

สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล  
วิทยาเขตพระนครเหนือ  
การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน  
เรื่อง การฝึกปฏิบัติในงานวิชาโลหะวิทยา

Creating and Finding Efficiency Validation of Computer Assisted Instruction  
Focused on the Practice to Prepare Specimens in Metallurgy.

นาย ทินกร จันท์กระจำง  
Mr. Tinakorn Chankrachang

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งในการดำเนินงานของ แผนกวิจัยและฝึกอบรม  
ของ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ  
ได้รับการอุดหนุนงบประมาณในการดำเนินการ  
ปี พ.ศ. 2547

ลิขสิทธิ์ของ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ

## บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้าง และหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การฝึกปฏิบัติในงานวิชาโลหะวิทยา ให้ได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน 90 / 90 และวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักศึกษานักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ จำนวน 20 คน ผู้วิจัยทำการทดลอง โดยให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียน แล้วให้ ทำการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการฝึกปฏิบัติในงานวิชาโลหะวิทยา ที่ผู้วิจัย สร้างขึ้นประกอบด้วย 6 บทเรียน ได้แก่ การตัดชิ้นงานทดสอบ การปรับผิวหน้าชิ้นงานทดสอบ การทำตัวเรือนแบบเย็น การเตรียมอุปกรณ์ในการขัดผิวหน้าชิ้นงาน ขั้นตอนการปฏิบัติงาน และข้อควรระวังในการปฏิบัติงาน หลังจากนั้นให้ทำแบบทดสอบหลังเรียน แล้วนำมาคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากเรียนด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผลการวิจัยครั้งนี้ปรากฏว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน 90 / 90 และหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักศึกษามีความรู้เพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

( นายทินกร จันทร์กระจ่าง )

ผู้วิจัย

## ABSTRACT

The purposes of the research were to create and find efficiency validation of computer assisted instruction focused on the practice to prepare specimens in Metallurgy, for the standard 90 / 90 and analyze the student' learning achievement after using computer assisted instruction .

The samples were the 20 first year, Bachelor of Science in Technical Education students enrolled in Industrial Engineering, Rajamangala Institute of Technology, North Bangkok Campus. The researcher experimented by using pretest, and then using the computer assisted instruction focus on the practice to prepare specimens in learning, next the students did the posttest . After that the researcher calculated to find the computer assisted instruction efficiency and analyzed the students' leaning 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 0.01 .

(MR. Tinakorn Chankrachang )

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	10
- การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	11
- งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	11
วิธีการวิจัย	14
- ระเบียบวิธีวิจัยที่ใช้	14
- กลุ่มตัวอย่าง	15
- เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	15
- การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล	18
- สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	19

## สารบัญ ( ต่อ )

	หน้า
ผลของการวิจัย	23
- ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	23
- สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล	26
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	27
- วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	28
- สมมติฐานการวิจัย	28
- สรุปผลการวิจัย	28
- อภิปรายผล	28
- ข้อเสนอแนะ	30
บรรณานุกรม	31
ภาคผนวก	33
- รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบสื่อการสอน และหนังสือขอเชิญ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบสื่อการสอน	34
- ขอบข่ายของเนื้อหาวิชา เรื่อง การฝึกปฏิบัติลับดอกสว่านด้วยมือ	39
- แบบประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหา	40
- แบบประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ	42
- เกณฑ์การประเมินสื่อการสอน	44
- ผลการประเมินสื่อการสอนจากผู้เชี่ยวชาญ ด้านเนื้อหา	45
- ผลการประเมินสื่อการสอนจากผู้เชี่ยวชาญ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ	46
- ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงของข้อสอบกับวัตถุประสงค์	47
- แสดงผลการประเมินหาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ ๙	48
- แสดงผลการประเมินหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ ๙	49
- แสดงผลการประเมินหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ๙	53
- ผลการคำนวณวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	55
- แสดงการทดสอบนัยสำคัญโดยอาศัยการแจกแจงของที ( t – test )	57
- แบบทดสอบในการวิจัย	59
- เฉลยแบบทดสอบในการวิจัย	64

## สารบัญ ( ต่อ )

	หน้า
- ลักษณะรายวิชา โลหะวิทยาในงานวิศวกรรม	65
- ลักษณะรายวิชา โลหะวิทยา	66
- ลักษณะรายวิชา โลหะวิทยาในงานอุตสาหกรรม	67
- บทดำเนินเรื่อง	68



## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. แสดงการทดลองที่มีกลุ่มตัวอย่างหนึ่งกลุ่ม ทำการทดลองก่อนและหลังการทดลองทันที	14
2. แสดงค่าความคิดเห็นของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากผู้เชี่ยวชาญ	23
3. แสดงค่าประเมินสื่อการสอนจากผู้เชี่ยวชาญ ด้านเนื้อหา	45
4. แสดงค่าประเมินสื่อการสอนจากผู้เชี่ยวชาญ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ	46
5. แสดงการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบตามวัตถุประสงค์	47
6. แสดงผลการประเมินค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ	48
7. แสดงการประเมินค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ	49
8. แสดงหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ เรียงลำดับคะแนนจากมากไปหาน้อย กลุ่มได้คะแนนสูง	50
9. แสดงหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ เรียงลำดับคะแนนจากมากไปหาน้อย กลุ่มได้คะแนนน้อย	51
10. แสดงผลค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ	52
11. แสดงผลการประเมินค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ	53
12. แสดงการทดสอบนัยสำคัญโดยอาศัยการแจกแจงของที (t – test )	57

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1. แสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	9
2. แสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	17
3. แสดงขั้นตอนการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูล	19





## บทนำ

### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษาในปัจจุบันมุ่งส่งเสริมผู้เรียนให้มีความรู้ในเนื้อหาวิชาต่าง ๆ 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 Instrution : CAI ) และคอมพิวเตอร์ช่วยจัดการเรียนการสอน ( Computer – Managed Instuction : CMI ) ซึ่งจะแบ่งตามลักษณะการนำไปใช้ในกิจกรรมของการเรียนการสอนทั้งหมด ( กฤษมันต์ , 2536 : 136 )

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

ปัญหาของผู้ทำวิจัย คือ การสอนนักศึกษาที่มีจำนวนมาก ลักษณะเนื้อหาวิชาจะเน้นทางด้านปฏิบัติมาก ดังนั้นการสอนวิชาดังกล่าวจำเป็นต้องสอนสาริตและมีทฤษฎีเข้ามาเกี่ยวข้องบ้าง การสอนสาริตเพียงครั้งเดียวไม่สามารถทำให้นักศึกษาทั้งห้องเข้าใจ และปฏิบัติงานได้ตามที่ต้องการ ทำให้อาจารย์ผู้สอนจำเป็นต้องแบ่งกลุ่มนักศึกษาออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ แล้วอาจารย์ผู้สอนจะต้องสอนสาริตหลาย ๆ ครั้งจึงจะทำให้นักศึกษาเข้าใจได้ทั่วถึง ผลที่ได้จากการสอนดังกล่าว อาจารย์ผู้สอนต้องเหนื่อยมากกว่าปกติ เพราะต้องสอนในเนื้อหาเดียวกันซ้ำแล้วซ้ำอีกหลายครั้ง และถ้าการสอนนั้นอาจจะมีนักศึกษาบางคนที่ยังไม่เข้าใจหรือไม่กล้าถาม ก็ทำให้นักศึกษาดังกล่าวไม่มีความรู้ทฤษฎีและไม่สามารถปฏิบัติตามวัตถุประสงค์การสอนได้ อาจารย์ผู้สอนจะสอนทบทวนให้อีกครั้ง ก็ไม่สามารถปฏิบัติได้เพราะนักศึกษาส่วนมากเข้าใจ ถ้าสอนใหม่อาจทำให้การเรียนการสอนนักศึกษาทั้งห้องล่าช้า ดังนั้นนักศึกษาที่ไม่เข้าใจในเนื้อหาทฤษฎี และการปฏิบัติงาน นักศึกษาดังกล่าวจะต้องศึกษาด้วยตนเอง โดยดูจากเพื่อนนักศึกษาที่เข้าใจปฏิบัติงานก่อน ถ้ามีโอกาสที่เครื่องจักรที่ใช้ฝึกทักษะนั้นว่างไม่มีผู้ใช้ นักศึกษาที่ไม่เข้าใจก็จะไม่กล้าฝึกปฏิบัติงานก่อน เพราะกลัวว่างานที่ฝึกปฏิบัติออกมาไม่ดี จากเหตุผลที่กล่าวทำให้การฝึกปฏิบัติงานของนักศึกษาทั้งห้องดำเนินไปอย่างล่าช้า ผลงานฝึกปฏิบัติหรือผลสัมฤทธิ์ในการสอนนักศึกษาทั้งห้องยังไม่ดีพอด้วยเหตุนี้ทำให้ผู้วิจัยสนใจ “ ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ เป็นสื่อในการสอน ” เพื่อให้ประกอบการสอนเป็นกลุ่มใหญ่ หรือกลุ่มเล็กก็ได้เพื่อประโยชน์ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

#### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

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

#### สมมติฐานการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน
2. หลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น นักศึกษามีความรู้เพิ่มมากขึ้นกว่าก่อนเรียน

### ขอบเขตของการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้ใช้เนื้อหาวิชา ที่ผู้วิจัยสอนมีทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและปฏิบัติลักษณะเนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์จะเป็นภาพเคลื่อนไหว เช่น แสดงการสาธิตการปฏิบัติงาน หรือลักษณะการบรรยายการสอนหน้าห้องเรียนหรือสถานที่ฝึกปฏิบัติงาน
2. เนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ ในวิชาที่ผู้วิจัยอ้างถึง ที่จะจัดทำขึ้นใช้เป็นสื่อในการสอนนี้ผู้วิจัยใช้เนื้อหาบางส่วนวิชา โลหะวิทยาในงานวิศวกรรม ( Engineering Metallurgy ) รหัสวิชา 11 - 413 -404 หลักสูตรระดับปริญญาตรี ครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม และหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกช่างโลหะ คณะเทคโนโลยีการผลิต ที่ใช้ในการเรียนการสอน ของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ ในภาคเรียนที่ 2 /2547
3. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษาระดับระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ชั้นปีที่ 1 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา โลหะวิทยาในงานวิศวกรรม ( Engineering Metallurgy ) รหัสวิชา 11 - 413 -404 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 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 การออกแบบและสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง " การฝึกปฏิบัติในงานวิชาโลหะวิทยา " สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ชั้นปีที่ 1 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ โดยในขั้นตอนการออกแบบบทเรียน วิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์ การสอน ออกแบบทดสอบ และการแสดงการสอนสาดิตทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติผู้วิจัยจะเป็นผู้ดำเนินการ ส่วนในขั้นตอนการถ่ายทำวิดีโอ และนำวิดีโอที่ถ่ายทำแล้วไปสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยได้จัดจ้างผู้ชำนาญจากภายนอกที่ได้รับอนุมัติแล้วดำเนินการให้

2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง บทเรียนโปรแกรมที่สร้างขึ้นบรรจุข้อมูลเนื้อหาเรื่อง " การฝึกพับดอกสว่านด้วยมือ " ลงในแผ่นซีดีรอม นำเสนอภาพนิ่งประกอบคำบรรยาย ภาพเคลื่อนไหว ข้อความ เสียงบรรยายของผู้วิจัย โดยผู้ใช้บทเรียนสามารถนำแผ่นซีดีรอมที่มีบทเรียนคอมพิวเตอร์ดังกล่าวใส่ในช่องแผ่นซีดีรอมของเครื่องคอมพิวเตอร์ จากนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่สร้างจะเปิดไฟล์แบบอัตโนมัติ ให้ผู้ใช้สามารถเลือกบทเรียนตามที่ต้องการได้โดยมีลักษณะเป็นเมนูรายการสอน เมื่อเลือกเมนูรายการสอนใดโปรแกรมจะแสดงหัวข้อเนื้อหาที่จะนำเสนอ แล้วบทเรียนจะนำเข้าสู่เนื้อหาบทเรียนเรื่องนั้น ๆ จนจบ ขณะดูบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยผู้ใช้สามารถหยุดภาพ หรือเลือกช่วงเนื้อหา ช่วงใดช่วงหนึ่งของบทเรียน และสามารถออกจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ตลอดเวลา ซึ่งการสื่อสารจะเป็นแบบทางเดียว ไม่มีแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบในบทเรียน

3. นักศึกษา หมายถึง นักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ชั้นปีที่ 1 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา โลหะวิทยาในงานวิศวกรรม ( Engineering Metallurgy ) รหัสวิชา 11 - 413 -404 ปีการศึกษา 2 / 2547 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบของนักศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

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

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

$M_1$  = ผลของคะแนนเฉลี่ยจากการสอบก่อนการเรียน ( Pre - test )

$M_2$  = ผลของคะแนนเฉลี่ยจากการสอบหลังการเรียน ( Post - test )

$P$  = คะแนนเต็มของข้อทดสอบ

ค่าของอัตราส่วนที่ได้จากสูตรนี้ จะมีค่าระหว่าง 0-2 ถ้าค่าที่หาออกมาได้มีค่ามากกว่า 1 ถือว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์นั้นได้เกณฑ์มาตรฐาน

6. แบบทดสอบ หมายถึง แบบทดสอบวัดผลทางการเรียน เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อให้ประเมินผลก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และหลังการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

### ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. เพื่อให้ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง " การฝึกปฏิบัติในงานวิชาโลหวิทยา " ที่ผ่านการหาประสิทธิภาพแล้วและสามารถใช้ในการประกอบการเรียนในชั้นเรียนได้
2. นักศึกษาสามารถใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น ศึกษาก่อนเรียนในชั้นหรือทบทวนนอกเวลาได้
3. เพื่อแก้ปัญหาในการจัดการเรียนการสอนของผู้วิจัย หรืออาจารย์ท่านอื่น ๆ ที่นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ เพื่อให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น
4. การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ เป็นการดำเนินการวิจัยในลักษณะรวมกลุ่มโครงการ กล่าวคือ รวมผู้ที่มีความสนใจในการทำวิจัยในหัวข้อเรื่องเดียวกัน ซึ่งกลุ่มผู้ร่วมดำเนินการวิจัยบางท่านมีประสบการณ์ในการทำวิจัยมากบ้างน้อยบ้างแตกต่างกันออกไป หรือบางท่านยังไม่เคยทำงานวิจัยมาก่อน ดังนั้นเมื่อรวมกลุ่มทำงานวิจัยในหัวข้อเรื่องเดียวกัน ให้ความร่วมมือช่วยเหลือซึ่งกันและกันจนกระทั่งบรรลุวัตถุประสงค์ของโครงการ ฯ แล้ว ผลที่ได้ทำให้เกิดความร่วมมือร่วมใจในการทำงานด้านอื่นของวิทยาเขต ฯ และยังเป็นการกระตุ้นให้บุคลากรในวิทยาเขต ฯ ทำงานวิจัยให้มากขึ้นตามนโยบายของหน่วยงาน ซึ่งในการขออนุมัติโครงการวิจัยปีงบประมาณ 2548 ลักษณะโครงการวิจัยมีเนื้อหาและรายละเอียดเหมือนกับโครงการวิจัยนี้ มีอาจารย์ในวิทยาเขต ฯ ขอเข้าร่วมโครงการวิจัยเพิ่มขึ้นอีก จำนวน 8 ท่าน จำนวนผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย ฯ ปี 2547 จำนวน 7 ท่าน ปี พ.ศ. 2548 เพิ่มขึ้นอีก 8 ท่าน รวมเป็น 14 ท่าน แสดงว่ามีอาจารย์ผู้สนใจเข้าร่วมเพิ่มขึ้นอีกคิดเป็น ร้อยละร้อยละ

## เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษางานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งแยกกล่าวรายละเอียดเป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

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

### การวิเคราะห์เนื้อหาวิชา

การวิเคราะห์เนื้อหา คือ การนำเอาเนื้อหาวิชาจากหลักสูตรมาแบ่งออกเป็นเรื่องย่อย ๆ หรือหน่วยย่อย ๆ ตามสมควร การแบ่งเนื้อหานี้พยายามแบ่งให้แต่ละตอนใหญ่ได้เล็กกันอาจจะสลับหัวข้อบ้างก็ได้เพื่อให้มีความต่อเนื่องกัน หรือเห็นว่าเนื้อหาตอนใดควรต่อเติมก็ทำได้ ข้อสำคัญคือไม่ควรมีการตัดทอนเนื้อหาของหลักสูตรให้น้อยลงไป ( เสาวนีย์, 2528 : 105 )

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

1. ขอบเขตหรือความสมบูรณ์ของเนื้อหาวิชา เป็นการศึกษาสำรวจขอบเขตหรือเนื้อหาวิชาที่เกี่ยวข้องกันที่มีอยู่ในตำราหลาย ๆ เล่ม และตำราที่นำมาใช้เลือกเพื่อศึกษานั้น ควรเป็นตำราที่ใหม่และทันสมัยเพื่อนำมาเปรียบเทียบและคัดเลือกเนื้อหาที่เหมาะสม
2. ความถูกต้องและความทันสมัยของเนื้อหาวิชา คือ การคัดเลือกเนื้อหาวิชาที่มีความเหมาะสมและถูกต้องมากที่สุด โดยพิจารณาลักษณะของเนื้อหา ก่อนเป็นอันดับแรก
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 สอนให้เป็นไปตามธรรมชาติของเด็ก
- 3.2.8 สอนให้ผู้เรียนเรียนรู้โดยผ่านประสาทสัมผัสทั้งห้า

#### การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของผู้วิจัย มีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาหรือเนื้อหาวิชา แบ่งขั้นตอนได้ดังนี้

ก) ศึกษาเนื้อหาวิชาหรือหัวข้อเรื่องงานวิจัยของผู้วิจัย ตามหลักสูตรการศึกษาระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ที่เปิดสอนที่สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ

ข) วิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอน ในเนื้อหาวิชาตามหัวข้อเรื่องงานวิจัยของผู้วิจัย ด้านความรู้ (Knowledge) ที่จำเป็นแล้วนำมาแบ่งบทเรียนและเขียนวัตถุประสงค์การสอน

ค) วิเคราะห์เนื้อหาเพื่อเลือกเนื้อหาให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ ด้วยวิธีการจัดเรียงลำดับเนื้อหาให้ตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

2. การสร้างชุดบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ของผู้วิจัยมีขั้นตอนดังนี้

ก) เตรียมเนื้อหาบทเรียน ตามหัวข้อเรื่องของผู้วิจัย

ข) นำวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหา มาจัดแบ่งออกเป็นหัวข้อย่อย ๆ

ค) นำเนื้อหาบทเรียนมาทำบทเรื่อง (Scrip) ด้วยลักษณะคำบรรยายด้วยอักษร

ง) นัดผู้ถ่ายทำวิดีโอเพื่อจัดทำเป็นชุดบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ถ่ายทำตามบทเรื่อง และสถานที่ใช้ในการเรียน - การสอน

จ) ผู้ถ่ายทำวิดีโอ ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้จัดจ้างให้ดำเนินการทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของผู้วิจัย นำวิดีโอที่ถ่ายทำแล้วไปดำเนินการสร้างโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จ) นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อ จำนวน 2 ท่าน ตรวจสอบแล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

ข) นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านการผลิตสื่อการสอน ประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนา

พิจารณาตามเกณฑ์การประเมินตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จากผลของค่าเฉลี่ยที่ได้รับตามแนวทางของ เบสต์ (Best) ดังนี้ (Best , 1983 : 179 – 187 )

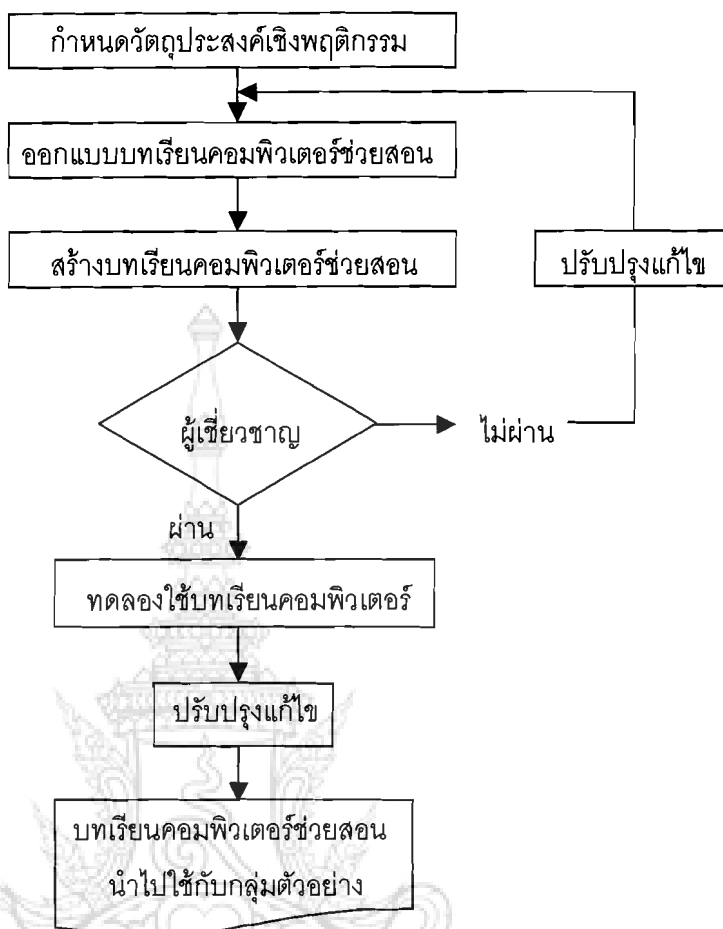
ค่าเฉลี่ย	สรุปการประเมิน
4.50 – 5.00	ดีมาก
3.50 – 4.49	ดี
2.50 – 3.49	ใช้ได้
1.50 – 2.49	ควรปรับปรุง
1.00 – 1.49	ใช้ไม่ได้

ข) 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. นำแบบทดสอบ ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลอง (Tryout) กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ที่เปิดสอน ณ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 จำนวนประมาณ 20 คน เพื่อวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (Level of Difficult) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Power) โดยถือเกณฑ์พิจารณา ดังนี้ 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 ) เมื่อได้ค่าความเชื่อมั่นแล้วนำมาดำเนินการเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ดังกล่าว และนำมาหาค่าความเชื่อมั่นอีกครั้งเมื่อได้ค่าความเชื่อมั่นตามที่ต้องการแล้ว จึงนำข้อสอบชุดนี้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยแบ่งข้อสอบออกเป็น 2 ชุด ชุดแรกใช้เป็นแบบทดสอบก่อนเรียนและชุดที่สองเป็นแบบทดสอบหลังเรียนโดยครอบคลุมเนื้อหาวัตถุประสงค์ทั้งหมด แล้วนำแบบทดสอบชุดที่สองมาหาค่าความเชื่อมั่นอีกครั้ง

#### ความหมายคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง สื่อการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่ง ซึ่งใช้ความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอสื่อประสม ได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง กราฟฟิก แผนภูมิ กราฟ ภาพเคลื่อนไหว วิดีทัศน์และเสียง เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียนหรือองค์ความรู้ในลักษณะที่แตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับธรรมชาติและโครงสร้างของเนื้อหา มีเป้าหมาย คือ การได้มาซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน และต้องการกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความต้องการอยากเรียนรู้ ช่วยให้ผู้เรียนที่เรียนอ่อนสามารถใช้เวลานอกเวลาเรียนในการฝึกฝนทักษะและเพิ่มเติมความรู้ เพื่อที่จะปรับปรุงการเรียนของตนให้ทันผู้เรียนอื่นได้ ดังนั้นผู้สอนจึงสามารถนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ช่วยในการสอนเสริม หรือสอนทบทวนการสอนปกติในชั้นเรียนได้ โดยที่ผู้สอนไม่จำเป็นต้องเสียเวลาในการสอนซ้ำกับผู้เรียนที่ตามไม่ทัน หรือจัดการสอนเพิ่มเติม ผู้เรียนสามารถนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ในการเรียนด้วยตนเองในเวลา และสถานที่ซึ่งผู้เรียนสะดวก สามารถเรียนในเวลาใดก็ได้ที่ต้องการ สามารถที่จะจูงใจผู้เรียน (Motivated) ที่จะเรียนและสนุกสนานไปกับการเรียนตามแนวคิดของการเรียนรู้ในปัจจุบันที่เรียกว่า “ Learning is Fun ” ซึ่งหมายถึง การเรียนรู้เป็นเรื่องสนุก ( ถนอมพร , 2541 : 7 – 12 )

### การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้สูตร ( เสาวณีย์, 2528 : 284 )

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

$M_1$  = ผลของคะแนนเฉลี่ยจากการสอบก่อนการเรียนรู้ ( Pre - test )

$M_2$  = ผลของคะแนนเฉลี่ยจากการสอบหลังการเรียนรู้ ( Post - test )

$P$  = คะแนนเต็มของข้อทดสอบ

ค่าของอัตราส่วนที่ได้จากสูตรนี้ จะมีค่าระหว่าง 0 – 2 ถ้าค่าที่หาออกมาได้มีค่ามากกว่า 1 ถือว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์นั้นได้เกณฑ์มาตรฐาน

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การศึกษาในปัจจุบันมุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียน มีความรู้ในเนื้อหาวิชาต่างๆไม่ว่า จากอาจารย์ผู้สอนโดยตรง หรือจากการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งการมีสื่อการเรียนการสอนที่น่าสนใจ เพื่อจะนำเสนอเนื้อหาต่าง ๆ นั้นจะช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ในการค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมและช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจใน เนื้อหาวิชานั้นดีขึ้น ดังนั้นจึงมีการนำเทคโนโลยีมาใช้เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนการสอน เพิ่มมากขึ้น ในปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ทำให้สามารถติดต่อข่าวสารกันได้แทบทุกหนทุกแห่งในโลก มีการประดิษฐ์คิดค้นอุปกรณ์สื่อสารและสิ่งอำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวัน นอกจากนี้แล้วยังมีการประดิษฐ์คิดค้นสื่อการศึกษาใหม่ ๆ ออกสู่ท้องตลาดมากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือ “ คอมพิวเตอร์ “ และได้มีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการศึกษากันอย่างแพร่หลาย ( กรมการศึกษานอกโรงเรียน , 2541 : 2 ) คอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้ด้านการเรียนการสอน ( Computer – Based Instruction ) สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ( Computer - Assisted Instrution : CAI ) และคอมพิวเตอร์ช่วยจัดการเรียนการสอน ( Computer – Managed Instuction : CMI ) ซึ่งจะแบ่งตามลักษณะการนำไปใช้ในกิจกรรมของการเรียนการสอนทั้งหมด ( กฤษมณฑ , 2536 : 136 )

สมบัติ ( 2532 ) ได้สร้างและหาประสิทธิภาพ บทเรียนโปรแกรมประกอบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องการใช้ซอฟต์แวร์ AutoCAD ช่วยในการเขียนแบบ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาแผนกวิชาช่างเขียนแบบเครื่องกล ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรมสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ผลการวิจัยปรากฏว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์โปรแกรม

ประกอบการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในภาคทฤษฎีมีประสิทธิภาพ 88.93 / 82.69 ภาคปฏิบัติ มีประสิทธิภาพ 93.70 / 95.11 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานและเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

ธีระ ( 2534 ) ได้สร้างบทเรียนช่วยสอน เรื่องวิธีการเขียนแบบภาพตัด วิชาเขียนแบบ เครื่องกล 2 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรช่างชำนาญงาน วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ผลการวิจัยปรากฏว่าบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีประสิทธิภาพของกระบวนการร้อยละ 83.00 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ร้อยละ 81.02 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80 / 80 ที่ตั้งไว้ และผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่า นักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้น

สวาท ( 2535 ) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการอ่านแบบภาพประกอบ และภาพแยกชิ้น วิชาเขียนแบบเทคนิค 01 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ( ป.ว.ส. ) วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ผลการวิจัยปรากฏ ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีประสิทธิภาพ 81.22 / 80.22 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

สุพรรณ ( 2539 ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการ สอนเรื่อง สโควแรลเกจอินดักชั่นมอเตอร์ เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หาประสิทธิภาพ และผล สัมฤทธิ์ของบทเรียน โดยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรวม 7 หน่วย นำไปทดลอง กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพเทคนิคชั้นปีที่ 2 สาขาเครื่องเย็บ และปรับอากาศ วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ จำนวน 21 คน ผลปรากฏว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนมีประสิทธิภาพ 84.97 / 80.95 เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 80 / 80 ที่กำหนดไว้และมี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.01

มลวิภา ( 2541 ) ได้ทำการพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการตัดเสื้อบนหุ่น โดยหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามเกณฑ์มาตรฐาน เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับนักศึกษาที่เรียนด้วยการสอนปกติ และประเมินความคิดของนักศึกษาที่มีความชอบ เกี่ยวกับ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการวิจัยปรากฏว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในเกณฑ์ดี ( 91.25 % ) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการสอนด้วยบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการ สอนปกติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 นักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย สอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงกว่า และนักศึกษาประเมินความชอบบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนอยู่ในระดับดีถึงดีมาก

จักรี (2543) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย เรื่องหลักการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง หลักการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยมีเนื้อหาของบทเรียนสอดคล้องกับหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาเอกวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล โดยทำการทดลองกับนักศึกษาภาควิศวกรรมคอมพิวเตอร์ จำนวน 30 คน ผลการวิจัยปรากฏว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.23 / 81.53 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด เมื่อนำคะแนนสอบก่อนเรียนและคะแนนสอบหลังเรียน มาวิเคราะห์โดยการทดสอบค่าที (t-test) แบบจับคู่ (Dependence) พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 เมื่อพิจารณาคะแนนสอบค่าเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าค่าเฉลี่ยก่อนเรียน สรุปได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น



## วิธีการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ( Experimental Research ) เพื่อหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น และวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เนื้อหาเรื่อง “ การฝึกปฏิบัติในงานวิชาโลหะวิทยา ” 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 <sub>1</sub>	X	T <sub>2</sub>

ตารางที่ 1 แสดงการทดลองที่มีกลุ่มตัวอย่างหนึ่งกลุ่ม ทำการทดลองก่อนและหลังการทดลองทันที

เมื่อ X คือ การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

T<sub>1</sub> คือ คะแนนสอบก่อนเรียน

T<sub>2</sub> คือ คะแนนสอบหลังเรียนทันที

### กลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร คือ นักศึกษาระดับระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ชั้นปีที่ 1 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา โลหะวิทยาในงานวิศวกรรม ( Engineering Metallurgy ) ที่เปิดสอน ณ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ

2. กลุ่มตัวอย่างการวิจัย คือ นักศึกษาระดับระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ชั้นปีที่ 1 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา โลหะวิทยาในงานวิศวกรรม ( Engineering Metallurgy ) สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ ที่ลงทะเบียนเรียนในวิชาหรือเนื้อหาวิชาตรงกับหัวข้องานวิจัยของผู้วิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 โดยจะทำการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง จำนวนนักศึกษาทั้งหมด เพื่อนำมาทดลองและใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งมีอาจารย์ผู้สอนและผู้วิจัยควบคุม

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

#### 1. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

##### 1.1 การวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาหรือเนื้อหาวิชา โลหะวิทยาในงานวิศวกรรม

ก) ศึกษาเนื้อหาวิชาตามหัวข้อเรื่องงานวิจัย ตามหลักสูตรปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ที่เปิดสอนที่ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ

ข) วิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอน ในเนื้อหาวิชาตามหัวข้อเรื่องงานวิจัย ด้านความรู้ ( Knowledge ) ที่จำเป็น โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเนื้อหาที่จะสอนเนื่องจากเนื้อหาเน้นทางทฤษฎีหรือปฏิบัติ แล้วนำมาแบ่งบทเรียนและเขียนวัตถุประสงค์การสอน

ค) วิเคราะห์เนื้อหาเพื่อเลือกเนื้อหาให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ ด้วยวิธีการดังต่อไปนี้

- จัดเรียงลำดับเนื้อหาให้ตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- นำเนื้อหาให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 2 ท่าน ตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไข

#### 1.2 การสร้างชุดบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีขั้นตอนดังนี้

ก) เตรียมเนื้อหาบทเรียน ตามหัวข้อเรื่องงานวิจัย

ข) นำวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหา ตามหัวข้อเรื่องงานวิจัยมาจัดแบ่งเนื้อหาออกเป็นหัวข้อย่อย ๆ

ค) นำเนื้อหาบทเรียนมาทำบทเรื่อง (Scrip) ด้วยลักษณะคำบรรยายด้วยอักษร  
ง) นัดผู้ถ่ายทำวิดีโอเพื่อจัดทำเป็นชุดบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ถ่ายทำตาม  
บทเรื่อง

จ) ผู้ถ่ายทำวิดีโอ ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้จัดจ้างให้ดำเนินการทำบทเรียนคอมพิวเตอร์  
ช่วยสอนตามหัวข้อเรื่องงานวิจัย นำวิดีโอที่ถ่ายทำแล้วไปดำเนินการสร้างโปรแกรมบทเรียน  
คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ฉ) นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญ  
ด้านสื่อ จำนวน 2 ท่าน ตรวจสอบแล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

ช) การทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน  
การทดลองเพื่อศึกษาข้อบกพร่องต่าง ๆ ทางด้านเนื้อหา การดำเนินเรื่อง รูปภาพ  
และภาษาที่ใช้ การเชื่อมโยง เสียง รวมถึงเวลาที่ใช้ในการเรียนการสอน เพื่อนำข้อมูลที่ได้มา  
ปรับปรุงแก้ไขกับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มทดลอง

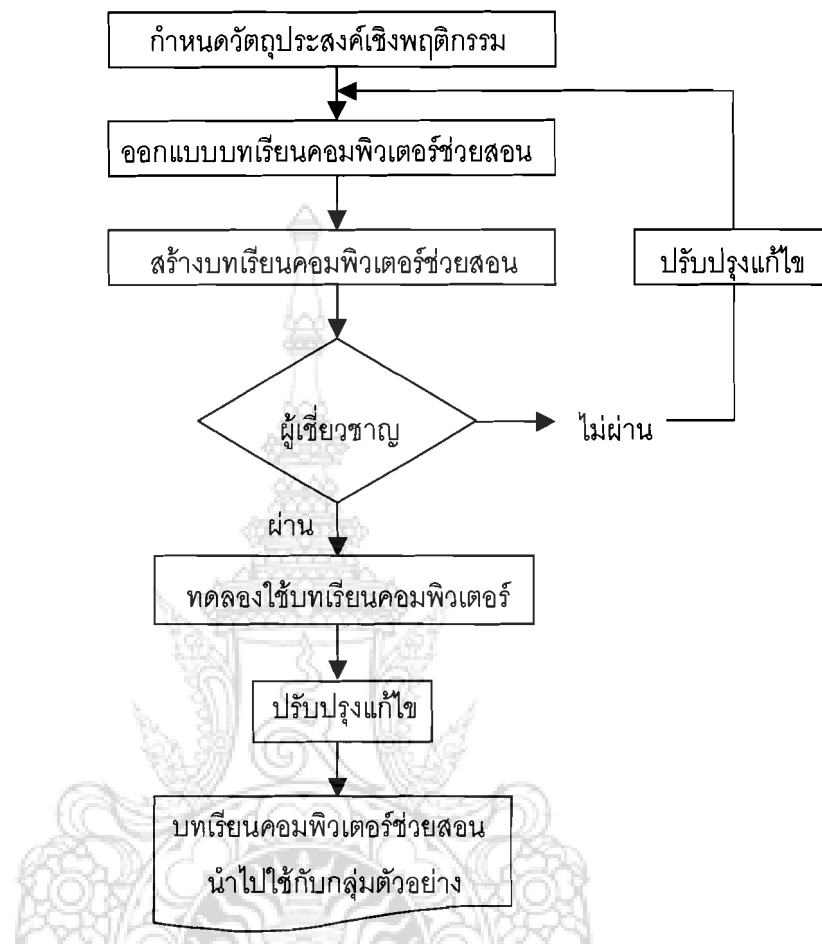
ซ) นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านการผลิตสื่อการสอน ประเมิน  
คุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนา

พิจารณาตามเกณฑ์การประเมินตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จากผลของค่าเฉลี่ยที่  
ได้รับตาม 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

ณ) นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามหัวข้อเรื่องของผู้วิจัยที่สมบูรณ์แล้ว  
ไปใช้เก็บข้อมูลจริงจากกลุ่มทดลอง





ภาพที่ 2 แสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

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

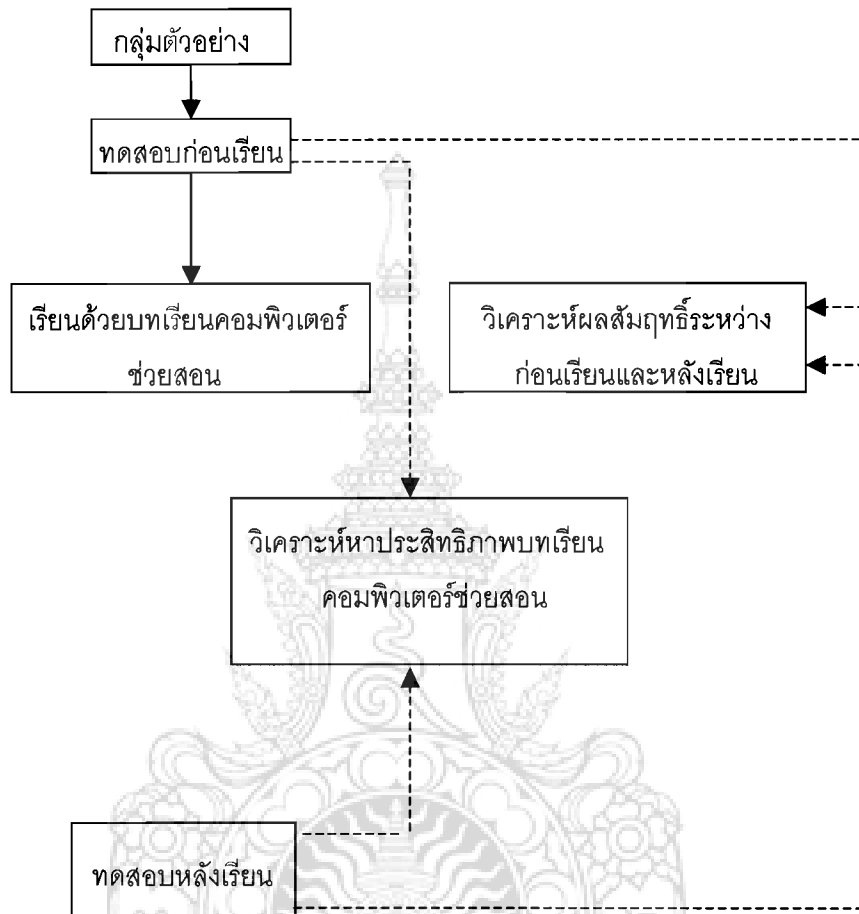
2.5 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจำนวน 2 ท่าน ตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้ได้แบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและด้านอื่น ๆ ที่มีผลต่อการวิจัย

2.6 นำแบบทดสอบที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลอง (Tryout) กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงที่เปิดสอน ณ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 จำนวนประมาณ 20 คน ซึ่งกำลังเรียนวิชาหรือเนื้อหาตรงกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น เพื่อวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ( Level of Difficult ) และค่าอำนาจจำแนก ( Discrimination Power ) โดยถือเกณฑ์พิจารณาดังนี้ 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 ) เมื่อได้ค่าความเชื่อมั่นแล้วนำมาดำเนินการเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ดังกล่าว และนำมาหาค่าความเชื่อมั่นอีกครั้งเมื่อได้ค่าความเชื่อมั่นตามที่ต้องการแล้ว จึงนำข้อสอบชุดนี้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยแบ่งข้อสอบออกเป็น 2 ชุด ชุดแรกใช้เป็นแบบทดสอบก่อนเรียนและชุดที่สองเป็นแบบทดสอบหลังเรียนโดยครอบคลุมเนื้อหาวัตถุประสงค์ทั้งหมด แล้วนำชุดที่สองมาหาค่าความเชื่อมั่นอีกครั้ง

#### การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

การทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยกำหนดการทดลอง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 ดังนี้

1. การเตรียมสถานที่ ใช้ห้องปฏิบัติการสอนโลหะวิทยาแผนกช่างโลหะ ชั้น 3 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ โดยใช้ห้องเรียนและอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ รวมทั้งเครื่องฉายภาพโปรเจคเตอร์ของแผนกช่างโลหะ
2. แจกแบบทดสอบให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียน
3. ทำการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง “ การฝึกปฏิบัติในงานวิชาโลหะวิทยา ” โดยมีอาจารย์ผู้สอน 1 ท่าน คือ ผู้ที่ทำวิจัยเป็นผู้สอน
4. แจกแบบทดสอบเดิมให้กลุ่มตัวอย่าง ทำแบบทดสอบหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง “ การฝึกปฏิบัติในงานวิชาโลหะวิทยา ” ทำอีกครั้ง
5. นำผลที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างไปวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และนำผลที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน ไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



ภาพที่ 3 แสดงขั้นตอนการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูล

### สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูล โดยการคำนวณค่าทางสถิติ 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<sub>20</sub> ( 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 นั่นคือสัดส่วนของคนทำถูก กับคน ทั้งหมด
	$q$	คือ	สัดส่วนของผู้ที่ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ หรือ คือ $1 - p$
	$S^2_t$	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 ( กังวล , 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** ( ล้วนและ

อังกฤษ , 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 - tese )

$M_2$  = ผลของคะแนนเฉลี่ยจากการสอบหลังการเรียน ( Post - test )

P = คะแนนเต็มของข้อทดสอบ

ค่าของอัตราส่วนที่ได้จากสูตรนี้ จะมีค่าระหว่าง 0 - 2 ถ้าค่าที่หาออกมาได้มีค่ามากกว่า 1 ถือว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์นั้นได้เกณฑ์มาตรฐาน

## ผลของการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง "การฝึกปฏิบัติในงานวิชาโลหะวิทยา" สำหรับนักศึกษาระดับระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ชั้นปีที่ 1 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือและวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. การวิเคราะห์หาค่าความคิดเห็นของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากผู้เชี่ยวชาญ
2. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
3. การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การฝึกปฏิบัติในงานวิชาโลหะวิทยา ปรากฏผลดังนี้

- 1 การวิเคราะห์หาค่าความคิดเห็นของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากผู้เชี่ยวชาญ

ผู้เชี่ยวชาญ	จำนวน ( คน )	$\bar{X}$	ระดับความคิดเห็น
ด้านเนื้อหา	2	3.79	ดี
ด้านการผลิตสื่อการสอน	2	4.12	ดี

### ตารางที่ 2 แสดงค่าความคิดเห็นของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากผู้เชี่ยวชาญ

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีค่าความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาอยู่ที่ระดับ 3.79 และค่าความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทางด้านการผลิตสื่ออยู่ที่ระดับ 4.12 สรุปได้ว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการฝึกปฏิบัติในงานวิชาโลหะวิทยา ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นอยู่ในเกณฑ์ดีทั้งทางด้านเนื้อหาและทางด้านการผลิตสื่อการสอน

## 2. การหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 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 - tesse )

$M_2$  = ผลของคะแนนเฉลี่ยจากการสอบหลังการเรียน ( Post - test )

$P$  = คะแนนเต็มของข้อทดสอบ

ค่าของอัตราส่วนที่ได้จากสูตรนี้ จะมีค่าระหว่าง 0-2 ถ้าค่าที่หาออกมาได้มีค่ามากกว่า 1 ถือว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์นั้นได้เกณฑ์มาตรฐาน

แทนค่า  $M_1 = 5.40$

$M_2 = 14.25$

$P = 20$

$$\begin{aligned} \text{ประสิทธิภาพ } \eta &= \frac{14.25 - 5.40}{20 - 5.40} + \frac{14.25 - 5.40}{20} \\ &= 0.606 + 0.443 \\ &= 1.04 \end{aligned}$$

ค่าที่ได้  $= 1.04$  ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การฝึกปฏิบัติในงานวิชาโลหะวิทยา ได้เกณฑ์มาตรฐาน 90 / 90



