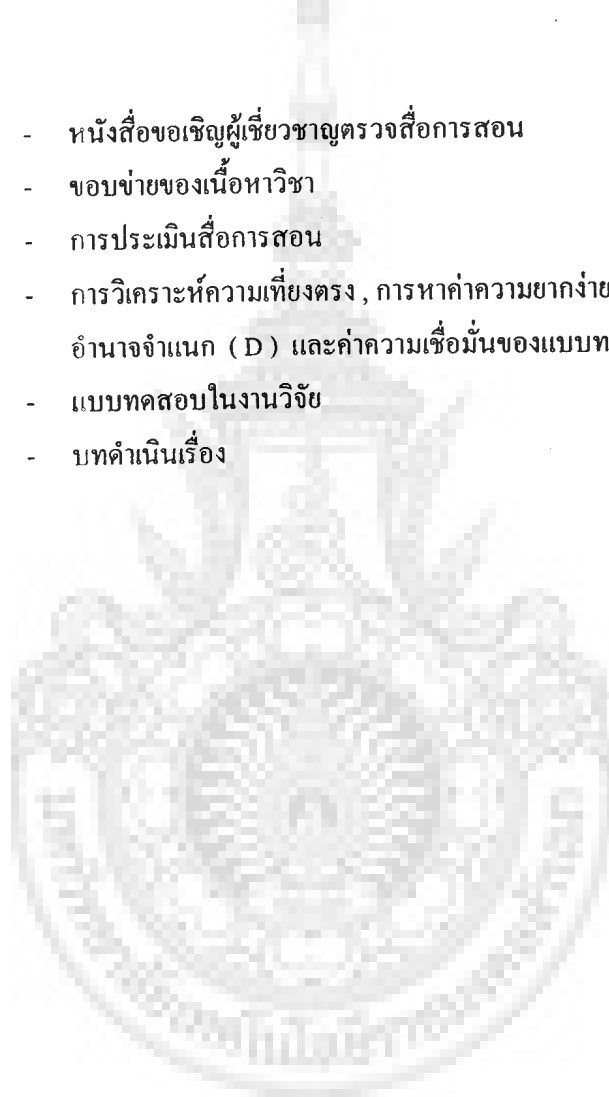
เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. 2528. เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ ฯ : โรงพิมพ์สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

Best , John W .1983. *Research in Education* . 4th ed. Englewood Cliffs , New Jersey : Practice Hall , Inc .

Gagne , R et al. 1988. *Principles of Instruction Design*. New York, NY : The Dryden Press.

ภาคผนวก

- หนังสือขอเชิญผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบสื่อการสอน
- ขอบข่ายของเนื้อหาวิชา
- การประเมินสื่อการสอน
- การวิเคราะห์ความเที่ยงตรง , การหาค่าความยากง่าย (P) , การหาค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
- แบบทดสอบในงานวิจัย
- บทดำเนินเรื่อง





บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ

ที่

วันที่ 17 มิถุนายน 2548

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตในโครงการวิจัย
ของวิทยาเขต ฯ

เรียน อาจารย์มนต์ชัย นรเศรษฐ์สิงห์

ตามที่โครงการวิจัย “ การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามหัวข้อเรื่องผู้วิจัยแต่ละท่าน ” ประกอบด้วยโครงการย่อย 16 โครงการ ปีงบประมาณ 2548 ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการ ผู้วิจัยได้ปรึกษาฝ่ายวิจัยและฝึกอบรมพิจารณาแล้วว่า อาจารย์ มนต์ชัย นรเศรษฐ์สิงห์ มีคุณสมบัติเหมาะสมในการเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตของบทเรียนคอมพิวเตอร์ โครงการวิจัย ชื่อ “ การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการฝึกปฏิบัติการทดสอบความแข็ง ” สำหรับนักศึกษา ระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ที่เปิดสอนของ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ เพื่อประกอบในการดำเนินโครงการวิจัยดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

(นาย พิเชฐ จิรประเสริฐวงศ์)

ผู้วิจัย



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ

ที่

วันที่ 17 มิถุนายน 2548

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบการสอบด้านเทคนิคการผลิตในโครงการวิจัยของวิทยาเขต ฯ

เรียน อาจารย์ประสงค์ ก้านแก้ว

ตามที่โครงการวิจัย “ การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามหัวข้อเรื่องผู้วิจัยแต่ละท่าน ” ประกอบด้วยโครงการย่อย 16 โครงการ ปีงบประมาณ 2548 ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการ ผู้วิจัยได้ปรึกษาฝ่ายวิจัยและฝึกอบรมพิจารณาแล้วว่า อาจารย์ ประสงค์ ก้านแก้ว มีคุณสมบัติเหมาะสม ในการเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบการสอบด้านเทคนิคการผลิตของบทเรียนคอมพิวเตอร์ โครงการวิจัย ชื่อ “ การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการฝึกปฏิบัติการทดสอบความแข็ง ” สำหรับนักศึกษา ระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ที่เปิดสอนของ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ เพื่อประกอบในการดำเนินโครงการวิจัยดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

(นาย พิเชฐ จิระประเสริฐวงศ์)

ผู้วิจัย



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ

ที่

วันที่ 17 มิถุนายน 2548

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบการสอบด้านเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
ในโครงการวิจัยของ วิทยาเขต ฯ

เรียน อาจารย์ พรทัศน์ บุญมั่งมี

ตามที่โครงการวิจัย “ การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามหัวข้อเรื่องผู้วิจัยแต่ละท่าน ” ประกอบด้วยโครงการย่อย 16 โครงการ ปีงบประมาณ 2548 ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการ ผู้วิจัยได้ปรึกษาฝ่ายวิจัยและฝึกอบรมพิจารณาแล้วว่า อาจารย์ พรทัศน์ บุญมั่งมี มีคุณสมบัติเหมาะสมในการเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบการสอบด้านเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ โครงการวิจัย ชื่อ “ การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการฝึกปฏิบัติการทดสอบความแข็ง ” สำหรับนักศึกษา ระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ที่เปิดสอนของ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ ประกอบในการดำเนินโครงการวิจัยดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

(นาย พิเชฐ จิรประเสริฐวงศ์)

ผู้วิจัย



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ

ที่

วันที่ 17 มิถุนายน 2548

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบสื่อการสอนด้านเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
ในโครงการวิจัยของ วิทยาเขต ฯ

เรียน อาจารย์ ขจรศักดิ์ ศิริมัย

ตามที่โครงการวิจัย “ การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามหัวข้อเรื่องผู้วิจัยแต่ละท่าน ” ประกอบด้วยโครงการย่อย 16 โครงการ ปีงบประมาณ 2548 ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการ ผู้วิจัยได้ปรึกษาฝ่ายวิจัยและฝึกอบรมพิจารณาแล้วว่า อาจารย์ ขจรศักดิ์ ศิริมัย มีคุณสมบัติเหมาะสม ในการเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบสื่อการสอนด้านเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง “ การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการฝึกปฏิบัติการทดสอบความแข็ง ” สำหรับนักศึกษา ระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ที่เปิดสอนของ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครวิทยาเขตพระนครเหนือ ประกอบในการดำเนินโครงการวิจัยดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

(นาย พิเชฐ จิรประเสริฐวงศ์)

ผู้วิจัย

ขอบข่ายของเนื้อหาวิชา เรื่อง การฝึกปฏิบัติทดสอบความแข็งแรง

ขอบข่ายของเนื้อหาวิชา เรื่อง การฝึกปฏิบัติทดสอบความแข็งแรง ได้แบ่งเนื้อหาการเรียน ออกเป็นบทเรียนดังนี้

- บทเรียนที่ 1 ความหมายของความแข็งแรง และวิธีการทดสอบความแข็งแรง
- บทเรียนที่ 2 ส่วนประกอบสำคัญของเครื่องทดสอบความแข็งแรง
- บทเรียนที่ 3 ขั้นตอนในการทดสอบความแข็งแรง
- บทเรียนที่ 4 ข้อควรระวังในการทดสอบความแข็งแรง

วัตถุประสงค์

เมื่อผู้เรียน เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์จบแล้ว มีความรู้ ความสามารถ

1. อธิบาย ความหมายของความแข็งแรง และวิธีการทดสอบความแข็งแรง
2. บอกส่วนประกอบสำคัญของเครื่องทดสอบความแข็งแรง
3. อธิบายขั้นตอนในการทดสอบความแข็งแรง
4. บอกข้อควรระวังในการทดสอบความแข็งแรง

แบบประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหา

บทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่อง การฝึกปฏิบัติการทดสอบความแข็ง

บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ท่านกำลังประเมินอยู่นี้ มีคุณภาพอยู่ในระดับใดโปรดทำเครื่องหมาย

✓ ลงในช่องบอกระดับคุณภาพเพียงช่องเดียวตามความคิดเห็นของท่าน

1. หมายถึง ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อว่าควรมีการปรับปรุง
2. หมายถึง ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อว่ามีความถูกต้องชัดเจนหรือเหมาะสมพอใช้
3. หมายถึง ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อว่ามีความถูกต้องชัดเจนหรือเหมาะสมปานกลาง
4. หมายถึง ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อว่ามีความถูกต้องชัดเจนหรือเหมาะสมดี
5. หมายถึง ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อว่ามีความถูกต้องชัดเจนหรือเหมาะสมดีมาก

เรื่องที่จะประเมิน	ระดับความคิดเห็น					หมายเหตุ
	1	2	3	4	5	
1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง						
1.1 เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม						
1.2 ความถูกต้องของเนื้อหา						
1.3 ความถูกต้องในการลำดับเนื้อหาตามขั้นตอน						
1.4 ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน						
1.5 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา						
1.6 ความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน						
2. รูปภาพและภาษา						
2.1 ความถูกต้องของรูปภาพตามเนื้อหา						
2.2 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้						
2.3 ความสอดคล้องระหว่างรูปภาพกับคำบรรยาย						

เรื่องที่จะประเมิน	ระดับความคิดเห็น					หมายเหตุ
	1	2	3	4	5	
3. เวลาในการนำเสนอ						
3.1 ความเหมาะสมของเวลานำเสนอกับเนื้อหาในภาพ						
3.2 ความเหมาะสมของเวลานำเสนอกับเนื้อหาบรรยาย						
3.3 ความเหมาะสมของเวลาที่นำเสนอทั้งเรื่อง						

ความคิดเห็นเรื่องอื่น ๆ

.....

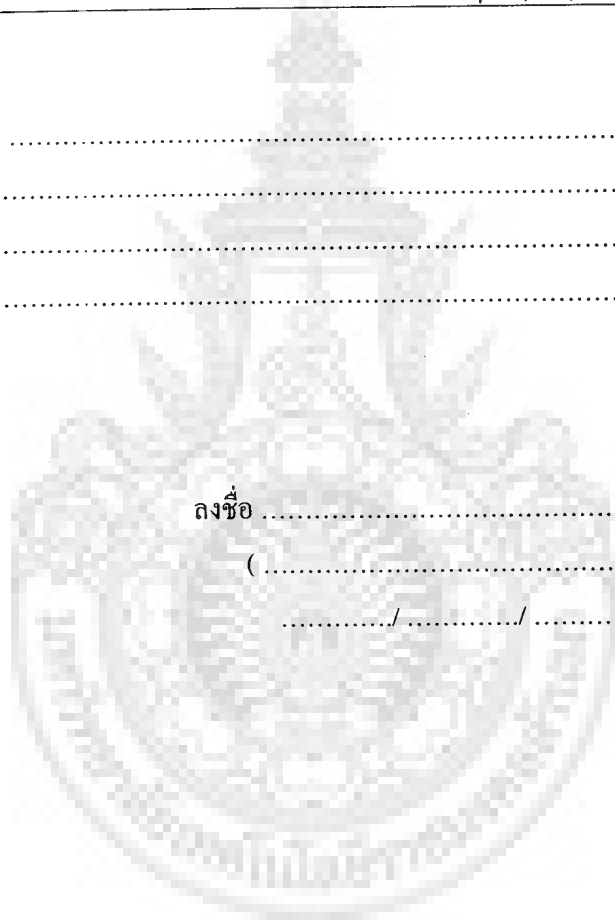
.....

.....

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(.....)

..... / /



แบบประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

บทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่อง การฝึกปฏิบัติการทดสอบความแข็ง

บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ท่านกำลังประเมินอยู่นี้ มีคุณภาพอยู่ในระดับใด โปรดทำเครื่องหมาย

✓ ลงในช่องบอกระดับคุณภาพเพียงช่องเดียวตามความคิดเห็นของท่าน

1. หมายถึง ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อว่าควรมีการปรับปรุง
2. หมายถึง ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อว่ามีความถูกต้องชัดเจนหรือเหมาะสมพอใช้
3. หมายถึง ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อว่ามีความถูกต้องชัดเจนหรือเหมาะสมปานกลาง
4. หมายถึง ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อว่ามีความถูกต้องชัดเจนหรือเหมาะสมดี
5. หมายถึง ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อว่ามีความถูกต้องชัดเจนหรือเหมาะสมดีมาก

เรื่องที่จะประเมิน	ระดับความคิดเห็น					หมายเหตุ
	1	2	3	4	5	
1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง						
1.1 เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม						
1.2 ความชัดเจนถูกต้องของเนื้อหา						
1.3 ความเหมาะสมในรูปแบบและวิธีการนำเสนอ						
2. ภาพ						
2.1 คุณภาพของภาพ						
2.2 ความเหมาะสมของภาพในการสื่อความหมาย						
2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างภาพกับเสียงบรรยาย						
2.4 ความเหมาะสมของเทคนิคสร้างภาพในบทเรียน						
2.5 ความเหมาะสมของงานด้านกราฟฟิก						

เรื่องที่จะประเมิน	ระดับความคิดเห็น					หมายเหตุ
	1	2	3	4	5	
3. เสียงและภาษา						
3.1 ความเหมาะสมของเสียงบรรยาย						
3.2 ความชัดเจนของเสียงบรรยาย						
3.3 ความถูกต้องของการใช้ภาษา						
4. เวลา						
4.1 ความเหมาะสมของเวลาการนำเสนอกับเนื้อหาในภาพ						
4.2 ความเหมาะสมของเวลาการนำเสนอกับเนื้อหาคำบรรยาย						
4.3 ความเหมาะสมของเวลาการนำเสนอทั้งเรื่อง						

ความคิดเห็นเรื่องอื่น ๆ

.....

.....

.....

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

เกณฑ์การประเมินสื่อการสอน

การประเมินความคิดเห็นจากการตอบแบบสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญด้วยหาค่าเฉลี่ยของข้อคำถามแต่ละข้อ แล้วหาผลรวมของค่าเฉลี่ยของแบบสอบถามทั้งฉบับ แล้วแปลความหมายของผลรวมค่าเฉลี่ยเพื่อหาเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการแปลความหมายของค่าเฉลี่ยของการตอบแบบสอบถามตามช่วงของค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญตามแนวทางของเบสท์ (Best) ดังนี้ ค่าเฉลี่ยตั้งแต่

- 4.50 – 5.00 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าข้อคำถามนั้นอยู่ในเกณฑ์ดีมาก
- 3.50 – 4.49 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าข้อคำถามนั้นอยู่ในเกณฑ์ดี
- 2.50 – 3.49 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าข้อคำถามนั้นอยู่ในเกณฑ์ใช้ได้
- 1.50 – 2.49 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าข้อคำถามนั้นอยู่ในเกณฑ์ควรปรับปรุง
- 1.00 – 1.49 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าข้อคำถามนั้นอยู่ในเกณฑ์ใช้ไม่ได้



ผลการประเมินสื่อการสอนจากผู้เชี่ยวชาญ ด้านเนื้อหา

เรื่องที่จะประเมิน	ผู้ประเมินเรียงตาม รายชื่อ				— X
	1	2	3	4	
1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง					
1.1 เนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	5	5	-	-	5.0
1.2 ความถูกต้องของเนื้อหา	4	4	-	-	4.0
1.3 ความถูกต้องในการลำดับเนื้อหาตามขั้นตอน	4	4	-	-	4.0
1.4 ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน	4	4	-	-	4.0
1.5 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	4	4	-	-	4.0
1.6 ความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	5	4	-	-	4.5
2. รูปภาพและภาษา					
2.1 ความถูกต้องของรูปภาพตามเนื้อหา.....	5	5	-	-	5.0
2.2 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	3	3	-	-	3.0
2.3 ความสอดคล้องระหว่างรูปภาพกับคำบรรยาย	4	3	-	-	3.5
3. เวลาในการนำเสนอ					
3.1 ความเหมาะสมของเวลานำเสนอกับเนื้อหาในภาพ ...	4	4	-	-	4.0
3.2 ความเหมาะสมของเวลานำเสนอกับเนื้อหาคำบรรยาย	4	4	-	-	4.0
3.3 ความเหมาะสมของเวลาที่นำเสนอทั้งเรื่อง	4	4	-	-	4.0
— X	4.16	4.0	-	-	4.08

ตารางที่ 3 ผลการประเมินสื่อการสอนจากผู้เชี่ยวชาญ ด้านเนื้อหา

หมายเหตุ หมายเลข 1 คือ ชื่อผู้ประเมิน นาย พรทัศน์ บุญมั่งมี
 หมายเลข 2 คือ ชื่อผู้ประเมิน นาย ขจรศักดิ์ ศิริมัย

ผลการประเมินสื่อการสอนจากผู้เชี่ยวชาญ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เรื่องที่จะประเมิน	ผู้ประเมินเรียงตาม รายชื่อ				— X
	1	2	3	4	
1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง					
1.1 เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	4	5	-	-	4.5
1.2 ความชัดเจนถูกต้องของเนื้อหา	4	5	-	-	4.5
1.3 ความเหมาะสมในรูปแบบและวิธีนำเสนอ	4	5	-	-	4.5
2. ภาพ					
2.1 คุณภาพของภาพ	4	4	-	-	4.0
2.2 ความเหมาะสมของภาพในการสื่อความหมาย	5	5	-	-	5.0
2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างภาพกับเสียงบรรยาย	4	4	-	-	4.0
2.4 ความเหมาะสมของเทคนิคสร้างภาพในบทเรียน	4	4	-	-	4.0
2.5 ความเหมาะสมของงานด้านกราฟฟิก	4	4	-	-	4.0
3. เสียงและภาษา					
3.1 ความเหมาะสมของเสียงบรรยาย	4	4	-	-	4.0
3.2 ความชัดเจนของเสียงบรรยาย	4	4	-	-	4.0
3.3 ความถูกต้องของการใช้ภาษา	4	5	-	-	4.5
4. เวลา					
4.1 ความเหมาะสมของเวลาการนำเสนอเกี่ยวกับเนื้อหาในภาพ	5	5	-	-	5.0
4.2 ความเหมาะสมของเวลาการนำเสนอเกี่ยวกับเนื้อหา คำบรรยาย	4	5	-	-	4.5
4.3 ความเหมาะสมของเวลาการนำเสนอทั้งเรื่อง	5	5	-	-	5.0
— X	4.21	4.57	-	-	4.39