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

ผลการคำนวณการทดสอบนัยสำคัญ โดยอาศัยการแจกแจงของที ( t - test )

$$\sum D = 177 , \sum D^2 = 1581 , N = 20 \text{ คน}$$

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

เมื่อ D คือ ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่  
N คือ จำนวนคู่ ( คน )

แทนค่า

$$\begin{aligned} & \frac{177}{20} \\ t &= \frac{\frac{177}{20}}{\sqrt{\frac{(20 \times 1581) - (177)^2}{20 - 1}}} \\ &= \frac{177}{15.32} \\ &= 11.55 \end{aligned}$$

จากตาราง t ซึ่งมี df = 19 ระดับความเชื่อมั่น 0.01 มีค่า 2.861 ซึ่งถือว่าเป็นจุดหลัก แต่ค่า t ที่คำนวณได้ = 11.55 สูงกว่าจุดหลัก แปลว่าผลการทดสอบ 2 ครั้งแตกต่างกัน นั่นคือ การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การฝึกปฏิบัติในงานวิชาโลหะวิทยา นักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

**สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล**

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีค่าความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาอยู่ที่ระดับ 3.79 และด้านการผลิตสื่อการสอนอยู่ที่ระดับ 4.12 ถือว่าอยู่ในระดับดี
2. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การฝึกปฏิบัติในงานวิชาโลหะวิทยา ได้เกณฑ์มาตรฐาน 90 / 90
3. หลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01



## สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการฝึกปฏิบัติในงานวิชาโลหะวิทยา สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ และวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ชั้นปีที่ 1 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา โลหะวิทยาในงานวิศวกรรม ( Engineering Metallurgy ) จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลในการวิจัย คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การฝึกปฏิบัติในงานวิชาโลหะวิทยา และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการวิจัยนี้ เริ่มต้นจากศึกษาหลักสูตรและข้อมูลต่าง ๆ การวิเคราะห์เนื้อหา การกำหนดวัตถุประสงค์ การสร้างแบบทดสอบ การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการฝึกปฏิบัติ การเตรียมชิ้นงานทดสอบ โดยแบ่งขั้นตอนการเตรียมชิ้นงานออกเป็น 7 บทเรียน และเก็บบันทึกไว้ในแผ่นซีดีรวมจำนวน 1 แผ่น ดังต่อไปนี้

- บทที่ 1 บทนำ
- บทที่ 2 การตัดชิ้นงานทดสอบ
- บทที่ 3 การปรับผิวหน้าชิ้นงาน
- บทที่ 4 การทำตัวเรือนเย็น
- บทที่ 5 การเตรียมอุปกรณ์ในการขัดผิวหน้าชิ้นงาน
- บทที่ 6 การปฏิบัติงานจริง
- บทที่ 7 บทสรุป

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

### วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการฝึกปฏิบัติในงานวิชาโลหะวิทยา
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น
3. เพื่อวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

### สมมติฐานการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน 90/90
2. หลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น นักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนเรียน

### สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการฝึกปฏิบัติในงานวิชาโลหะวิทยา ปรากฏผลดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีค่าความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาอยู่ที่ระดับ 3.79 และด้านการผลิตสื่อการสอนอยู่ที่ระดับ 4.12 ถือว่าอยู่ในระดับดี
2. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การฝึกปฏิบัติในงานวิชาโลหะวิทยา ได้เกณฑ์มาตรฐาน 90 / 90
3. หลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 หรือผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นจริงเชื่อได้ 99 %

### อภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการฝึกปฏิบัติในงานวิชาโลหะวิทยา สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ ปรากฏว่ามีประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้เกณฑ์มาตรฐาน 90 / 90

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบก่อนเรียน มีค่าเท่ากับ 5.40 ค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 14.25 ค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบหลังเรียนมีค่าสูงกว่าค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบก่อนเรียน ซึ่งผู้วิจัยมั่นใจว่ามาจากสาเหตุดังนี้

1. นักศึกษาที่ผู้วิจัยใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ ซึ่งกำลังเรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 การทดลองกับกลุ่มตัวอย่างผู้วิจัยใช้การทดลองแบบไม่บอกให้นักศึกษารู้ล่วงหน้าว่าเป็นส่วนหนึ่งของการวิจัย แต่บอกกับนักศึกษาว่าเป็นการเรียนการสอนตามปกติ และทำการทดสอบกับนักศึกษาทั้งห้องโดยไม่มีการยกเว้น

2. จากการสอบถามนักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่างว่า " เคยฝึกหัดลับดอกสว่านมาก่อนหรือไม่ " คำตอบที่ได้รับ 80 % ของนักศึกษาไม่เคยฝึกหัดลับดอกสว่าน ซึ่งเป็นนักศึกษาที่จบระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ป.ว.ช.) สาขาช่างยนต์ ช่างไฟฟ้า ช่างอิเล็กทรอนิกส์อีก 20 % เป็นนักศึกษาที่เรียนจบสาขาช่างกลโรงงาน ซึ่งเนื้อหาหลักสูตรวิชาที่เรียน มีการฝึกลับดอกสว่าน การทดลองจะทดลองกับกลุ่มตัวอย่างทั้งห้อง แต่การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยจะใช้กลุ่มตัวอย่างที่ไม่มีพื้นฐานเรื่องการฝึกลับดอกสว่าน มาวิเคราะห์เท่านั้น

3. ก่อนทดสอบผู้วิจัยจะบอกกับนักศึกษาซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างว่า คะแนนที่ได้จะมีผลในการเรียนที่ผู้วิจัยสอนอยู่ คือ วิชางานโลหะ 1 ดังนั้นการทดสอบก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ค่าเฉลี่ยของคะแนนจึงต่ำเพราะนักศึกษาไม่มีความรู้พื้นฐานในเนื้อหาที่เรียนนั้นมาก่อน และเมื่อผู้วิจัยซึ่งเป็นอาจารย์ผู้สอนประจำวิชาในเนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ฯ ดังกล่าว ให้นักศึกษาดูบทเรียนคอมพิวเตอร์ฯ เมื่อนักศึกษาดูบทเรียนเสร็จจึงให้ทำแบบทดสอบเดิมอีกครั้งทันที ซึ่งขณะที่นักศึกษาดูบทเรียนคอมพิวเตอร์ฯ สังเกตว่านักศึกษามีความตั้งใจเรียนมาก เพราะทราบว่าจะต้องทำแบบทดสอบเดิมอีกครั้ง ซึ่งในการทำครั้งแรกนักศึกษาอาจจะทำไม่ค่อยได้ ดังนั้นผลค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบ หลังจากดูด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ฯ จึงมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบก่อนดูบทเรียนคอมพิวเตอร์ฯ

ในส่วนของการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว โดยใช้สถิติในการวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนก่อนและหลังเรียน (t-test : One-Group Pretest-Posttest) จากตาราง t ซึ่งมี df = 19 ระดับความเชื่อมั่น 0.01 มีค่า 2.861 ซึ่งถือว่าเป็นจุดหลัก แต่ค่า t ที่คำนวณได้ = 11.55 สูงกว่าจุดหลัก แปลว่าผลการทดสอบ 2 ครั้งแตกต่างกัน นั่นคือ การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการฝึกปฏิบัติในงานวิชาโลหะวิทยา นักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จักรี (2543) ได้ทำการวิจัย

## ข้อเสนอแนะ

### 1. ข้อเสนอแนะเพื่อการเรียนการสอน

จากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ ได้ค่าระดับคะแนนเฉลี่ยในการประเมินทางด้านเนื้อหาเท่ากับ 3.79 และค่าระดับคะแนนเฉลี่ยในการประเมินทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อเท่ากับ 4.12 ตามช่วงค่าคะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญตามแนวทางของเบสท์ มีค่าอยู่ในระดับดี อาจเป็นผลมาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นเนื้อหาวิธีการสอนที่ผู้วิจัยมีประสบการณ์ และความคุ้นเคยในการสอนมาหลายสิบปี และในการดำเนินการถ่ายทำวิดีโอจะนำวิดีโอที่ถ่ายทำแล้วไปจัดทำเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยไม่ได้ดำเนินการเองแต่จัดจ้างผู้รับจ้างจากภายนอกดำเนินการให้ จึงทำให้ค่าประเมินที่ได้อยู่ในระดับดี แต่ถึงอย่างไรก็ตามผู้วิจัยคิดว่า ยังมีข้อบกพร่องอยู่บ้าง ซึ่งจะต้องได้รับการพัฒนาและแก้ไขในโอกาสต่อไป เช่น การนำเข้าสู่บทเรียนค่อนข้างน้อย เนื้อหารายละเอียดยังไม่ดีพอ ภาพและเสียงยังไม่ค่อยดีมีเสียงแทรก และมีเสียงรบกวนบ้างในขณะถ่ายทำ เนื่องจากการถ่ายทำมีขีดจำกัดด้วยเวลาและสถานที่ ดังนั้นถ้าจะนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการฝึกปฏิบัติในงานวิชาโลหะวิทยาไปใช้ในการเรียนและการสอน ผู้สอนจะต้องมีทักษะในการปฏิบัติด้านการเตรียมชิ้นงานทางโลหะวิทยามาก่อน สามารถที่จะตอบคำถามเมื่อนักศึกษามีข้อสงสัย และพร้อมที่จะแสดงการสาธิตการปฏิบัติงานเตรียมชิ้นทดสอบทางโลหะวิทยา ให้นักศึกษาดูได้อย่างซ้ำ ๆ และปลอดภัย

### 2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

จากการถ่ายทำสื่อการเรียนการสอนชุดนี้ เป็นการดึงเนื้อหาวิชาบางตอนเท่านั้น ดังนั้นเนื้อหาที่สมบูรณ์ ต้องใช้เวลาและการเตรียมการที่ยาวนานและเหมาะสมกว่านี้ ในการดำเนินการวิจัยในลักษณะเดียวกันนี้ จะต้องมีเวลาในการถ่ายทำวิดีโอให้มาก ถ่ายสำรองหลาย ครั้ง เพื่อนำมาคัดเลือกภาพที่ดีที่สุด สำหรับค่าใช้จ่าย จะต้องมีการสำรองสำหรับค่าจัดจ้างผู้รับพิมพ์งานวิจัย ค่าวัสดุที่ใช้ในการดำเนินการจะต้องจัดเตรียมไว้ การทำงานในลักษณะเป็นกลุ่มคณะจะต้องมีการวางแผนตารางการดำเนินการ จะต้องมีการประชุมสำหรับกลุ่มผู้ร่วมทำงานวิจัย เพื่อทำให้กลุ่มผู้วิจัยทุกคนทราบความก้าวหน้าของเพื่อนักวิจัย และเพื่อให้เกิดความร่วมมือแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในการดำเนินการวิจัย

## บรรณานุกรม

- กังวล เทียนกัณฑ์เทศน์. 2540. การวัด การวิเคราะห์ การประเมินทางการศึกษาเบื้องต้น.  
กรุงเทพฯ: ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.
- กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์. 2536. เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชา  
ครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
พระนครเหนือ.
- กรมการศึกษานอกโรงเรียน. กระทรวงศึกษาธิการ. 2541. **วิจัยความต้องการบทเรียน  
คอมพิวเตอร์ช่วยสอน**. กรุงเทพมหานคร : บริษัทศูนย์การพิมพ์แก่นจันทร์ จำกัด.
- จักรี รัศมีฉาย. 2543. “ การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย เรื่องหลักการ  
สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต  
สาขาคอมพิวเตอร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ถนอมพร เลหาจรัสแสง. 2541. **คอมพิวเตอร์ช่วยสอน**. กรุงเทพฯ : ภาควิชาโสตทัศนศึกษา  
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธีระ โสภณจิตต์. 2534. “ การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องวิธีการเขียนแบบภาพตัด  
วิชาเขียนแบบ เครื่องกล 2 ( APM 152 ) ” วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
พระนครเหนือ ,
- มลวิภา ภูลสนอง. 2541 “ การพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง  
การตัดเส้นบนหุ่นในวิชาเทคนิคการตัดเย็บเสื้อผ้าจับจีบ หลักสูตรระดับปริญญาตรี คณะศึกษาศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล . ” วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต  
บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ,

ล้วน สายยศ. และ อังคนา สายยศ. 2538 **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 4.  
กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

สวาท จันทร. 2535. " การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการอ่านแบบภาพประกอบ  
และภาพแยกชิ้น." วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์  
เครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สุพรรณ แก้วฝัน. 2539. " การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องสไลด์เวลดิจิทัลขึ้น  
มอดเตอร์ " วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์  
เครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

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

สมบัติ น้อยประเสริฐ. 2532. " การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนโปรแกรมประกอบ  
คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการใช้ซอฟต์แวร์ AUTOCAD ช่วยในการเขียนแบบ " วิทยา  
นิพนธ์ ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล บัณฑิต  
วิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

Best , John W .1983. **Research in Education** . 4<sup>th</sup> ed. Englewood Cliffs , New  
Jersey : Prectice Hall , Inc .