ตารางที่ 4 ผลการประเมินสื่อการสอนจากผู้เชี่ยวชาญ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

หมายเหตุ หมายเลข 1 คือ ชื่อผู้ประเมิน นายมนต์ชัย นรเศรษฐ์สิงห์

หมายเลข 2 คือ ชื่อผู้ประเมิน นายประสงค์ ก้านแก้ว

แสดงผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์

ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญประเมิน		ผลค่า O.V.
	คนที่ 1	คนที่ 2	
1	1	1	1
2	1	1	1
3	1	1	1
4	1	1	1
5	1	1	1
6	1	1	1
7	1	1	1
8	1	1	1
9	1	1	1
10	1	1	1
11	1	1	1
12	1	1	1
13	1	1	1
14	1	1	1
15	1	1	1

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์

สรุปผล แบบทดสอบเรื่อง การฝึกปฏิบัติการทดสอบความแข็ง 15 ข้อ ทุกข้อตรงกับ
วัตถุประสงค์การสอน

แสดงผลการประเมิน หาค่าความยากง่าย (P)และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบ
เรื่อง การฝึกปฏิบัติการทดสอบความแข็ง

ข้อที่	R _H	R _L	P	D
1	7	4	0.39	0.21
2	11	7	0.64	0.29
3	6	3	0.32	0.21
4	13	7	0.71	0.43
5	5	2	0.25	0.21
6	12	6	0.64	0.43
7	9	6	0.54	0.21
8	13	9	0.79	0.29
9	12	8	0.71	0.29
10	11	8	0.68	0.21
11	11	3	0.50	0.57
12	12	8	0.71	0.29
13	12	7	0.68	0.36
14	8	3	0.39	0.36
15	12	9	0.75	0.21

ตารางที่ 6 แสดงผลการประเมิน หาค่าความยากง่าย (P)และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบ
เรื่อง การฝึกปฏิบัติการทดสอบความแข็ง

สูตร ค่าความยากง่าย $P = R/N$

R คือ จำนวนคนที่ทำข้อนั้นถูก

N คือ จำนวนคนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด = 28 คน

หมายเหตุ พิจารณาข้อสอบที่มีค่า ความยากง่าย = 0.2 - 0.8

สูตร ค่าอำนาจจำแนก $D = \frac{R_H - R_L}{N/2}$

R_H คือ จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูกในกลุ่มเก่ง

R_L คือ จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูกในกลุ่มอ่อน

N คือ จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

หมายเหตุ พิจารณาข้อสอบที่มี ค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

แสดงค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เรื่องการฝึกปฏิบัติการทดสอบความแข็ง

ข้อ	p	q	pq
1	0.39	0.61	0.24
2	0.64	0.36	0.23
3	0.32	0.68	0.22
4	0.71	0.29	0.21
5	0.25	0.75	0.19
6	0.64	0.36	0.23
7	0.54	0.46	0.25
8	0.79	0.21	0.17
9	0.71	0.29	0.21
10	0.68	0.32	0.22
11	0.50	0.50	0.25
12	0.71	0.29	0.21
13	0.68	0.32	0.22
14	0.39	0.61	0.24
15	0.75	0.25	0.19
N = 15		$\sum pq = 3.28$	
		$S^2_t = 6.69$	
		$r_u = 0.55$	

ตารางที่ 7 แสดงค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เรื่องการฝึกปฏิบัติการทดสอบความแข็ง

ผลการคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เรื่องการฝึกปฏิบัติการทดสอบความแข็ง

$$\sum pq = 3.28, \quad \sum x = 245, \quad \sum x^2 = 2,331$$

$$\begin{aligned} \text{คำนวณค่า } S^2_i &= \frac{N\sum x^2 - (\sum x)^2}{N^2} \\ &= \frac{28 \times 2,331 - (245)^2}{(28)^2} \\ &= 6.69 \end{aligned}$$

$$r_{tt} = \frac{N}{N-1} \left(1 - \frac{\sum pq}{S^2_i} \right)$$

เมื่อ r_{tt} คือ ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

N คือ จำนวนข้อของเครื่องมือวัด

p คือ สัดส่วนของผู้ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ นั่นคือ สัดส่วนของคนทำถูกกับคนทั้งหมด

q คือ สัดส่วนของผู้ที่ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ หรือ คือ $1-p$

S^2_i คือ คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือทั้งฉบับ

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า } r_{tt} &= \frac{15}{15-1} \left(1 - \frac{3.28}{6.69} \right) = 0.55 \end{aligned}$$

ดังนั้นแบบทดสอบฉบับนี้ มีความเชื่อมั่น 0.55

ผลการคำนวณวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้สูตร (เสาวณีย์, 2528 : 295)

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100 \qquad E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างเรียนคิดเป็นร้อยละ

E_2 คือ ประสิทธิภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนคิดเป็นร้อยละ

$\sum X$ คือ คะแนนรวมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างเรียนที่ผู้เรียนทำได้

$\sum F$ คือ คะแนนรวมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนที่ผู้เรียนทำได้

A คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างเรียน

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน

N คือ จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

แต่เนื่องจากขั้นตอนการวิจัย ผู้วิจัยไม่ได้ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างเรียน จึงไม่สามารถใช้สูตรดังกล่าวได้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ฯ ดังนั้นผู้วิจัยจึงขอใช้สูตรใหม่ คือ



สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้สูตร (เสาวณีชัย, 2528 : 284)

$$\text{ประสิทธิภาพ } \eta = \frac{M_2 - M_1}{P - M_1} + \frac{M_2 - M_1}{P}$$

M_1 = ผลของคะแนนเฉลี่ยจากการสอบก่อนการเรียน (Pre - test)

M_2 = ผลของคะแนนเฉลี่ยจากการสอบหลังการเรียน (Post - test)

P = คะแนนเต็มของข้อทดสอบ

ค่าของอัตราส่วนที่ได้จากสูตรนี้ จะมีค่าระหว่าง 0-2 ถ้าค่าที่หาออกมาได้มีค่ามากกว่า 1 ถือว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์นั้นได้เกณฑ์มาตรฐาน

$$\text{แทนค่า } M_1 = 4.45$$

$$M_2 = 10.95$$

$$P = 15$$

$$\begin{aligned} \text{ประสิทธิภาพ } \eta &= \frac{10.95 - 4.45}{15 - 4.45} + \frac{10.95 - 4.45}{15} \\ &= 0.616 + 0.433 \\ &= 1.05 \end{aligned}$$

ค่าที่ได้ = 1.05 ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การฝึกปฏิบัติการทดสอบความแข็งแรง ได้เกณฑ์มาตรฐาน 90 / 90

แสดงการทดสอบนัยสำคัญโดยอาศัยการแจกแจงของที (T-Test)

เรื่อง การฝึกปฏิบัติการทดสอบความแข็ง

นักศึกษาระดับปริญญาตรี. หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรม อุตสาหการ (4 ปี) ชั้นปีที่ 1 รอบปกติ ประจำปีการศึกษา 1/2548

นักศึกษาคนที่	ผลการทดลอง 20 คะแนน		ผลต่าง (Y-X)=D	(ผลต่าง) D ยกกำลัง 2
	ก่อน (X)	หลัง (Y)		
1	5	13	8	64
2	5	10	5	25
3	2	12	10	100
4	5	11	6	36
5	4	9	5	25
6	6	12	6	36
7	3	9	6	36
8	7	11	4	16
9	4	10	6	36
10	2	12	10	100
11	5	12	7	49
12	5	12	7	49
13	3	10	7	49
14	8	12	4	16
15	4	11	7	49
16	4	12	8	64
17	5	11	6	36
18	4	10	6	36
19	3	9	6	36
20	5	11	6	36
รวม	89	219	130	894
เฉลี่ย	4.65	10.95		

ตารางที่ 8 แสดงการทดสอบนัยสำคัญโดยอาศัยการแจกแจงของที (T-Test) เรื่อง การฝึกปฏิบัติการทดสอบความแข็ง

ผลการคำนวณการทดสอบนัยสำคัญ โดยอาศัยการแจกแจงของที (t-test)

$$\sum D = 130 , \sum D^2 = 894 , N = 20 \text{ คน}$$

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

เมื่อ D คือ ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
N คือ จำนวนคู่ (คน)