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



## ภาคผนวก

- รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบสื่อการสอน
- หนังสือขอเชิญผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบสื่อการสอน





## บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ ฝ่ายวิจัยและฝึกอบรม วิทยาเขตพระนครเหนือ โทร. 0 – 2913 - 2489

ที่ ผจ. /2547

วันที่ 18 มิถุนายน 2547

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจดำเนินการดำเนินงานขั้นตอนการวิจัย ในโครงการวิจัยของ  
วิทยาเขต ฯ

เรียน อาจารย์ระจิตรา ศุภดิลลักษ์ณ์ หัวหน้าแผนกวิจัย วิทยาเขตพระนครเหนือ

ตามที่โครงการวิจัย “ การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามหัวข้อเรื่องผู้วิจัยแต่ละท่าน “ประกอบด้วยโครงการย่อย 7 โครงการ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการตั้งแต่วันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2547 ฝ่ายวิจัยและฝึกอบรมได้พิจารณาแล้วว่า นางระจิตรา ศุภดิลลักษ์ณ์ หัวหน้าแผนกวิจัยมีคุณสมบัติ เหมาะสมในการเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจดำเนินการดำเนินงานขั้นตอนการวิจัยในโครงการวิจัยของ วิทยาเขต ฯ ดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

( นายศรีศักดิ์ น้อยไร่ภูมิ )

ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิจัยและฝึกอบรม



## บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ

ที่

วันที่ 18 มิถุนายน 2547

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจจสอบการสอบด้านเทคนิคการผลิตในโครงการวิจัย  
ของวิทยาเขต ฯ

เรียน อาจารย์มนตรีชัย นรเศรษฐ์สิงห์

ตามที่โครงการวิจัย " การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตาม  
หัวข้อเรื่องผู้วิจัยแต่ละท่าน "ประกอบด้วยโครงการย่อย 7 โครงการ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการตั้งแต่วันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2547 ผู้วิจัยได้ปรึกษาฝ่ายวิจัยและฝึกอบรมแล้วว่า อาจารย์มนตรีชัย นรเศรษฐ์สิงห์ มีคุณสมบัติเหมาะสมในการเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจจสอบการสอบด้านเทคนิคการผลิตทั้ง 7 โครงการย่อย เพื่อประกอบในการดำเนินโครงการวิจัยดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

( นายทินกร จันทร์กระจ่าง )

ผู้วิจัย



## บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ

ที่

วันที่ 18 มิถุนายน 2547

เรื่อง

ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบการสอบด้านเทคนิคการผลิตในโครงการวิจัย  
ของวิทยาเขต ฯ

เรียน อาจารย์ประสงค์ ก้านแก้ว

ตามที่โครงการวิจัย " การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตาม  
หัวข้อเรื่อง ผู้วิจัยแต่ละท่าน "ประกอบด้วยโครงการย่อย 7 โครงการ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการตั้งแต่วันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2547 ผู้วิจัยได้ปรึกษาฝ่ายวิจัยและฝึกอบรมพิจารณาแล้วว่า อาจารย์  
ประสงค์ ก้านแก้ว มีคุณสมบัติเหมาะสมในการเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบการสอบด้านเทคนิคการผลิตทั้ง 7 โครงการย่อย เพื่อประกอบในการดำเนินโครงการวิจัยดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

( นายทินกร จันทร์กระจ่าง )

ผู้วิจัย



## บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ

ที่

วันที่ 17 มิถุนายน 2547

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสื่อการสอนด้านเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน  
ในโครงการวิจัยของ วิทยาเขต ฯ

เรียน อาจารย์ประเสริฐ ชุมปัญญา

ตามที่โครงการวิจัย “ การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตาม  
หัวข้อเรื่องผู้วิจัยแต่ละท่าน “ ประกอบด้วยโครงการย่อย 7 โครงการ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการ  
ตั้งแต่วันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2547 ผู้วิจัยได้ปรึกษาฝ่ายวิจัยและฝึกอบรมพิจารณาแล้วว่า อาจารย์  
ประเสริฐ ชุมปัญญา มีคุณสมบัติเหมาะสมในการเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสื่อการสอนด้านเนื้อหา  
ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ โครงการวิจัย ชื่อ “ การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียน  
คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการฝึกปฏิบัติในงานวิชาโลหะวิทยา สำหรับนักศึกษาระดับปริญญา  
ตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรมที่เปิดสอนของ สถาบัน  
เทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ “ ประกอบในการดำเนินโครงการวิจัยดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

( นายทินกร จันทร์กระจ่าง )

ผู้วิจัย



## บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ

ที่

วันที่ 17 มิถุนายน 2547

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสื่อการสอนด้านเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน  
ในโครงการวิจัยของ วิทยาเขต ฯ

เรียน อาจารย์พรทัศน์ บุญมั่งมี

ตามที่โครงการวิจัย “ การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามหัวข้อเรื่องผู้วิจัยแต่ละท่าน “ประกอบด้วยโครงการย่อย 7 โครงการ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการตั้งแต่วันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2547 ผู้วิจัยได้ปรึกษาฝ่ายวิจัยและฝึกอบรมพิจารณาแล้วว่า อาจารย์พรทัศน์ บุญมั่งมี มีคุณสมบัติเหมาะสมในการเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสื่อการสอนด้านเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ โครงการวิจัย ชื่อ “ การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการฝึกปฏิบัติในงานวิชาโลหะวิทยา สำหรับนักเรียนนักศึกษาในระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ที่เปิดสอนของ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ “ ประกอบในการดำเนินโครงการวิจัยดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

( นายทินกร จันทร์กระจ่าง )

ผู้วิจัย

## ขอข่าของเนื้อหาวิชา เรื่อง การฝึกปฏิบัติในงานวิชาโลหะวิทยา

ขอข่าของเนื้อหาวิชา เรื่อง การฝึกปฏิบัติในงานวิชาโลหะวิทยา ได้แบ่งเนื้อหาการเรียน ออกเป็นรายข้อดังนี้

1. การตัดชิ้นงานทดสอบ
2. การปรับผิวหน้าชิ้นงานทดสอบ
3. การทำตัวเรือนเย็น
4. การเตรียมอุปกรณ์ในการขัดผิวหน้าชิ้นงาน
5. การปฏิบัติงานจริง
6. สรุปและข้อควรระวัง

## วัตถุประสงค์

เมื่อผู้เรียน เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์จบแล้ว มีความรู้ ความสามารถ

1. อธิบายลักษณะการตัดชิ้นงานทดสอบได้ถูกต้อง
2. อธิบายการปรับผิวหน้าชิ้นงานทดสอบได้ถูกต้อง
3. อธิบายขั้นตอนต้องการทำตัวเรือนแบบเย็นได้ถูกต้อง
4. เตรียมอุปกรณ์ในการขัดผิวหน้าชิ้นงานทดสอบได้ถูกต้อง
5. ปฏิบัติงานตามขั้นตอนการเตรียมโลหะทดสอบด้านโลหะวิทยาได้ถูกต้อง
6. อธิบายข้อควรระวังในการเตรียมโลหะทดสอบด้านโลหะวิทยาได้ถูกต้อง

## แบบประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหา

บทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่อง การฝึกปฏิบัติในงานวิชาโลหะวิทยา

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 ความเหมาะสมของเวลานำเสนอกับเนื้อหาคำบรรยาย .....						
3.3 ความเหมาะสมของเวลาที่นำเสนอทั้งเรื่อง .....						

ความคิดเห็นเรื่องอื่น ๆ .....

.....  
 .....  
 .....

ลงชื่อ .....ผู้ประเมิน

(.....)

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



## แบบประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

บทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่อง การฝึกปฏิบัติในงานวิชาโลหะวิทยา

บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ท่านกำลังประเมินอยู่นี้ มีคุณภาพอยู่ในระดับใดโปรดทำเครื่องหมาย

✓ ลงในช่องบอกระดับคุณภาพเพียงช่องเดียวตามความคิดเห็นของท่าน

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

เรื่องที่จะประเมิน	ระดับความคิดเห็น					หมายเหตุ
	1	2	3	4	5	
1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง						
1.1 เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม						
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 ความเหมาะสมของเวลาการนำเสนอทั้งเนื้อหา ในภาพ .....						
4.2 ความเหมาะสมของเวลาการนำเสนอทั้งเนื้อหา คำบรรยาย .....						
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	4	4	-	-	4.0
1.2 ความถูกต้องของเนื้อหา .....	4	4	-	-	4.0
1.3 ความถูกต้องในการลำดับเนื้อหาตามขั้นตอน .....	3	3	-	-	3.0
1.4 ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน .....	3	4	-	-	3.5
1.5 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา .....	4	4	-	-	4.0
1.6 ความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน .....	4	4	-	-	4.0
2. รูปภาพและภาษา					
2.1 ความถูกต้องของรูปภาพตามเนื้อหา.....	4	4	-	-	4.0
2.2 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้ .....	4	3	-	-	3.5
2.3 ความสอดคล้องระหว่างรูปภาพกับคำบรรยาย .....	5	4	-	-	4.5
3. เวลาในการนำเสนอ					
3.1 ความเหมาะสมของเวลานำเสนอกับเนื้อหาในภาพ ...	4	4	-	-	4.0
3.2 ความเหมาะสมของเวลานำเสนอกับเนื้อหาคำบรรยาย	4	3	-	-	3.5
3.3 ความเหมาะสมของเวลาที่นำเสนอทั้งเรื่อง .....	3	4	-	-	3.5
— X	3.83	3.75	-	-	3.79

### ตารางที่ 3 ผลการประเมินสื่อการสอนจากผู้เชี่ยวชาญ ด้านเนื้อหา

หมายเหตุ หมายเลข 1 คือ ชื่อผู้ประเมิน นายประเสริฐ ชุมปัญญา

หมายเลข 2 คือ ชื่อผู้ประเมิน นายพรทัศน์ บุญมั่งมี

ผลการประเมินสื่อการสอนจากผู้เชี่ยวชาญ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เรื่องที่จะประเมิน	ผู้ประเมินเรียงตามรายชื่อ				— X
	1	2	3	4	
1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง					
1.1 เนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	4	4	-	-	4.0
1.2 ความชัดเจนถูกต้องของเนื้อหา .....	5	4	-	-	4.5
1.3 ความเหมาะสมในรูปแบบและวิธีนำเสนอ .....	4	4	-	-	4.0
2. ภาพ					
2.1 คุณภาพของภาพ .....	4	4	-	-	4.0
2.2 ความเหมาะสมของภาพในการสื่อความหมาย .....	4	4	-	-	4.0
2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างภาพกับเสียงบรรยาย .....	5	4	-	-	4.5
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	5	-	-	4.5
3.3 ความถูกต้องของการใช้ภาษา .....	4	4	-	-	4.0
4. เวลา					
4.1 ความเหมาะสมของเวลาการนำเสนอกับเนื้อหาในภาพ	4	4	-	-	4.0
4.2 ความเหมาะสมของเวลาการนำเสนอกับเนื้อหา คำบรรยาย .....	4	4	-	-	4.0
4.3 ความเหมาะสมของเวลาการนำเสนอทั้งเรื่อง .....	4	4	-	-	4.0
— X	4.14	4.07	-	-	4.12

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
16	1	1	1
17	1	1	1
18	1	1	1
19	1	1	1
20	1	1	1

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์

สรุปผล                   แบบทดสอบเรื่องการฝึกกลับดอกสว่าน   จำนวน 20 ข้อ

ทุกข้อตรงกับวัตถุประสงค์การสอน

### แสดงผลการประเมินความยากง่ายของแบบทดสอบ

ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ

ที่	รหัส	ข้อสอบที่ใช้ทดสอบ																			รวม 20ข้อ	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		20
1	54661104201	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	12
2	54661104202	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	11
3	54661104203	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	10
4	54661104204	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	18
5	54661104205	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	8
6	54661104206	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	17
7	54661104207	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	13
8	54661104208	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	10
9	54661104209	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	11
10	54661104210	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	7
11	54661104211	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	9
12	54661104212	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	14
13	54661104213	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	6
14	54661104214	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	13
15	54661104215	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	16
16	54661104216	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	14
17	54661104217	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	9
18	54661104219	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	14
19	54661104220	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	12
20	54661104221	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	5
21	54661104222	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	15
22	54661104223	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	16
23	54661104224	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	14
24	54661104225	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	12
รวมคะแนนรายข้อ (R)		17	14	13	7	16	15	16	18	9	13	15	18	17	9	17	15	15	18	9	15	286
ค่าความยากง่าย(0.2-0.8)		0.7	0.6	0.5	0.3	0.7	0.6	0.7	0.7	0.4	0.5	0.6	0.7	0.7	0.4	0.7	0.6	0.6	0.7	0.4	0.6	

ตารางที่ 6 แสดงผลการประเมิน หาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ

พิจารณาข้อสอบที่มีค่า ความยากง่าย = 0.2 - 0.8

หมายเหตุ ช่องคะแนน 0 = ทำผิด ช่องคะแนน 1 = ทำถูก

สูตร ค่าความยากง่าย P = R / N

R = จำนวนคนที่ทำถูก N = จำนวนคนทั้งหมด = 24 คน



แสดงผลการประเมิน หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (เรียงคะแนนจากมากไปน้อย)

ระดับ ปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 ครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

ที่	รหัส	ข้อสอบที่ใช้ทดสอบ																				รวม 20ข้อ
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	54661104204	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	18
2	54661104206	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	17
3	54661104215	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	16
4	54661104223	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	16
5	54661104222	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	15
6	54661104212	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	14
7	54661104216	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	14
8	54661104219	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	14
9	54661104224	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	14
10	54661104207	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	13
11	54661104214	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	13
12	54661104201	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	12
13	54661104220	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	12
14	54661104225	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	12
15	54661104202	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	11
16	54661104209	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	11
17	54661104203	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	10
18	54661104208	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	10
19	54661104211	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	9
20	54661104217	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	9
21	54661104205	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	8
22	54661104210	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	7
23	54661104213	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	6
24	54661104221	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	5
รวมคะแนนรายข้อ		17	14	13	7	16	15	16	18	9	13	15	18	17	9	17	15	15	18	9	15	286

ตารางที่ 7 แสดงผลการประเมิน หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (เรียงจากมากไปน้อย)

**แสดงผลการประเมิน หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (เรียงคะแนนจากมากไปน้อย)**

ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 ครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม (กลุ่มคะแนนสูง)

ที่	รหัส	ข้อสอบที่ใช้ทดสอบ																				รวม 20ข้อ
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	54661104204	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	18
2	54661104206	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	17
3	54661104215	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	16
4	54661104223	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	16
5	54661104222	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	15
6	54661104212	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	14
7	54661104216	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	14
8	54661104219	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	14
รวมคะแนนรายข้อ (RU)		8	6	6	4	8	7	6	7	4	6	8	6	6	5	6	5	7	7	5	7	124

**ตารางที่ 8** แสดงผลการประเมิน หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (เรียงจากมากไปน้อย)



แสดงผลการประเมิน หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (เรียงคะแนนจากมากไปน้อย)

ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 คุรุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม (กลุ่มคะแนนต่ำ)

ที่	รหัส	ข้อสอบที่ใช้ทดสอบ																				รวม 20ข้อ
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
17	54661104203	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	10
18	54661104208	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	10
19	54661104211	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	9
20	54661104217	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	9
21	54661104205	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	8
22	54661104210	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	7
23	54661104213	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	6
24	54661104221	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	5
รวมคะแนนรายข้อ (RL)		4	4	3	2	2	2	4	4	2	2	2	4	4	3	4	3	4	4	3	4	64

ตารางที่ 9 แสดงผลการประเมิน หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (เรียงจากมากไปน้อย)



### แสดงผลค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

ระดับ ปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 ครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

รายการ	ข้อสอบที่ใช้ทดสอบ (ข้อที่)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
รวมคะแนนรายข้อ (RU)	8	6	6	4	8	7	6	7	4	6
รวมคะแนนรายข้อ (RL)	4	4	3	2	2	2	4	4	2	2
N / 2	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
ค่าอำนาจจำแนก (D)	0.5	0.25	0.375	0.25	0.75	0.625	0.25	0.375	0.25	0.5

รายการ	ข้อสอบที่ใช้ทดสอบ (ข้อที่)										รวม 20ข้อ
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
รวมคะแนนรายข้อ (RU)	8	6	6	5	6	5	7	7	5	7	
รวมคะแนนรายข้อ (RL)	2	4	4	3	4	3	4	4	3	4	
N / 2	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
ค่าอำนาจจำแนก (D)	0.75	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.375	0.375	0.25	0.375	

ตารางที่ 10 แสดงผลการประเมิน หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

$$\text{สูตร ค่าอำนาจจำแนก} = \frac{RU - RL}{N / 2}$$

พิจารณาข้อสอบที่มี ค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

สรุป แบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัยทุกข้อ มีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

แสดงการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (เรียงคะแนนจากมากไปน้อย)

ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 คุศศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

ที่	รหัส	ข้อสอบที่ใช้ทดสอบ																				รวม	X <sup>2</sup>
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
1	54661104204	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	18	324
2	54661104206	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	17	289
3	54661104215	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	16	256
4	54661104223	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	16	256
5	54661104222	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	15	225
6	54661104212	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	14	196
7	54661104216	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	14	196
8	54661104219	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	14	196
9	54661104224	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	14	196
10	54661104207	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	13	169
11	54661104214	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	13	169
12	54661104201	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	12	144
13	54661104220	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	12	144
14	54661104225	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	12	144
15	54661104202	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	11	121
16	54661104209	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	11	121
17	54661104203	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	10	100
18	54661104208	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	10	100
19	54661104211	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	9	81
20	54661104217	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	9	81
21	54661104205	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	8	64
22	54661104210	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	7	49
23	54661104213	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	6	36
24	54661104221	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	5	25
รวมคะแนนรายข้อ		17	14	13	7	16	15	16	18	9	13	15	18	17	9	17	15	15	18	9	15	286	3682
p		0.71	0.58	0.54	0.29	0.67	0.625	0.67	0.75	0.375	0.54	0.625	0.75	0.71	0.375	0.71	0.625	0.625	0.75	0.375	0.625		
q		0.29	0.42	0.46	0.71	0.33	0.375	0.33	0.25	0.625	0.46	0.375	0.25	0.29	0.625	0.29	0.375	0.375	0.25	0.625	0.375		
pq		0.21	0.24	0.23	0.21	0.22	0.23	0.22	0.19	0.23	0.23	0.23	0.19	0.21	0.23	0.21	0.23	0.23	0.19	0.23	0.23	4.39	

ตารางที่ 11 แสดงการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ผลการคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เรื่องการฝึกปฏิบัติในงานวิชาโลหะ  
วิทยา

$$\sum pq = 4.39 \quad , \quad \sum X = 286 \quad , \quad \sum X^2 = 3,682$$

$$\begin{aligned} \text{คำนวณค่า } S^2_t &= \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N^2} \\ &= \frac{24 \times 3,682 - (286)^2}{24 \times 24} \\ &= 11.41 \end{aligned}$$

$$\text{จาก } r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[ 1 - \frac{\sum pq}{S^2_t} \right]$$

เมื่อ  $r_{tt}$  คือ ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ  
 $N$  คือ จำนวนข้อของเครื่องมือวัด  
 $p$  คือ สัดส่วนของผู้ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ นั่นคือ สัดส่วนของคนทำถูกกับคนทั้งหมด  
 $q$  คือ สัดส่วนของผู้ที่ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ หรือ คือ  $1-p$   
 $S^2_t$  คือ คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือทั้งฉบับ

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า } r_{tt} &= \frac{20}{20-1} \left[ 1 - \frac{4.39}{11.41} \right] \\ &= 0.65 \end{aligned}$$

ดังนั้นแบบทดสอบฉบับนี้ มีความเชื่อมั่น 0.65

### ผลการคำนวณวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้สูตร ( เสาวณีย์ , 2528 : 295 )

$$E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100 \quad E_2 = \frac{\sum F}{N} \times 100$$

A B

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 ( เสาวณีย์ , 2528 : 284 )

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

$M_1$  = ผลของคะแนนเฉลี่ยจากการสอบก่อนการเรียน ( Pre - teste )

$M_2$  = ผลของคะแนนเฉลี่ยจากการสอบหลังการเรียน ( Post - test )

P = คะแนนเต็มของข้อทดสอบ

ค่าของอัตราส่วนที่ได้จากสูตรนี้ จะมีค่าระหว่าง 0-2 ถ้าค่าที่หาออกมาได้มีค่ามากกว่า 1 ถือว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์นั้นได้เกณฑ์มาตรฐาน

$$\text{แทนค่า } M_1 = 5.40$$

$$M_2 = 14.25$$

$$P = 20$$

$$\begin{aligned} \text{ประสิทธิภาพ} \% &= \frac{14.25 - 5.40}{20 - 5.40} + \frac{14.25 - 5.40}{20} \\ &= 0.606 + 0.443 \\ &= 1.04 \end{aligned}$$

ค่าที่ได้ = 1.04 ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การฝึกปฏิบัติในงานวิชา  
โลหะวิทยา ได้เกณฑ์มาตรฐาน 90 / 90



แสดงการทดสอบนัยสำคัญโดยอาศัยการแจกแจงของที ( t - test )

เรื่องการฝึกปฏิบัติในวิชาโลหวิทยา

ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ

ประจำปีการศึกษา 2/2547

ที่	ชื่อ - สกุล	ผลการทดลอง 40 คะแนน		ผลต่าง (Y - X) = D	(ผลต่าง) D ยกกำลัง 2
		ก่อน ( X )	หลัง ( Y )		
1	นายอนวัช รัตมีจันทร์	5	14	9	81
2	นายธีรยุทธ ด้วงนุช	7	16	9	81
3	นายธรรมรัตน์ เหลาคม	7	16	9	81
4	นายสุรไกร อนุพันธ์ุ์	3	12	9	81
5	นายบรรพต ศิโรตศ	7	16	9	81
6	นายसानนท์ พิมพิศรี	4	12	8	64
7	นายธีรวุฒิ หิรัญเรืองเดช	5	15	10	100
8	นายสุริยา แก้วนุช	5	13	8	64
9	นายธนวัติ คณิงทรัพย์	5	13	8	64
10	นายประวิทย์ ภูมา	5	16	11	121
11	นายศรีมนทณธ์ ช้ายเกล้า	8	18	10	100
12	นายระบิล จันทรน้อย	6	15	9	81
13	นายธีรพงศ์ เรืองพุดม	5	13	8	64
14	นายอภิวัฒน์ กล้าหาญ	6	14	8	64
15	นางสาววนิดา แดงสนาม	4	12	8	64
16	นายศักรินทร์ สัจจร	4	13	9	81
17	นายจักรพงษ์ แก้วโมรา	6	16	10	100
18	นายวันเฉลิม อู่ยคำ	6	15	9	81
19	นางสาวประไพศรี หอมรอด	6	14	8	64
20	นายธีรศักดิ์ เอี่ยมศรี	4	12	8	64
รวม		108	285	177	1581
ค่าเฉลี่ย		5.4	14.25		

ตารางที่ 12 การทดสอบนัยสำคัญโดยอาศัยการแจกแจงของที ( t - test )

ผลการคำนวณการทดสอบนัยสำคัญ โดยอาศัยการแจกแจงของที ( t – test )

$$\sum D = 177 , \sum D^2 = 1581 , N = 20 \text{ คน}$$

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

เมื่อ D คือ ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่  
N คือ จำนวนคู่ ( คน )

แทนค่า

$$t = \frac{177}{\sqrt{(20 \times 1581) - (177)^2}} \\ = \frac{177}{15.32} \\ = 11.55$$

จากตาราง t ซึ่งมี df = 19 ระดับความเชื่อมั่น 0.01 มีค่า 2.861 ซึ่งถือว่าเป็นจุดหลัก แต่ค่า t ที่คำนวณได้ = 11.55 สูงกว่าจุดหลัก แปลว่าผลการทดสอบ 2 ครั้งแตกต่างกัน เชื่อได้ 99 % นั่นคือ การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการฝึกปฏิบัติในงาน วิชาโลหะวิทยา นักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

## แบบทดสอบในการวิจัย

แบบทดสอบเรื่อง การฝึกปฏิบัติในงานวิชาโลหะวิทยา

- คำสั่ง 1. ข้อสอบมีทั้งหมด 20 ข้อ ให้ทำทุกข้อ  
2. ให้กาเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ ที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว
- 

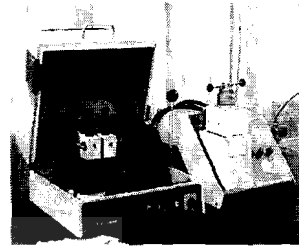
1. การเตรียมชิ้นงานทดสอบทางโลหะวิทยา สามารถจัดเตรียมได้จาก
  - ก. ผลิตภัณฑ์จริงที่จำหน่ายในท้องตลาด
  - ข. ตัวอย่างส่วนผสมหน้าเตาหลอมโลหะ
  - ค. การตัดจากส่วนของชิ้นงานสำเร็จ
  - ง. โลหะใด ๆ ที่ต้องการทดสอบ
2. การเตรียมชิ้นงานทดสอบทางโลหะวิทยา ในสถานศึกษาส่วนมาก มักจะจัดเตรียมได้จาก
  - ก. ผลิตภัณฑ์จริงที่จำหน่ายในท้องตลาด
  - ข. ตัวอย่างส่วนผสมหน้าเตาหลอมโลหะ
  - ค. การตัดจากส่วนของชิ้นงานสำเร็จ
  - ง. โลหะใด ๆ ที่ต้องการทดสอบ
3. ชิ้นงานทดสอบทางโลหะวิทยา โดยทั่วไปเรียกว่า
  - ก. Test pieces
  - ข. specimens
  - ค. samples
  - ง. jobs
4. การตัดชิ้นงานทดสอบ ขนาดของชิ้นงานไม่ควรสูง หรือ หนา เกิน
  - ก. 5 - 10 mm.
  - ข. 10 - 15 mm.
  - ค. 15 - 20 mm.
  - ง. 20 - 25 mm.
5. การตัดชิ้นงานทดสอบ จากข้อมูลต่อไปนี้ ข้อใดถูกต้องที่สุด
  - ก. ตัดด้วยเลื่อยมือ เป็นการตัดที่สะดวกที่สุด
  - ข. ตัดด้วยเลื่อยกลชิ้นงานจะได้รับความร้อนสูงเกินไปทำให้โครงสร้างเปลี่ยนแปลงได้
  - ค. ตัดด้วยเครื่องตัดกึ่งอัตโนมัติ ใบตัดโดยทั่วไป จะเป็นใบตัดแบบสายพานแบน
  - ง. ใบตัดของเครื่องตัดกึ่งอัตโนมัติ โดยทั่วไปมักเรียกว่า ใบไฟเบอร์ (fiber)

6. ในกรณีเลือกใบตัดที่ใช้กับเครื่องตัดกึ่งอัตโนมัติ
  - ก. เลือกใบตัดโลหะคาร์ไบด์ หรือใบตัด Alumina
  - ข. เลือกชนิด Silicon Carbide หรือ Aluminum Oxide
  - ค. ใบตัดแบบเปียกหรือใบตัดแบบแห้ง
  - ง. ใบตัดชนิดเพชรหรือใบตัด Quart
7. หลังจากตัดชิ้นงานทดสอบแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือ
  - ก. นำไปปรับผิวหน้าให้ได้ระดับ
  - ข. นำไปกลึงปอกผิว
  - ค. นำไปขัดด้วยกระดาษทราย
  - ง. นำไปตอกกำหนดหมายเลข
8. การขัดผิวหน้าชิ้นงานทดสอบแบ่งออกเป็น
  - ก. การขัดหยาบ ขัดระนาบและขัดละเอียด
  - ข. การขัดระนาบ ขัดละเอียดและขัดมัน
  - ค. การขัดปกติ และการขัดกึ่งอัตโนมัติ
  - ง. การขัดด้วยมือและการใช้เครื่องขัด
9. ข้อใดไม่ใช่สาเหตุที่ต้องจัดทำตัวเรือน (mounting) ให้กับชิ้นงานทดสอบ
  - ก. เพื่อให้ชิ้นงานทดสอบมีความสวยงาม
  - ข. เพื่อความสะดวกในการจับยึดชิ้นงานช่วงขัดผิวหน้า
  - ค. ชิ้นงานทดสอบมีขนาดเล็กเกินไป ไม่สะดวกในการดูโครงสร้างจุลภาค
  - ง. เพื่อความสมบูรณ์ด้านโครงสร้างของชิ้นงานทดสอบ
10. สำหรับการทำให้ตัวเรือน (mounting) แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ
  - ก. การทำให้ตัวเรือนแบบร้อนและการทำให้ตัวเรือนแบบเย็น
  - ข. การทำให้ตัวเรือนชนิดหยาบและการทำให้ตัวเรือนชนิดละเอียด
  - ค. การทำให้ตัวเรือนชนิดโลหะและการทำให้ตัวเรือนชนิดอโลหะ
  - ง. การทำให้ตัวเรือนด้วยมือและการทำให้ตัวเรือนด้วยเครื่อง
11. ทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนเบอร์กระดาษทรายที่ใช้ขัดชิ้นงานทดสอบให้ละเอียดขึ้น
  - ก. ควรปรับเปลี่ยนกระดาษทรายให้เบอร์สูงขึ้นอย่างน้อย 20 เช่น No 100 เป็น No 120
  - ข. ควรปรับเปลี่ยนกระดาษทรายให้เบอร์ต่ำลงอย่างน้อย 20 เช่น No 100 เป็น No 80
  - ค. ควรหมุนชิ้นงานทดสอบจากทิศทางเดิมที่ขัด ไปเป็นมุม  $90^\circ$
  - ง. ควรนำกระดาษทรายที่ใช้แล้วแช่น้ำไว้เพื่อป้องกันกระดาษทรายแห้ง และเป็นการยืดอายุ

12. ผงขัดที่ใช้กับการขัดขั้นสุดท้ายที่เลือกใช้
- ผงขัดเพชร หรือ Silica
  - ผงขัดเพชร หรือ Quart
  - ผงขัด เพชร หรือ Alumina
  - ผงขัด Silica หรือ Alumina
13. Water proof Abrasive paper เป็นข้อบ่งใช้กระดาษทราย โดย
- ใช้ขัดแบบแห้งห้ามใช้กับน้ำเด็ดขาด มิฉะนั้น กระดาษจะเปื่อยและขาดง่าย
  - ทุกครั้งที่ใช้กระดาษทรายขัดผิวงานต้องมีน้ำประกอบในการขัด
  - หลังใช้กระดาษทรายแล้วควรแช่น้ำไว้เพื่อป้องกันกระดาษทรายแห้ง
  - หลังใช้กระดาษทรายแล้วควรนำไปตากให้กระดาษทรายแห้ง
14. วิธีการขัดกระดาษทรายด้วยมือ
- ควรมีแผ่นรองกระดาษทรายที่ทำจากโลหะไร้สนิม
  - ขัดผิวหน้าชิ้นงานทดสอบกลับไป - มาด้วยแรงกดที่คงที่
  - ให้หมุนชิ้นงานทดสอบอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่ขัดผิวหน้าชิ้นงาน
  - ให้ขัดผิวหน้าชิ้นงานทดสอบไปในทิศทางเดียว
15. น้ำที่เปิดให้ไหลผ่านในขณะที่ขัดชิ้นงานทดสอบ
- เพื่อลดแรงเสียดทานและช่วยหล่อลื่นระหว่างผิวหน้าชิ้นงานกับกระดาษทราย
  - เพื่อระบายความร้อนและลดการเสียดสีระหว่างชิ้นงานกับกระดาษ
  - เพื่อช่วยชำระล้างเศษโลหะที่เกิดจากการขัด ติดกับกระดาษทรายให้ออกไป
  - เพื่อให้ผิวหน้าชิ้นงานทดสอบมีผิวเรียบเร็วขึ้นและสะอาด
16. การทำตัวเรือนชิ้นงานทดสอบ โดยการใช้สารเคลือบสังเคราะห์ ส่วนมากมักเลือกใช้สารเคลือบที่เรียกโดยทั่วไปว่า
- เรซิน (resin) ผสมกับ สารทำให้แข็ง (hardener)
  - อีพ็อกซี (epoxy) ผสมกับ โพลีเอสเตอร์ (polyester)
  - เรซิน (resin) ผสมกับ โพลีเอสเตอร์ (polyester)
  - อะครีลิก (acrylic) ผสมกับ อีพ็อกซี (epoxy)