แทนค่า

$$t = \frac{130}{\sqrt{\frac{(20 \times 894) - (130)^2}{20 - 1}}}$$

$$= \frac{130}{7.18}$$

$$= 18.11$$

จากตาราง t ซึ่งมี df = 19 ระดับความเชื่อมั่น 0.05 มีค่า 2.093 ซึ่งถือว่าเป็นจุดหลัก แต่ค่า t ที่คำนวณได้ = 18.11 สูงกว่าจุดหลัก แปลว่าผลการทดสอบ 2 ครั้งแตกต่างกัน นั่นคือ การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การฝึกปฏิบัติการทดสอบความแข็งแรง นักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

แบบทดสอบในงานวิจัย

แบบทดสอบเรื่อง การปฏิบัติการทดสอบความแข็ง

คำสั่ง 1. ข้อสอบมีทั้งหมด 15 ข้อ ให้ทำทุกข้อ

2. ให้กาเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบที่แจกให้ ที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ข้อใดคือความหมายของความแข็ง (Hardness)
 - ก. ความสามารถในการเปลี่ยนรูปของวัสดุเมื่อมีแรงภายนอกมากระทำ
 - ข. ความสามารถในการคงรูปของวัสดุเมื่อมีแรงภายนอกมากระทำ
 - ค. ความสามารถในการรับแรงดึงของวัสดุเมื่อมีแรงภายนอกมากระทำ
 - ง. ความสามารถในการทนต่อการกัดกร่อนจากสารเคมีของวัสดุ
2. ความแข็งของวัสดุขึ้นอยู่กับลักษณะเฉพาะทางกายภาพข้อใด
 - ก. ความต้านทานการเกิดรอย
 - ข. ค่า Tensile Strength
 - ค. ค่าขีดจำกัดความยืดหยุ่น
 - ง. ถูกทุกข้อ
3. การทดสอบความแข็งในข้อใด มีวิธีการทดสอบที่แตกต่างไปจากกลุ่ม
 - ก. Vickers Hardness Test
 - ข. Brinell Hardness Test
 - ค. Rockwell Hardness Test
 - ง. Shore Hardness Test
4. การทดสอบความแข็งในข้อใด ทดสอบได้ง่าย รวดเร็ว เหมาะกับชิ้นงานที่มีความแข็งสม่ำเสมอทั้งชิ้นงาน
 - ก. Vickers Hardness Test
 - ข. Brinell Hardness Test
 - ค. Rockwell Hardness Test
 - ง. Shore Hardness Test
5. โลหะประเภทเหล็กหล่อจะใช้การทดสอบแบบใด
 - ก. Vickers Hardness Test
 - ข. Brinell Hardness Test
 - ค. Rockwell Hardness Test
 - ง. Shore Hardness Test
6. การทดสอบฟิล์มบาง หรือวัสดุที่เปราะแตกง่าย รวมถึงการทดสอบสมบัติที่ขึ้นอยู่กับทิศทาง จะใช้วิธีการทดสอบแบบใด
 - ก. Vickers Hardness Test
 - ข. Brinell Hardness Test
 - ค. Rockwell Hardness Test
 - ง. Shore Hardness Test
7. การทดสอบความแข็งแบบใดใช้ทดสอบเฉพาะวัสดุที่แข็งไม่มาก
 - ก. Vickers Hardness Test
 - ข. Brinell Hardness Test
 - ค. Rockwell Hardness Test
 - ง. Shore Hardness Test

เฉลยแบบทดสอบการฝึกปฏิบัติการทดสอบแรงดึง

- | | | |
|-------|-------|-------|
| 1. ข | 2. ง | 3. ง |
| 4. ค | 5. ข | 6. ก |
| 7. ข | 8. ข | 9. ข |
| 10. ค | 11. ค | 12. ก |
| 13. ข | 14. ก | 15. ค |
-

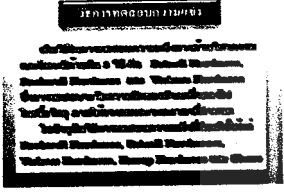
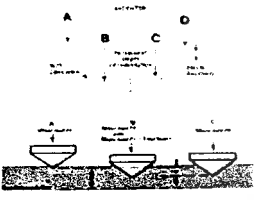



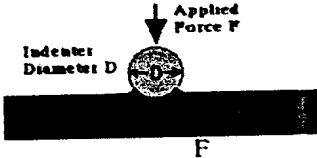
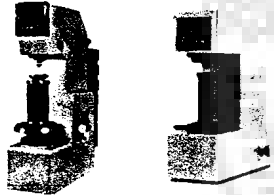
ลักษณะรายวิชา

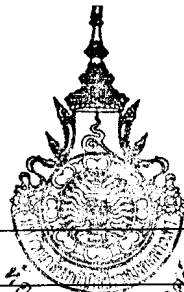
1. รหัสและชื่อวิชา 04-400-202 การประลองวิศวกรรมการทดสอบวัสดุ
2. สภาพรายวิชา วิชาซีพบังคับในหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ
3. ระดับรายวิชา ภาคเรียนที่ 1 ชั้นปีที่ 2
4. พื้นฐาน -
5. เวลาศึกษา 72 คาบเรียนตลอด 18 สัปดาห์ ทฤษฎี 1 คาบ ปฏิบัติ 3 คาบต่อ
สัปดาห์ และนักศึกษาจะต้องใช้เวลานอกศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองสัปดาห์
ละ 1 ชั่วโมง
6. หน่วยกิต 2 หน่วยกิต
7. จุดมุ่งหมายของรายวิชา
 1. เข้าใจคุณสมบัติทางกลของวัสดุภายใต้แรงกระทำได้แก่ แรงดึง แรงอัด
แรงเฉือน แรงบิด แรงกระแทก ความล้า และความแข็ง
 2. เข้าใจหลักการของการทดสอบวัสดุด้วยวิธีต่างๆ
 3. เข้าใจวิธีการวิเคราะห์ผลการทดสอบวัสดุ
 4. ปฏิบัติการทดสอบคุณสมบัติของวัสดุด้วยวิธีต่าง ๆ
 5. ตระหนักถึงความสำคัญของการทดสอบวัสดุในงานอุตสาหกรรม
8. คำอธิบายรายวิชา
ศึกษาคุณสมบัติของวัสดุภายใต้แรงกระทำ หลักการทดสอบวัสดุ และการวิเคราะห์
ผลทดสอบ

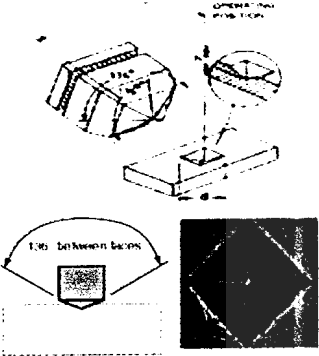
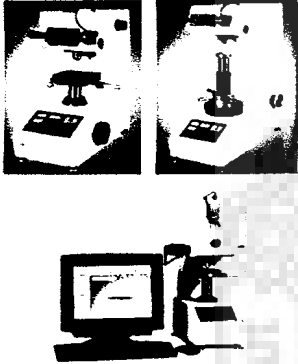
บทดำเนินเรื่อง

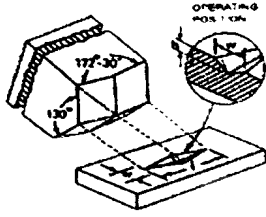
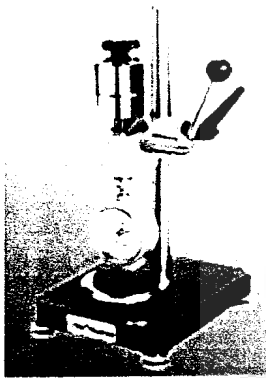
ภาพ	เสียงบรรยาย
<p style="text-align: center;"><u>บทนำ</u></p> <p>1.</p> 	<p>สวัสดีครับนักศึกษา และผู้สนใจทุกๆ ท่าน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการทดสอบความแข็งของวัสดุ ที่ท่านกำลังรับชมอยู่นี้ มีเนื้อหาเกี่ยวกับความหมายของความแข็ง วิธีการทดสอบความแข็ง ตลอดจนขั้นตอนการทดสอบความแข็งกับเครื่องทดสอบ โดยจะเน้นในส่วนของการทดสอบความแข็งทางด้านโลหะ ซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อผู้ชมในการพิจารณาเลือกเครื่องมือที่ถูกต้องเหมาะสมกับการใช้งาน ตลอดจนเป็นแนวทางในการปฏิบัติทดสอบความแข็งได้อย่างถูกต้อง</p>
<p style="text-align: center;"><u>ความหมายของความแข็ง</u></p> <p>2.</p> 	<p>ความแข็ง คืออะไร</p> <p>ความแข็ง หรือ Hardness เป็นปริมาณทางฟิสิกส์ที่แสดงถึงความสามารถในการคงรูปของวัสดุต่างๆ เมื่อมีแรงภายนอก หรือ โหลดมากระทำกับวัสดุนั้นๆ ความแข็งเป็นปริมาณสัมพัทธ์ที่มีความแตกต่างจากปริมาณทางฟิสิกส์อื่นๆ เช่น ระยะทาง เวลา ปริมาตร หรือกระแสไฟฟ้า ตรงที่ไม่มีจำนวนหรือมาตรฐานที่แน่นอน แต่จะขึ้นอยู่กับลักษณะ เฉพาะทางกายภาพอย่างอื่น เช่น Tensile strength, Yield strength, ชีตจำกัดความยืดหยุ่นและความต้านทาน การเกิดรอย เป็นต้น ความแข็งของวัสดุจึงกลายเป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์</p>

ภาพ	เสียงบรรยาย
<p>3.</p> 	<p>วิธีการทดสอบความแข็ง</p> <p>เดิมวิธีการทดสอบความแข็งทางด้านวิศวกรรม และโลหะ มีด้วยกัน 3 วิธี คือ Brinell Hardness, Rockwell Hardness และ Vickers Hardness ซึ่งการทดสอบจะวัดความลึกของหัวกดที่จมลงไปบนเนื้อวัสดุ ภายใต้แรงกดและระยะเวลาที่กำหนด</p> <p>ในปัจจุบันวิธีการทดสอบความแข็งที่นิยมใช้ได้แก่ Rockwell Hardness, Brinell Hardness, Vickers Hardness, Knoop Hardness และ Shore</p>
<p>4.</p>  <p>ลักษณะของหัวกด แบบ Rockwell</p>	<p>การทดสอบความแข็งแบบ Rockwell Hardness Test</p> <p>เป็นวิธีการวัดความแข็ง โดยการวัดและเปรียบเทียบความลึกของรอยกดบนพื้นผิววัสดุเมื่อมีแรงกดขนาดต่างๆ มากกระทำ ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ แรงกดนำ (preload) ขนาด 10 กิโลกรัม สำหรับการทดสอบแบบปกติ และขนาด 3 กิโลกรัม เพื่อทำการทดสอบพื้นผิว และใส่เพิ่มเข้าไปให้ได้ แรงกดเต็ม (full load) เป็น 60, 100 หรือ 150 สำหรับการทดสอบแบบปกติ และ 15, 30 หรือ 45 เพื่อการทดสอบพื้นผิว แล้วทำการคำนวณค่าความแข็ง Rockwell หัวกดที่ใช้อาจเป็นลูกเหล็กกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดต่างๆ หรือรูปกรวยที่มีมุม 120 องศา และมีเพชรทรงกลมขนาดรัศมี 0.2 มิลลิเมตรอยู่ที่ปลาย การทดสอบแบบนี้เป็นการทดสอบที่ง่าย รวดเร็ว เหมาะสำหรับชิ้นงานที่มีความแข็งสม่ำเสมอตลอดชิ้นงาน</p>
<p>5.</p>  <p>เครื่องทดสอบความแข็ง แบบร็อกเวล (Rockwell Hardness Tester)</p>	<p>สำหรับเครื่องทดสอบแบบ Rockwell มีด้วยกันหลายรูปแบบในดังภาพ</p>

ภาพ	เสียงบรรยาย
<p>6.</p>  <p style="text-align: center;"> $BHN = \frac{F}{\frac{\pi}{4} (D + D - \sqrt{D^2 - d_1^2})}$ </p> <p>การทดสอบแบบ Brinell</p>	<p>การทดสอบความแข็งแรงแบบ Brinell Hardness Test</p> <p>เป็นวิธีการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอยกดที่เกิดจากหัวกดประเภทเหล็กหรือคาร์ไบด์ ที่มีรูปร่างเป็นทรงกลมขนาดต่างๆ บนพื้นผิวของวัสดุ แต่โดยทั่วไปมักมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร และแรงกดขนาด 50-3,000 กิโลกรัม แล้วนำไปคำนวณค่าความแข็งแรง Brinell ตัวเลขต่างๆ ที่ได้จะบอกถึงเงื่อนไขที่ใช้ในการทดสอบ เช่น 75 HBW 10/500/30 หมายความว่าความแข็งแรง Brinell มีค่าเท่ากับ 75 หัวกดที่ใช้มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 10 มิลลิเมตร ที่แรงกด 500 กิโลกรัม และใช้เวลาในการกด 30 วินาที เป็นต้น การทดสอบนี้มีข้อจำกัดของวัสดุที่นำมาใช้ทดสอบนั้นต้องมีค่าความแข็งแรงไม่เกิน 650 HBW ถ้ามากกว่านี้วิธีการแบบ Rockwell และ Vickers จะมีความเหมาะสมมากกว่า</p> <p>การทดสอบแบบ Brinell จะให้รอยกดที่มีความลึกและกว้างกว่าวิธีการอื่นๆ จึงเหมาะสำหรับการวัดค่าความแข็งแรงของตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่ และใช้ได้ทั้งวัสดุที่มีลักษณะเป็นเนื้อเดียว (Homogeneous) หรือเนื้อผสม (Heterogeneous) เนื่องจากขนาดของรอยกดจะครอบคลุมเฟส หรือองค์ประกอบทั้งหมดของเนื้อวัสดุ</p>
<p>7.</p>  <p>เครื่องทดสอบความแข็งแรงแบบบริเนล (Brinell Hardness Tester)</p>	<p>สำหรับเครื่องทดสอบความแข็งแรงแบบ Brinell มีรูปร่างหน้าตา ลักษณะต่างๆ ดังภาพ</p>



ภาพ	เสียงบรรยาย
<p>8.</p>  <p>ลักษณะของหัวกด แบบ Vickers</p>	<p>การทดสอบความแข็งแบบ Vickers Hardness Test</p> <p>การทดสอบความแข็งแบบนี้ เป็นการพัฒนามาจากการทดสอบแบบ Brinell เพื่อลดปัญหาของความถูกต้องในการวัดหัวกดที่ใช้ในวิธีการนี้ คือ เพชร ซึ่งมีรูปร่างเป็นปิระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส และมีมุมระหว่างผิวหน้าด้านตรงข้ามกันเท่ากับ 136 องศา แรงกดที่ใช้อยู่ระหว่าง 1 กรัม - 100 กิโลกรัม ใช้ระยะเวลาทดสอบประมาณ 10-15 วินาที รอยที่เกิดขึ้นมีขนาดเล็กในระดับไมครอน จึงต้องอาศัยกล้องจุลทรรศน์ ในการช่วยคำนวณความแข็งค่าความแข็งที่ได้จะแสดงออกมา ดังเช่น 800 HV/10 ซึ่งหมายถึง มีค่าความแข็ง Vickers 800 และใช้แรงกด 10 กิโลกรัม ค่าความแข็งที่ได้จากวิธีการนี้จะให้ผลที่ชัดเจน และเป็นรูปแบบมากกว่าวิธีการอื่นๆ และสามารถให้ทดสอบวัสดุได้อย่างหลากหลาย ทั้งที่มีองค์ประกอบสม่ำเสมอและไม่สม่ำเสมอ</p>
<p>9.</p>  <p>เครื่องทดสอบความแข็ง แบบวิกเกอร์ (Vickers Hardness Tester)</p>	<p>เครื่องทดสอบความแข็ง Vickers มีด้วยกันหลายรูปแบบดังในภาพ</p>

ภาพ	เสียงบรรยาย
<p>10.</p>  <p>ลักษณะของหัวกดแบบ Knoop</p>	<p>การทดสอบความแข็งแบบ Knoop Hardness Test</p> <p>วิธีการนี้จะคล้ายคลึงกับวิธี Vickers แต่หัวกดที่ใช้เป็นเพชรรูปร่างปิระมิดที่มีมุมเป็น 130 องศา และ 172 องศา 30 ลิปดา เนื่องจากหัวกดมีลักษณะเรียวยาว จึงสร้างรอยกดที่มีความยาวของเส้นทแยงมุมมากกว่าวิธีการอื่นๆ ถึง 7 เท่า ทำให้สามารถเห็นภาพรอยกดได้อย่างชัดเจนแม้ใช้แรงกดต่ำ เทคนิคนี้จึงเหมาะสำหรับการทดสอบฟิล์มบาง หรือวัสดุที่เปราะแตกง่าย รวมถึงการทดสอบสมบัติที่ขึ้นอยู่กับทิศทาง (Anisotropy) ได้</p>
<p>11.</p>  <p>ลักษณะของหัวกดแบบ Shore</p>	<p>การทดสอบความแข็งแบบ Shore Hardness Test</p> <p>Shore Scleroscope เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการคำนวณความแข็งของวัสดุในเทอมของความยืดหยุ่น โดยหัวกดที่มีปลายเป็นเพชรจะถูกปล่อยออกจากตำแหน่งความสูงที่กำหนดลงบนส่วนที่ต้องการทดสอบ ค่าความแข็งจะขึ้นอยู่กับความสูงของหัวกดที่กระดอนกลับ วัสดุที่มีความแข็งมาก หัวกดก็จะกระดอนสูง ค่าความแข็ง Shore จะหมายถึง ค่าที่วัดความต้านทานของวัสดุที่จะทำให้เกิดรอย ยิ่งค่านี้ค่าสูงมากเท่าไร จะยิ่งแสดงว่าวัสดุจะเกิดรอยได้ยาก การทดสอบด้วยวิธีนี้เป็นที่นิยมใช้ในการทดสอบความแข็งของพลาสติก และยางเช่นเดียวกันกับวิธีการ Rockwell</p>
<p>ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องทดสอบความแข็ง</p> <p>12.</p> 	<p>เครื่องทดสอบความแข็งที่จะกล่าวถึงในสื่อการเรียนการสอนชุดนี้ จะเป็นเครื่องทดสอบความแข็งแบบเอนกประสงค์ ซึ่งสามารถทดสอบความแข็งได้ทั้งแบบ Rockwell, Brinell, และ Vickers ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องทดสอบแบบเอนกประสงค์ จะประกอบด้วยส่วนสำคัญดังนี้</p>