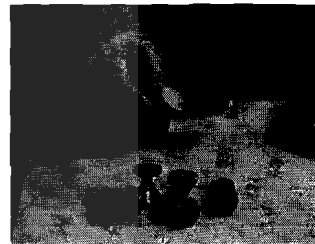
17. พิจารณาจากภาพเครื่องมือที่กำหนดให้ เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับทำงานอะไร

- ก. ใช้ทำตัวเรือนชิ้นงานทดสอบ
- ข. ใช้ปาดผิวหน้าชิ้นงานทดสอบให้เรียบ
- ค. ใช้ตัดชิ้นงานทดสอบ
- ง. ใช้ประกอบกระดาดทรายขัดผิวหน้าชิ้นงานทดสอบ



18. พิจารณาจากภาพ เป็นภาพชิ้นงานทดสอบที่ได้จากการเตรียมงานอย่างไร

- ก. เตรียมจากการตัดชิ้นงานจริงที่ใช้อยู่ในอุตสาหกรรม
- ข. เตรียมจากน้ำโลหะที่ได้จากหน้าเตาหลอม
- ค. เตรียมจากชิ้นงานมาตรฐานที่รู้ส่วนผสม
- ง. เตรียมจากการทำตัวเรือนแบบร้อน



19. จากข้อ 18 ชิ้นงานทดสอบที่ได้ ส่วนใหญ่เป็นโลหะประเภทใด

- ก. โลหะทุกประเภท
- ข. เหล็กและนอกกลุ่มเหล็ก
- ค. เหล็กหล่อและเหล็กเหนียว
- ง. เหล็กหล่อและนอกกลุ่มเหล็ก

20. จากภาพเป็นการเตรียมชิ้นงานทดสอบในขั้นตอนใด

- ก. การขัดผิวมันด้วยสั๊กหลาด
- ข. การขัดผิวหน้าชิ้นงานด้วยเครื่องขัด
- ค. การขัดระนาบด้วยผงขัด
- ง. การขัดผิวหน้าชิ้นงานด้วยมือ





กระดาษคำตอบ แบบทดสอบเรื่อง การฝึกปฏิบัติในงานวิชาโลหะวิทยา

ชื่อ.....รหัสประจำตัว.....

- คำสั่ง 1. ข้อสอบมีทั้งหมด 16 ข้อ ให้ทำทุกข้อ  
2. ให้กาเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ ที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

- |     |    |    |    |    |
|-----|----|----|----|----|
| 1.  | ก. | ข. | ค. | ง. |
| 2.  | ก. | ข. | ค. | ง. |
| 3.  | ก. | ข. | ค. | ง. |
| 4.  | ก. | ข. | ค. | ง. |
| 5.  | ก. | ข. | ค. | ง. |
| 6.  | ก. | ข. | ค. | ง. |
| 7.  | ก. | ข. | ค. | ง. |
| 8.  | ก. | ข. | ค. | ง. |
| 9.  | ก. | ข. | ค. | ง. |
| 10. | ก. | ข. | ค. | ง. |
| 11. | ก. | ข. | ค. | ง. |
| 12. | ก. | ข. | ค. | ง. |
| 13. | ก. | ข. | ค. | ง. |
| 14. | ก. | ข. | ค. | ง. |
| 15. | ก. | ข. | ค. | ง. |
| 16. | ก. | ข. | ค. | ง. |
| 17. | ก. | ข. | ค. | ง. |
| 18. | ก. | ข. | ค. | ง. |
| 19. | ก. | ข. | ค. | ง. |
| 20. | ก. | ข. | ค. | ง. |



เฉลย แบบทดสอบเรื่อง การฝึกปฏิบัติในงานวิชาโลหะวิทยา

ชื่อ.....รหัสประจำตัว.....

- คำสั่ง 1. ข้อสอบมีทั้งหมด 16 ข้อ ให้ทำทุกข้อ  
2. ให้กาเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ ที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1.	ก.	ข.	ค.	X
2.	X	ข.	ค.	ง.
3.	ก.	X	ค.	ง.
4.	ก.	ข.	X	ง.
5.	ก.	ข.	ค.	X
6.	ก.	X	ค.	ง.
7.	X	ข.	ค.	ง.
8.	ก.	X	ค.	ง.
9.	ก.	ข.	ค.	X
10.	X	ข.	ค.	ง.
11.	ก.	ข.	X	ง.
12.	ก.	ข.	X	ง.
13.	ก.	X	ค.	ง.
14.	ก.	ข.	ค.	X
15.	ก.	ข.	X	ง.
16.	X	ข.	ค.	ง.
17.	ก.	ข.	X	ง.
18.	ก.	X	ค.	ง.
19.	ก.	ข.	ค.	X
20.	X	ข.	ค.	ง.



### ลักษณะรายวิชา

- |                       |   |
|-----------------------|---|
| 1. รหัสและชื่อวิชา    | 11-413-404 โลหะวิทยาในงานวิศวกรรม<br>Engineering Metallurgy   |
| 2. สภาพรายวิชา        | วิชาเฉพาะสาขาในหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต  |
| 3. ระดับรายวิชา       | ภาคเรียนที่ 3 ชั้นปีที่ 3   |
| 4. พื้นฐาน            | -   |
| 5. เวลาศึกษา          | 68 คาบเรียนตลอด 18 สัปดาห์ ทฤษฎี 2 คาบ ปฏิบัติ 2 คาบต่อ<br>สัปดาห์ และนักศึกษาต้องใช้เวลาค้นคว้านอกเวลา 3 ชั่วโมงต่อ<br>สัปดาห์   |
| 6. จำนวนหน่วยกิต      | 3 หน่วยกิต  |
| 7. จุดมุ่งหมายรายวิชา | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. รู้จักเครื่องมือและอุปกรณ์ทางโลหะวิทยา</li> <li>2. เข้าใจถึงสมบัติทางกลของโลหะ</li> <li>3. เข้าใจโครงสร้างของโลหะและการเกิดผลึก</li> <li>4. เข้าใจการแปรรูปโลหะ</li> <li>5. เข้าใจถึงสมบัติโลหะผสม</li> <li>6. เข้าใจแผนภาพสมดุลของโลหะผสม</li> <li>7. เข้าใจแผนภาพสมดุล เหล็ก - คาร์บอน</li> <li>8. เข้าใจวิธีการอบชุบเหล็ก</li> </ol> |
| 8. คำอธิบายรายวิชา    | ศึกษาและฝึกปฏิบัติเกี่ยวกับ อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในงาน<br>โลหะวิทยา คุณสมบัติเชิงกลของโลหะ โครงสร้างของโลหะและ<br>การเกิดผลึก การแปรรูปของโลหะ สมบัติของโลหะของโลหะผสม<br>แผนภาพสมดุลของโลหะ แผนภาพสมดุล เหล็ก – คาร์บอน<br>การอบชุบโลหะ เหล็กหล่อ โลหะไม่ใช่เหล็ก และคุณสมบัติ  |

## ลักษณะรายวิชา


- |                       |   |
|-----------------------|---|
| 1. รหัสและชื่อวิชา    | 04-441-107 โลหะวิทยา<br>METALLURGY  |
| 2. สภาพรายวิชา        | วิชาชีพเฉพาะสาขา ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง<br>สาขาวิชาช่างโลหะ  |
| 3. ระดับรายวิชา       | ภาคการศึกษาที่ 1 ชั้นปีที่ 1  |
| 4. พื้นฐาน            | -   |
| 5. เวลาศึกษา          | 90 คาบเรียนตลอด 18 สัปดาห์ ทฤษฎี 2 คาบ ปฏิบัติ 3 คาบต่อ<br>สัปดาห์ และนักศึกษาต้องใช้เวลาค้นคว้านอกเวลา 2 ชั่วโมงต่อ<br>สัปดาห์   |
| 6. จำนวนหน่วยกิต      | 3 หน่วยกิต  |
| 7. จุดมุ่งหมายรายวิชา | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. เข้าใจโครงสร้างผลึกของโลหะ</li> <li>2. เข้าใจสมบัติของโลหะ</li> <li>3. เข้าใจการแปรรูปของโลหะ</li> <li>4. พิจารณาเลือกแผนภาพสมดุลของโลหะ</li> <li>5. จัดทำแผนภาพสมดุล เหล็ก - คาร์บอน</li> <li>6. ตรวจสอบโลหะกลุ่มเหล็ก</li> <li>7. ตระหนักถึงความสำคัญของงานโลหะวิทยา</li> </ol> |
| 8. คำอธิบายรายวิชา    | ศึกษาและฝึกปฏิบัติเกี่ยวกับ โครงสร้างผลึกของโลหะ สมบัติของ<br>โลหะ การแปรรูปของโลหะ แผนภาพสมดุลของโลหะ แผนภาพ<br>สมดุล เหล็ก - คาร์บอน และโลหะกลุ่มเหล็ก  |

### ลักษณะรายวิชา

- |                       |  |
|-----------------------|--|
| 1. รหัสและชื่อวิชา    | 04-401-115 โลหะวิทยาทางานอุตสาหกรรม<br>INDUSTRIAL METALLURGY   |
| 2. สภาพรายวิชา        | วิชาชีพเลือก ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง<br>สาขาวิชาช่างกลโรงงาน   |
| 3. ระดับรายวิชา       | ภาคการศึกษาที่ 2 ชั้นปีที่ 1   |
| 4. พื้นฐาน            | -  |
| 5. เวลาศึกษา          | 90 คาบเรียนตลอด 18 สัปดาห์ ทฤษฎี 2 คาบ ปฏิบัติ 3 คาบ<br>ต่อสัปดาห์ และนักศึกษาต้องใช้เวลาค้นคว้านอกเวลา 2 ชั่วโมงต่อ<br>สัปดาห์  |
| 6. จำนวนหน่วยกิต      | 3 หน่วยกิต   |
| 7. จุดมุ่งหมายรายวิชา | 1. เข้าใจโครงสร้างและการเกิดผลึกของโลหะ<br>2. เข้าใจคุณสมบัติทางกลของโลหะ<br>3. เข้าใจแผนภาพสมดุลของโลหะ และเหล็ก-คาร์บอน<br>4. เข้าใจการเปลี่ยนรูปของโลหะ และการอบชุบโลหะด้วยความร้อน<br>5. มีทักษะในการอบชุบเหล็กกล้า<br>6. เห็นความสำคัญของโลหะวิทยาทางานอุตสาหกรรม |
| 8. คำอธิบายรายวิชา    | ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับ โครงสร้าง การเกิดผลึกของโลหะ คุณ<br>สมบัติทางกลของโลหะ แผนภาพสมดุลของสาร เหล็ก-คาร์บอน การ<br>เปลี่ยนรูปของโลหะ และการอบชุบโลหะด้วยความร้อน   |

## บทดำเนินเรื่อง

บทเรียน คอมพิวเตอร์ที่ทันสมัยกำลังรวมอยู่ในแวดวงส่วนหนึ่ง ในการดำเนิน  
การวิจัยโดยตรง ดร. กฤษกร และหน้ประสิทธิ์ศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่นำเสนอ  
สถาบันเทคโนโลยี ราชมนังคละ วิทยาลัยพระนครเหนือ

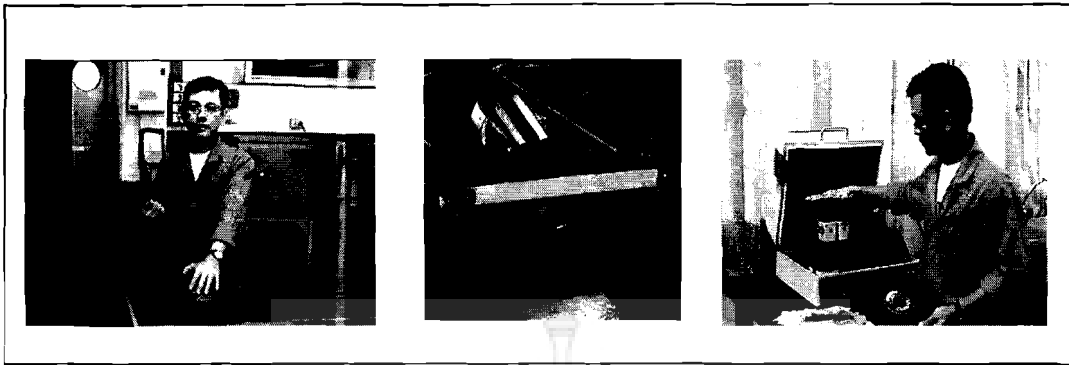


ได้รับอนุมัติให้ดำเนินกิจกรรมเมื่อวันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2547  
มีชื่อเรื่องว่า " การฝึกปฏิบัติ ในงานวิจัยโลหะวิทยา  
โดยเน้น การเตรียมชิ้นงานทดสอบ "   
จัดทำโดย นายกฤษกร จันทร์ระจาง อาจารย์ผู้สอน  
ประจำแผนกช่างโลหะ และคณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยี ราชมนังคละ วิทยาลัยพระนครเหนือ

รูปภาพ 1 : รูปผู้วิจัยนั้บรรยายบริษัท

คำบรรยาย 1 บรรยายในหัวข้อ จุดประสงค์ของการจัดทำในวิชาโลหะวิทยา

ผู้วิจัยพูดบรรยายในหัวข้อ บทนำ " สวัสดิ์ดีครับนักศึกษาและผู้สนใจทุกท่าน สำหรับสื่อการ  
เรียนการสอนชุดนี้ เป็นสื่อการเรียนการสอนใช้ประกอบกับวิชาโลหะวิทยา หรือ Metallurgy ซึ่งเป็น  
วิชาชีพพื้นฐานในหลักสูตร ปวส. คณะเทคโนโลยีการผลิต เนื้อหาวิชาประกอบไปด้วยการศึกษา แล  
บะปฏิบัติการเกี่ยวกับคุณสมบัติทางกายภาพและทางกลของโลหะ ดังนั้นสื่อการเรียนการสอนชุดนี้  
จะเน้นในด้านการเตรียมงานเพื่อการทดสอบ ขั้นตอนในการปฏิบัติงานและความปลอดภัย และที่  
เห็นอยู่นี้คือตัวอย่างชิ้นงานทดสอบที่นักศึกษาและผู้สนใจจะต้องเตรียมนำไปใช้ทดสอบคุณสมบัติ  
ต่าง ๆ ในวิชาโลหะวิทยาต่อไป