ภาพ	เสียงบรรยาย
13. 	ส่วนของการปรับค่า Load หรือค่าแรงที่กระทำในการทดสอบ
14. 	จอแสดงผลและปุ่มในการปรับตั้งค่าที่ใช้ในทดสอบ
15. 	ขวามือของจอแสดงผลจะเป็นคั่น โยคสำหรับใส่ค่าแรงในการทดสอบลงบนชิ้นงาน
16. 	ส่วนหัวทดสอบ เราจำเป็นต้องปรับหรือเปลี่ยนตามลักษณะของแบบทดสอบ
17. 	ค้านล่างของหัวทดสอบจะเป็นแท่นรองชิ้นงาน สำหรับแท่นรองชิ้นงานสามารถเปลี่ยนตามลักษณะของชิ้นงานแบบต่างๆ

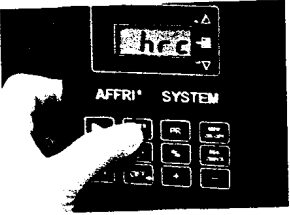

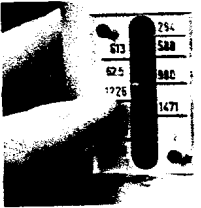
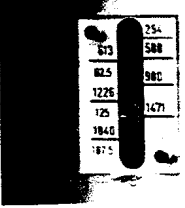

ภาพ	เสียงบรรยาย
<p>18.</p> 	<p>ส่วนสุดท้ายที่จะกล่าวถึงเป็นแท่นหมุน สำหรับปรับค่า ระยะ ต่างๆ ของชิ้นงานทดสอบ โดยถ้าหมุนตามเข็มนาฬิกา ระยะความ สูงของชิ้นงานก็จะสูงขึ้น ส่วนถ้าหมุนทวนเข็มนาฬิกา ระยะความ สูงของชิ้นงานก็จะต่ำลง</p>
<p>19.</p> 	<p>การปรับตั้ง Scale ที่ใช้ในการทดสอบ จะทำโดยกดปุ่ม Scale Sel ซึ่งการกดในแต่ละครั้ง การเลื่อนของ Scale จะเลื่อน ไปเรื่อยๆ</p>
<p>20.</p> 	<p>การเลือก Scale ที่ใช้ในการทดสอบจะเลือกตามวัสดุที่ใช้ใน การทดสอบ โดยดูจากตาราง</p>
<p>21.</p> 	<p>การปรับตั้งเวลาในการทดสอบ ทำโดยกดปุ่มนาฬิกา เวลาจะ เป็นวินาที ถ้าต้องการเพิ่มขึ้นหรือลดลง ทำโดยเพิ่มขึ้นกดปุ่ม + ลดลงกดปุ่ม - เมื่อ ได้เวลาตามที่กำหนดให้กดเครื่องหมายนาฬิกา อีกครั้งหนึ่ง</p>
<p>22.</p> 	<p>การปรับตั้งช่วงค่าความแข็งที่ต้องการวัด สามารถทำโดยกด ปุ่ม ▲▼ กดครั้งแรกจะเป็นการบอกให้ทราบว่าค่าความแข็งที่ตั้ง ไว้ในส่วนสูง ก็คือช่วง 50 Rockwell C</p>

ภาพ	เสียงบรรยาย
<p>23.</p> 	<p>ถ้าต้องการมีการปรับ เปลี่ยนให้กดปุ่ม + กรณีที่ปรับเพิ่มขึ้น หรือ - ในกรณีที่ปรับลดลงเป็นจุดทศนิยมนะครับ</p>
<p>24.</p> 	<p>แต่ถ้าต้องการปรับเปลี่ยนตัวเลข 2 หลัก ให้กด ► ค้างไว้ แล้วกด + เพิ่มขึ้นหรือ - ลดลง เมื่อ ได้ตัวเลขตามที่ต้องการให้กด เครื่องหมาย ▲▼ ก็จะพบว่า ▲▼ นะครับ ก็พบว่าเป็นการตั้งค่า ความสูงที่เราต้องการ ก็คือ 50 กดหนึ่งครั้ง</p>
<p>25.</p> 	<p>ครั้งหลังที่เป็นตัวเลขที่ขึ้นหน้าจะเป็นค่าความแข็งช่วงต่ำ ก่อนหน้าที่ตั้งไว้ที่ 30 Rockwell C ถ้าต้องการมีการปรับขึ้นหรือ ลงนะครับ กด + ขึ้น หรือ - ลง เป็นจุดทศนิยม แต่ถ้าต้องการ ปรับเปลี่ยนเป็นตัวเลข 2 หลัก ให้กดเครื่องหมาย ► ซึ่งเหมือน กับการปรับช่วงสูง กด ► ค้างไว้ + เพิ่มขึ้นเป็นตัวเลข 2 หลัก - ลดลงเป็นตัวเลข 2 หลัก เพื่อให้ได้ตามที่กำหนด อย่าง เช่น 30 Rockwell C ในส่วนต่ำ กดขึ้นขึ้นอีกครั้งโดยกดปุ่ม ▲▼ ก็เป็น อันเสร็จก็คือช่วงของการวัดค่าสูง 50 Rockwell C ส่วนค่าต่ำ 30 Rockwell C</p>
<p>26.</p> 	<p>การเก็บข้อมูลค่าความแข็งในการทดสอบ สามารถเก็บข้อมูล ไว้ในเครื่องได้โดยกดปุ่มเครื่องหมาย MAM ON-OFF กดหนึ่ง ครั้งก็จะทำการเก็บข้อมูลไว้ในเครื่อง ซึ่งในเครื่องสามารถเก็บ ข้อมูลไว้ได้ทั้งหมด 300 ครั้ง</p>

ภาพ	เสียงบรรยาย
<p>27.</p> 	<p>ข้อมูลค่าความแข็งที่เก็บไว้ในเครื่อง สามารถเรียกดูมาตรวจสอบได้โดยกด % ข้อมูลจะป้อนกลับเรียงตามลำดับให้เราดู และค่าไว้จนกว่าจะมีการทดสอบครั้งใหม่</p>
<p>28.</p> 	<p>ในการเอาข้อมูลครั้งสุดท้ายที่จัดเก็บไว้ในเครื่องออกสามารถทำได้โดยกดปุ่ม - แล้วตามด้วยปุ่ม % ข้อมูลครั้งสุดท้ายที่จัดเก็บไว้ในเครื่องก็จะถูกลบออกไป</p>
<p>29.</p> 	<p>ในการลบข้อมูลที่เก็บไว้ในเครื่องออกทั้งหมด สามารถทำได้โดยกดปุ่ม OFF จากนั้นกดปุ่ม MAM ON-OFF ค้างไว้แล้วกดปุ่ม ON</p>
<p>30.</p> 	<p>การเปลี่ยน Load หรือแรงที่กระทำในการทดสอบ สามารถทำได้โดยหมุนแกนหมุนด้านบนทวนเข็มนาฬิกา โดยที่ทวนเข็มนาฬิกาจะเป็นการปรับ Load หรือแรงที่กระทำในการทดสอบเพิ่มขึ้น แต่ถ้าหมุนตามเข็มนาฬิกาจะเป็นการปรับ Load หรือแรงที่กระทำลดลง</p>
<p>31.</p> 	<p>โดยตำแหน่งของ Load หรือแรงที่กระทำจะดูได้จากเส้นตรงกลาง เส้นสีเหลืองตรงกลางจะต้องตรงกับค่าแรงที่กระทำ โดยที่ตรงกลางนี้จะเป็นหน่วยของค่าแรงเป็นกิโลกรัมแรง หรือ Kgf. ส่วนด้านขวามือค่า Load หรือแรงที่กระทำเป็นนิวตัน</p>


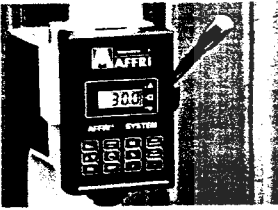
ภาพ	เสียงบรรยาย
32. 	<p>แท่นรองชิ้นงานจะเป็นตัววางชิ้นงานในขณะที่ทำการทดสอบ ตามมาตรฐานที่คิดมากับเครื่องจะมี 3 รูปแบบ ที่เห็นเป็นแท่นวางชิ้นงานสำหรับงานแบนหรือทรงเรียบ</p>
33. 	<p>แต่ถ้าจะทำการทดสอบชิ้นงานที่เป็นทรงกลม จำเป็นต้องเปลี่ยนแท่นวางชิ้นงาน เป็นรูปตัว V ซึ่งมีอยู่ 2 ขนาดที่เห็นเป็น V ขนาดใหญ่ สำหรับรูปทรงกลมที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดใหญ่</p>
34. 	<p>ส่วนถ้าเส้นผ่าศูนย์กลางของงานทรงกลมที่มีขนาดเล็ก จะทำการเปลี่ยนแท่นวางชิ้นงานที่เป็นรูปตัว V ที่มีขนาดเล็กลงมา ทุกครั้งที่มีการทดสอบบนแท่นวางชิ้นงานเรียบร้อยแล้ว จำเป็นต้องมีการบำรุงรักษาโดยการชโลมน้ำมัน แล้วเก็บในกล่องเก็บทุกครั้ง</p>
35. 	<p>การประกอบและเปลี่ยนหัวทดสอบ สามารถทำได้โดยการคลายแหวนนัตที่เครื่อง จากนั้น เลือกหัวทดสอบตามความเหมาะสมของชนิดของชิ้นงานทดสอบ</p>
36. 	<p>ใส่ในแหวนนัตประกอบเข้ากับเครื่องโดยการหมุนขันให้แน่นโดยใช้มือ สำหรับการเลือกหัวทดสอบขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของชิ้นงานที่ทำการทดสอบ ยกตัวอย่างเช่น หัวทดสอบที่เป็นหัวเพชรมุม 120 องศา จะใช้ในการทดสอบชิ้นงานที่ผ่านการชุบแข็ง หน่วยการวัดออกมาเป็น Rockwell C เป็นต้น</p>

ภาพ	เสียงบรรยาย																																																		
<p>37.</p> 	<p>การเลือกหัวข้อทดสอบลักษณะอื่นๆ เพื่อใช้กับงานให้ดูตามตาราง</p>																																																		
<p>38.</p> <p>ขั้นตอนในการทดสอบ</p> 	<p>ขั้นตอนในการใช้เครื่องทดสอบความแข็งแบบอเนกประสงค์กับการทดสอบงานจริง เริ่มโดยกดปุ่ม ON เพื่อให้กระแสไฟฟ้าเข้าเครื่อง</p>																																																		
<p>39.</p> 	<p>จากนั้นมาพิจารณาชิ้นงานที่จะทำการทดสอบว่ามีค่าความแข็งโดยประมาณเท่าไร สำหรับชิ้นงานที่จะทำการทดสอบชิ้นนี้เป็นดอกสว่านที่ทำจากเหล็ก High Speed มีค่าความแข็งค่อนข้างมาก</p>																																																		
<p>40.</p>  <table border="1" data-bbox="327 1212 607 1426"> <tbody> <tr> <td>Robot</td> <td>HR</td> <td>HR</td> <td>HR</td> <td>HR</td> <td>HR</td> <td>HR</td> <td>HR</td> <td>HR</td> <td>HR</td> </tr> <tr> <td>Robot</td> <td>HR</td> <td>HR</td> <td>HR</td> <td>HR</td> <td>HR</td> <td>HR</td> <td>HR</td> <td>HR</td> <td>HR</td> </tr> <tr> <td>Robot</td> <td>HR</td> <td>HR</td> <td>HR</td> <td>HR</td> <td>HR</td> <td>HR</td> <td>HR</td> <td>HR</td> <td>HR</td> </tr> <tr> <td>Robot</td> <td>HR</td> <td>HR</td> <td>HR</td> <td>HR</td> <td>HR</td> <td>HR</td> <td>HR</td> <td>HR</td> <td>HR</td> </tr> <tr> <td>Robot</td> <td>HR</td> <td>HR</td> <td>HR</td> <td>HR</td> <td>HR</td> <td>HR</td> <td>HR</td> <td>HR</td> <td>HR</td> </tr> </tbody> </table>	Robot	HR	HR	HR	HR	HR	HR	HR	HR	HR	Robot	HR	HR	HR	HR	HR	HR	HR	HR	HR	Robot	HR	HR	HR	HR	HR	HR	HR	HR	HR	Robot	HR	HR	HR	HR	HR	HR	HR	HR	HR	Robot	HR	HR	HR	HR	HR	HR	HR	HR	HR	<p>ในตารางคู่มือพบว่าวัสดุที่มีความแข็งค่อนข้างมากจะทำการทดสอบความแข็งโดยใช้แบบ Rockwell C</p>
Robot	HR	HR	HR	HR	HR	HR	HR	HR	HR																																										
Robot	HR	HR	HR	HR	HR	HR	HR	HR	HR																																										
Robot	HR	HR	HR	HR	HR	HR	HR	HR	HR																																										
Robot	HR	HR	HR	HR	HR	HR	HR	HR	HR																																										
Robot	HR	HR	HR	HR	HR	HR	HR	HR	HR																																										
<p>41.</p> 	<p>เพราะฉะนั้นจำเป็นต้องมาดูที่ Scale ที่ของเดิมที่หน้าจอว่าเป็น Scale ไດ Scale ที่แสดงอยู่เป็น Scale ของ Rockwell B จำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยน โดยการปรับ Scale ใหม่</p>																																																		


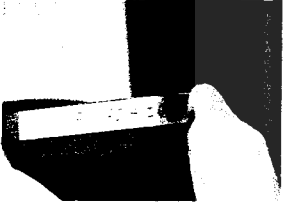
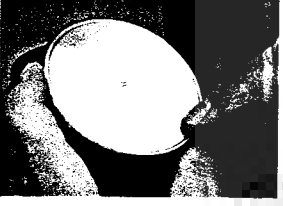


ภาพ	เสียงบรรยาย
<p>42.</p> 	<p>โดยกดปุ่ม Scale Sel เพื่อเลือกสเกลที่จะทดสอบให้เป็น Rockwell C หรือ HRC.</p>
<p>43.</p> 	<p>เวลาที่ใช้ในการทดสอบคู่มือบอกว่าใช้เวลา 3 วินาที ก็เช็ค ตรวจสอบดูว่าเวลาที่ตั้งไว้เท่าไร ที่หน้าจอแสดงผลบอกว่า 3 วินาที ก็เป็นเวลาที่กำหนดตามมาตรฐานในตารางคู่มือ</p>
<p>44.</p> 	<p>จากนั้นมาตรวจสอบดู Load หรือแรงที่กระทำว่าใน Rockwell C ในคู่มือให้ปรับค่าแรงที่ 150 กิโลกรัมแรง หรือ Kgf. หรือ 1471 นิวตัน ของเดิมที่ตั้งอยู่เป็น Load หรือแรงที่กระทำ 100 กิโลกรัมแรง หรือ 980 นิวตัน</p>
<p>45.</p> 	<p>ก็จำเป็นต้องมีการปรับให้ได้ตามที่กำหนด ก็คือ ต้องมีการปรับเพิ่มให้เป็น 150 กิโลกรัมแรง หรือ 1471 นิวตัน โดยปรับที่เส้นสีเหลืองให้ตรงกับค่าแรงที่กำหนด ให้เส้นสีเหลืองอยู่ในแนวเดียวกับตัวเลข 1471 นิวตัน เป็น Load ที่กำหนดตามคู่มือ</p>
<p>46.</p> 	<p>เลือกหัวทดสอบที่เป็นลักษณะหัวเพชรรูปกรวยมุม 120 องศา เพื่อใช้ในการทดสอบ Rockwell C ประกอบเข้ากับเครื่อง</p>

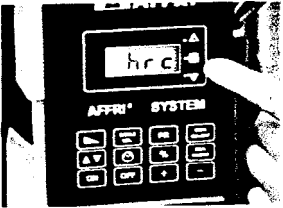
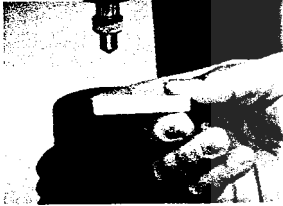
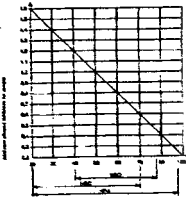
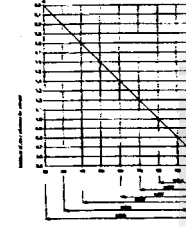
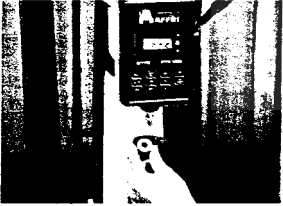
ภาพ	เสียงบรรยาย
47. 	<p>จากนั้นเลือกแท่นวางชิ้นงาน ในลักษณะของชิ้นงานที่จะทำการทดสอบเป็นพื้นที่เรียบใช้แทนที่เป็นลักษณะที่เป็นแท่นเรียบ จากนั้นใส่ประกอบเข้ากับเครื่อง ระวังอย่าให้กระทบกับหัวทดสอบจะทำให้เกิดความเสียหาย</p>
48. 	<p>ทำการตรวจสอบคันทโยกว่าอยู่ในตำแหน่งด้านหน้าหรือไม่ ถ้าไม่อยู่ให้ทำการ โยกมาอยู่ด้านหน้าในตำแหน่งดังกล่าว</p>
49. 	<p>จากนั้นนำชิ้นงานที่จะทำการทดสอบวางบนแท่นรองรับให้ตรงกับหัวทดสอบ</p>
50. 	<p>ทำการหมุนมือหมุนตามเข็มนาฬิกา เพื่อยกชิ้นงานขึ้นให้สัมผัสกับหัวทดสอบ</p>
51. 	<p>เมื่อสัมผัสแล้วตัวเลขที่หน้าจอก็จะขึ้น 9 ไฟสีส้มก็จะปรากฏขึ้น</p>

ภาพ	เสียงบรรยาย
52. 	จากนั้นทำการหมุนมือหมุนให้ตัวเลขอยู่ที่ตำแหน่ง 0 ไฟสีเขียวก็จะขึ้น
53. 	แต่ถ้ากรณีหมุนมากเกินไปไฟสีแดงก็จะขึ้น ให้ทำการหมุนทวนเข็มนาฬิกาเพื่อลดชิ้นงานลง
54. 	จากนั้นทำการเลื่อนตำแหน่ง แล้วทำการหมุนเช่นเดิม เพื่อให้ตัวเลขอยู่ที่ตำแหน่ง 0 ไฟสีเขียวขึ้น ถือว่าพร้อมที่จะทำการทดสอบ
55. 	ทำการผลักคันโยกไปด้านหลัง ที่หน้าจอจะปรากฏคำว่า STOP แล้วไฟสีแดงก็จะกระพริบ
56. 	จากนั้นทำการ โยกคัน โยกคัน โยกมาด้านหน้า

ภาพ	เสียงบรรยาย
57. 	<p>ที่หน้าจอก็จะปรากฏค่าความแข็งที่วัดได้ของชิ้นก็คือ 63.5 หน่วยเป็น Rockwell Scale C โฟลิต์แสดงข้างจอด้านขวามือ ถ้าปรากฏขึ้นสีแดง แสดงว่าค่าความแข็งที่ทดสอบได้ มีค่าสูงกว่าค่าที่ตั้งไว้</p>
58. 	<p>ถ้าปรากฏโฟลิต์เหลืองขึ้นที่หน้าจอด้านขวามือของจอแสดงผล แสดงว่าค่าที่ได้จากการทดสอบมีค่าต่ำกว่าค่าที่ตั้งไว้</p>
59. 	<p>กรณีโฟลิต์เขียวที่จอแสดงผลด้านขวามือปรากฏขึ้น แสดงว่าค่าความแข็งที่ได้จากการทดสอบอยู่ระหว่างค่าที่ได้กำหนดไว้</p>
60. 	<p>หลังจากทำการทดสอบจุดแรกเสร็จเรียบร้อยแล้ว ทำการคลายชิ้นงานลงเพื่อทำการทดสอบชิ้นงานจุดที่ 2 ใหม่ โดยทำการเลื่อนจุดไปตำแหน่งอื่นบนชิ้นงาน จากนั้นทำการทดสอบเหมือนเช่นเดิม โดยการหมุนมือหมุนและทำการทดสอบเช่นเดิม ทำการทดสอบชิ้นงานโดยเฉลี่ยแล้วทำการทดสอบ 3 จุด เพื่อหาค่าเฉลี่ยค่าความแข็ง</p>
<p>ข้อควรระวังในการทดสอบ</p> 61. 	<p>ข้อควรระวังในการทดสอบกับเครื่องทดสอบความแข็งชิ้นงานที่จะทำการทดสอบต้องมั่นใจว่าวางอยู่บนแท่นรองรับอย่างมั่นคงและหัวทดสอบต้องตั้งฉากๆ กับหัวทดสอบ</p>

ภาพ	เสียงบรรยาย
62. 	ผิวหน้าของชิ้นงานทดสอบต้องมีความเรียบ อย่างน้อยที่สุดคือมีค่าไม่น้อยกว่า 3 ไมครอน ลักษณะของผิวหน้ายิ่งเรียบจะทำให้ผลการทดสอบมีค่าความเที่ยงตรงจากการทดสอบได้ดีที่สุด
63. 	ในกรณีที่ จะทำการทดสอบชิ้นงานที่มีผิวโค้ง หรือรูปทรงกลมในลักษณะดังภาพจำเป็นต้องเปลี่ยนแท่นวางชิ้นงาน ซึ่งใช้ลักษณะแบบนี้ไม่ได้
64. 	ในกรณีที่เปลี่ยนแท่นวางหัวทดสอบ ชิ้นงานทดสอบต้องระวังอย่าให้กระทบกับหัวทดสอบ
65. 	จากนั้นเลือกแท่นวางที่มีรูปตัว V แล้วใส่เพื่อทดสอบชิ้นงานในลักษณะแบบนี้ ซึ่งแนวลักษณะของผิวหน้าของหัวทดสอบกับชิ้นงานจะตั้งฉากกัน
66. 	ผิวหน้าชิ้นงานที่จะทำการทดสอบ ต้องปราศจากพวกน้ำมัน สนิม จาระบี หรือสิ่งสกปรก ถ้ามีก็ให้กำจัดออก โดยใช้ผ้าเช็ดหรือขัดออกและลักษณะของผิวหน้างานด้านที่จะทำการทดสอบต้องมีความเรียบมากที่สุด อย่างน้อยที่สุดต้องมีความเรียบที่ประมาณ 3 ไมครอน ซึ่งผิวที่เรียบยิ่งเรียบยิ่งดี จะทำให้ผลการทดสอบออกมาเที่ยงตรงมากที่สุด

ภาพ	เสียงบรรยาย
<p>67.</p> 	<p>ทำความสะอาดแท่นรองแผ่นทดสอบและหัวทดสอบด้วยผ้าชุบแอลกอฮอล์ ซึ่งจะทำให้ผลการทดสอบมีความเที่ยงตรงมากที่สุด</p>
<p>68.</p> 	<p>กรณีที่มีการปรับเปลี่ยน Load หรือต้องการทราบว่าเครื่องที่จะทำการทดสอบนี้ ได้มาตรฐานหรือมีความเที่ยงตรง ก็จะทำให้ทำการทดสอบกับแผ่น Calibrate ซึ่งแผ่น Calibrate จะเป็นตัวบอกให้เราทราบว่า ขณะที่ทำการทดสอบนี้ เครื่องมีความเที่ยงตรงมากน้อยขนาดไหน</p>
<p>69.</p> 	<p>กรณีที่เลือกแผ่น Calibrate ที่ใช้ในการทดสอบ เพื่อให้ได้มาตรฐาน จำเป็นต้องดูแผ่น Calibrate มาตรฐานให้เหมาะสมกับหัวทดสอบ หรือ Scale ที่ใช้ในการทดสอบอย่างเช่น แผ่น Calibrate ที่ใช้ในการทดสอบ Rockwell Scale C ซึ่งค่าความแข็งตามมาตรฐานก็คือ 62.9 ± 0.5 เราจะทำการทดสอบที่ห่างจากขอบไม่น้อยกว่า 3 มม. และแต่ละจุดห่างกัน 3 มม. เช่นเดียวกัน</p>
<p>70.</p> 	<p>ทำการตรวจสอบหัวทดสอบเพื่อดูความเรียบร้อย ถ้ากรณีหัวทดสอบมีการชำรุด จะทำให้ผลการทดสอบนี้ผิดพลาดไป เพราะฉะนั้นถ้ามีการชำรุดให้ทำการเปลี่ยนหัวทดสอบใหม่</p>
<p>71.</p> 	<p>ระวังอย่าให้ช่วงที่นำชิ้นงานเข้ากระแทกหัวทดสอบที่เป็นหัวเพชรแบบ Rockwell C หรือ Vickers หรือนำชิ้นงานออก เพราะเนื่องจากจะทำให้หัวทดสอบที่เป็นหัวเพชรนั้นแตกเสียหายได้</p>

ภาพ	เสียงบรรยาย
<p>72.</p> 	<p>ผู้วัดที่ขูดทดสอบ ไม่แน่ใจว่าผ่านกระบวนการชุบแข็ง มาหรือไม่ให้ช่างวัดทดสอบ โดยปรับเป็น Scale แบบ Rockwell C หรือ Vickers โดยใช้หัวเพชรทำการทดสอบชิ้นงาน ถ้าชิ้นงาน ทรพยาว่ามีค่าความแข็งน้อย จึงปรับเปลี่ยนเป็น Scale ตามที่ กำหนดในแต่ละวัสดุ</p>
<p>73.</p> 	<p>ค่าความหนาชิ้นงานที่มีค่าต่ำสุด ต้องมีค่าไม่น้อยกว่าเกณฑ์ที่ กำหนด ซึ่งจะทำให้เกิดการขูดตัว ถ้ากรณีชิ้นงานมีค่าความหนา น้อยจะทำให้ผลการทดสอบผิดไป</p>
<p>74.</p>  <p>ตารางความหนาต่ำสุด</p>	<p>ซึ่งตัวอย่างค่าความหนาของชิ้นงานทดสอบที่มีค่าความหนา 1 มม. และประมาณค่าความแข็งอยู่ที่ 60 Rockwell C จะพบว่า ชิ้นงานทดสอบที่มีความหนาต่ำสุดที่สามารถจะทดสอบได้ ต้องมี ความหนาไม่น้อยกว่า 0.8 มม. ดังตาราง</p>
<p>75.</p>  <p>ตารางความหนาต่ำสุด</p>	<p>ถ้าเป็นการทดสอบด้วย Scale อื่นเช่น Scale B, G, K, F, E และ H ในหน่วยของ Rockwell C จะใช้อีกตารางหนึ่งดังรูป</p>
<p>75.</p> 	<p>ทุกครั้งที่จะทำการทดสอบชิ้นงาน ต้องทราบว่าชิ้นงานเป็น วัสดุชนิดใด มีค่าความแข็งอยู่ประมาณเท่าไร จากนั้นจึงนำไป เลือกค่าของ Scale ที่ใช้ในการทดสอบ Load ที่ใช้ และหัวทดสอบ ในตารางคู่มือการใช้งานเครื่อง เพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายต่อหัว ทดสอบ และจะทำให้ค่าที่ได้ออกมามีค่าความเที่ยงตรงได้ตาม มาตรฐาน</p>