รูปภาพ 2 : รูปภาพแสดงการตัดชิ้นงานทดสอบ

### คำบรรยาย 2 บรรยายในหัวหัวข้อ การตัดชิ้นงานทดสอบ

ในการศึกษาด้านโลหะวิทยานั้น ไม่ว่าจะเป็นด้านโครงสร้าง ส่วนประสม หรือแม้แต่ คุณสมบัติต่าง ๆ ของโลหะ สิ่งหนึ่งที่ นักศึกษาจะต้องปฏิบัติ คือ การเตรียมชิ้นงานทดสอบ หรือที่เรียกโดยทั่ว ๆ ไป ว่า Specimen และสิ่งที่เห็นอยู่นี้ เป็นการเตรียมชิ้นงานทดสอบ จากภาคอุตสาหกรรม โดยบางครั้ง ต้องเตรียมจากชิ้นงานจริง โดยตัดส่วนของชิ้นงานจริงออก หรือการเตรียมชิ้นงานทดสอบ จากหน้าเตา หรือเป่าเทของโลหะ ดังนั้น ในฐานะสถานศึกษา การเตรียมชิ้นงานเหล่านี้ คงเกินความสามารถ สิ่งที่จะเตรียมได้ ต้องใช้ผลิตภัณฑ์จริง ที่ผลิตอยู่ในท้องตลาด มาจัดทำเป็น Specimen เพื่อให้ให้นักศึกษาได้ทดสอบ และทดลอง

วัสดุที่เห็นอยู่นี้ เป็นผลิตภัณฑ์ที่จัดจำหน่ายอยู่ในท้องตลาด โดยทั่ว ๆ ไป ผลิตภัณฑ์เหล่านี้ ได้ถูกกำหนดคุณสมบัติ และส่วนประสมไว้เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ดังนั้น สถานศึกษา จึงสั่งซื้อมาให้ให้นักศึกษา ได้ทดสอบปฏิบัติ ตัวอย่างชิ้นงาน เช่น SNCM 439 SCM 440 S

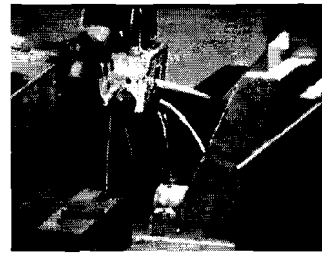
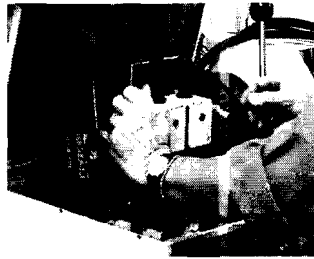
KD 11 SKD 61 Stainless steel หรือแม้แต่พวก Non ferrous เช่น Aluminum เป็นต้น สำหรับการเตรียมชิ้นงานทดสอบ ที่ใช้ในสถานศึกษาได้จากการจัดซื้อวัสดุในภาคอุตสาหกรรม ดังนั้น ชิ้นงานทดสอบจึงเป็นส่วนหนึ่งของวัสดุ การตัดเตรียมชิ้นงานทดสอบ จะตัดที่ความยาวไม่เกิน 20 มิลลิเมตร เพื่อหลีกเลี่ยงด้านโครงสร้างจุลภาค การตัดชิ้นงานทดสอบ สามารถตัดได้ 3 วิธีคือ

วิธีที่ 1 การใช้เลื่อยมือ

วิธีที่ 2 การใช้เลื่อยกล

วิธีที่ 3 การใช้เครื่องตัดกึ่งอัตโนมัติ

ต่อไปเป็นการตัดชิ้นงานทดสอบ ที่ความยาว 20 มิลลิเมตร ด้วยเลื่อยมือ



**รูปภาพ 3 :** รูปภาพแสดงการตัดชิ้นงานทดสอบ

การตัดชิ้นงานหรือ Specimen ด้วยวิธีอย่างง่าย ๆ คือการตัดด้วยเลื่อยมือผ่านพ้นไปแล้ว ต่อไปเป็นการตัดด้วยเลื่อยกลซึ่งจะขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า การประกอบใบเลื่อยที่สำคัญต้องใส่ฟันเลื่อยไปด้านหน้า ใบเลื่อยเป็นแบบ High Speed ซึ่งใช้ตัดงานได้เกือบทุกประเภท ต้องประกอบใบเลื่อยให้แน่นด้วยการปรับใบเลื่อยให้ตึง การจับชิ้นงานต้องคลายตัวล็อกชิ้นงาน วางชิ้นงานวัดขนาด ความยาวของชิ้นงานและจับชิ้นงานให้แน่น ต่อไปเปิดเครื่องเลื่อยให้ตัดชิ้นงาน

เลื่อยจักรกลอีกประเภทหนึ่ง คือ เลื่อยจักรกลกึ่งอัตโนมัติ แนวนอน ระบบสายพาน หรือ Horizontal band saw ซึ่งประกอบไปด้วยชุด Control และชุดตัด ที่หน้าปัทม์แผง Control จะประกอบไปด้วย Switch ปิด - เปิด และเป็น Switch ชุกเงิน ระบบการนับการตัดและ Switch ควบคุมระบบต่าง ๆ รวมทั้งน้ำหล่อเย็นและแสงสว่าง ชุดควบคุมชนิดของวัสดุตามระบบ JIS Materials ต่อไปเป็นการบรรจุชิ้นงานเพื่อการจับยึดชิ้นงานที่ด้านหลังของเครื่อง และกำหนดระยะการตัดหรือความยาวของการตัดด้วยมือหมุนไม่เกิน 20 มิลลิเมตร แล้วล็อกชิ้นงานให้แน่น เปิด Switch ทำการตัดชิ้นงาน ในกรณีชุกเงินเราก็สามารถตัดการทำงานได้

การตัดชนิดที่ 3 คือการตัดด้วยเครื่องกึ่งอัตโนมัติ ซึ่งการตัดครั้งนี้ต้องใช้ใบตัด โดยทั่วไปเรียกว่า ใบไฟเบอร์ ซึ่งทำจากซิลิคอน คาร์ไบด์ หรือ อลูมิเนียมออกไซด์ จะต้องประกอบใบตัดเข้ากับเครื่องตัดและจับชิ้นงานให้แน่น การทำงานของเครื่องตัด ข้อดีของเครื่องตัดชิ้นงานเหมาะกับชิ้นงานที่แข็งอย่างกรณีของดอกสว่าน ไม่สามารถเลื่อยด้วยเลื่อยกลหรือเลื่อยมือได้ มีทางเดียวจะต้องใช้ใบตัดประเภทนี้ตัดชิ้นงาน ในกรณีชิ้นงานแข็ง ๆ จะต้องใช้ใบตัดที่มีคุณลักษณะอ่อนกว่า ส่วนชิ้นงานที่อ่อนจะใช้ใบตัดที่มีความแข็งกว่า การปฏิบัติงานหลังจากประกอบชิ้นงานเข้ากับแท่นจับยึดแล้วล็อกให้แน่นเพื่อป้องกันการชิ้นงานกระเด็น ทุกครั้งที่มีการใช้งานเครื่องนี้จะต้องหล่อเย็นด้วยน้ำหล่อเย็นขณะตัดตลอดเวลา เพื่อป้องกันมิให้ชิ้นงานได้รับความร้อนจะทำให้โครงสร้างเปลี่ยนไป ทุกครั้งที่มีการตัดชิ้นงานจะต้องปิดฝาครอบเครื่องก่อนเพื่อป้องกันอันตรายจากการตัด การควบคุมการตัดด้วยการดึงคันโยกที่ติดใบตัดเข้าตัดชิ้นงาน เมื่อชิ้นงานขาดก็ผลักคันโยกกลับ เครื่องจะไม่ทำงานเลย ถ้าฝาครอบป้องกันยังไม่ได้ปิดลงมา



รูปภาพ 4 : รูปภาพแสดง การปรับผิวหน้าชิ้นงาน

### คำบรรยาย 3 บรรยายในหัวข้อ การปรับผิวหน้าชิ้นงาน

หลังจากตัดชิ้นงานทดสอบจากผลิตภัณฑ์พบว่า งานที่ตัดมาจะมีความคมทั้ง 2 ด้าน ขึ้น  
ตอนต่อไปจะต้องจัดความคมของผิวหน้างานบริเวณเหล่านี้ให้หมดไป โดย

วิธีที่ 1 คือ การใช้ตะไบ

วิธีที่ 2 คือ การใช้เครื่องกลึงเพื่อปาดผิวหน้างานให้เรียบ

สำหรับการตะไบเพื่อปรับผิวหน้าชิ้นงานให้เรียบเพื่อเป็นการลดคมนั้น ต้องพยายามปรับ  
หน้าชิ้นงานให้ตั้งฉาก ในกรณีที่สถานศึกษาไม่มีเครื่องกลึงโดยเฉพาะวิธีที่ง่ายที่สุดคือ “ การใช้  
ตะไบ” หลังจากตัดชิ้นงานตัวอย่างเรียบร้อยแล้วจะสังเกตเห็นร่องรอยของการตัดมีคมอยู่การจัด  
ความคมที่หน้าผิวหน้าชิ้นงาน อีกวิธีหนึ่งที่สะดวกและได้ระดับคือ การใช้เครื่องกลึง เครื่องกลึงที่เห็น  
อยู่นี้เป็นเครื่องกลึงกึ่งอัตโนมัติซึ่งประกอบด้วย แท่นสว่าน แท่นกลึง และที่เห็นอยู่นี้เป็นหัวจับ  
แบบ 3 จับ ป้อมมิด และ ยันศูนย์ท้าย

ต่อไปเป็นการประกอบมิดกลึงเข้ากับป้อมมิด พยายามจับยึดมิดกลึงให้แน่นเพื่อป้องกันมิด  
กลึงกระเด็นออกจากป้อมมิด จับชิ้นงานเข้ากับ 3 จับ โดยใช้ประแจขันให้แน่น หลังจากนั้นปรับ  
ป้อมมิดให้พร้อมใช้งาน การควบคุมเครื่องกลึงเป็นการควบคุมด้วยมือ ในขณะที่ปฏิบัติพึงระวังเศษ  
กลึงกระเด็นเข้าตาได้ ผู้ปฏิบัติงานควรสวมแว่นตานิรภัยเพื่อป้องกันเศษชิ้นกลึง หลังจากปาดผิวหน้า  
งานเรียบร้อยแล้วต้องลบคมที่ขอบชิ้นงานด้วย การลบคมคือการปรับมิดกลึงให้มีมุม 30 - 45 องศา  
กับขอบชิ้นงาน จะเห็นว่า การปาดหน้าและลบคมชิ้นงานทดสอบเสร็จสิ้น



รูปภาพ 5 : รูปแสดงการทำตัวเรือนเย็น

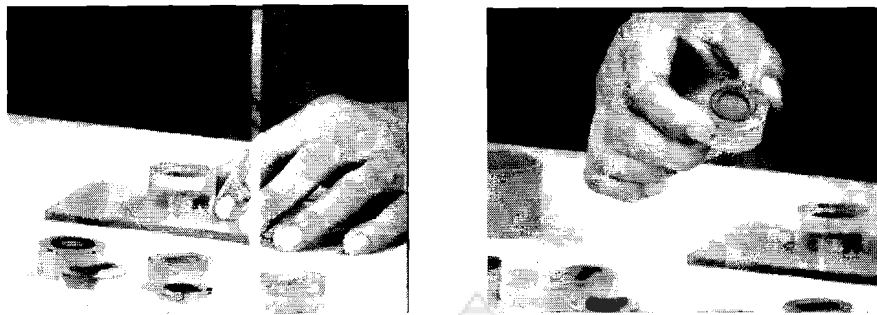
#### คำบรรยาย 4 บรรยายในหัวข้อ การทำตัวเรือนเย็น

หลังจากเตรียมชิ้นงานทดสอบเรียบร้อยแล้ว เราสามารถนำชิ้นงานไปทดสอบกับกระบวนการทดสอบอื่น ๆ ได้สะดวกแต่ถ้าในกรณีของชิ้นงานทดสอบที่เป็นชิ้นเล็ก ๆ หรือจากส่วนของผลิตภัณฑ์จริงในโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งอาจจะมีการตัด ทำลายชิ้นงานเพื่อแยกชิ้นงานเพื่อมาทำการทดสอบ ดังตัวอย่างที่เห็นเป็นชิ้นงานทดสอบได้เช่นกันแต่ความสะดวกในการดำเนินการในขั้นต่อไป ไม่สะดวกนักจึงต้องอาศัยการเสริมขนาดโดยการนำไปทำตัวเรือน สำหรับการทำตัวเรือนเพื่อช่วยในการจับยึดชิ้นงานให้สะดวกในการปฏิบัติงานต่อไป เราจะแยกการทำตัวเรือนออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. การทำตัวเรือนแบบร้อน
2. การทำตัวเรือนแบบเย็น

ที่เห็นอยู่นี้เป็นการทำตัวเรือนแบบเย็นซึ่งประกอบไปด้วยชิ้นงานง่าย ๆ ได้แก่ท่อ pvc หรือท่อประปา เราจะเอาบางส่วนของท่อประปามาทำเป็นปลอกตัวเรือนได้ วิธีการง่าย ๆ คือ การพันกระดาษเพื่อกำหนดเส้นขอบที่จะตัดระยะการตัดประมาณ 30 มิลลิเมตร หรือให้ยาวกว่า 20 มิลลิเมตรขึ้นไป จากนั้นขีดเส้นรอบกระบอกรูป pvc กำหนดจุดตัดและเลื่อยด้วยเลื่อยมือ เราจะได้กระบอกรูปตัวเรือนเย็นแบบง่าย ๆ การทำตัวเรือนเย็นควรมีสถูกรอง และฐานรองที่ดีที่สุด คือ กระดาษ สำหรับการปฏิบัติงาน ต้องหาสารหล่อลื่นที่บริเวณกระจก เพื่อความสะดวกในการแกะชิ้นงานออก ในที่นี้จะใช้ วาสลินเป็นสารหล่อลื่นทาบริเวณกระจกให้ทั่วและในกระบอกรูป pvc ด้วย ชิ้นงานที่จะทำการทำตัวเรือนนำมาบรรจุลงบนฐานรองเอากระบอกรูปรอบ พื้นที่ที่เหลือในกระบอกรูปกับชิ้นงานเพื่อไว้ประมาณ 50 % เพื่อให้มีเนื้อที่ในการจับยึดและเพิ่มความแข็งแรง การทดสอบเหลวประเภท เรซินลงไปเคลือบ

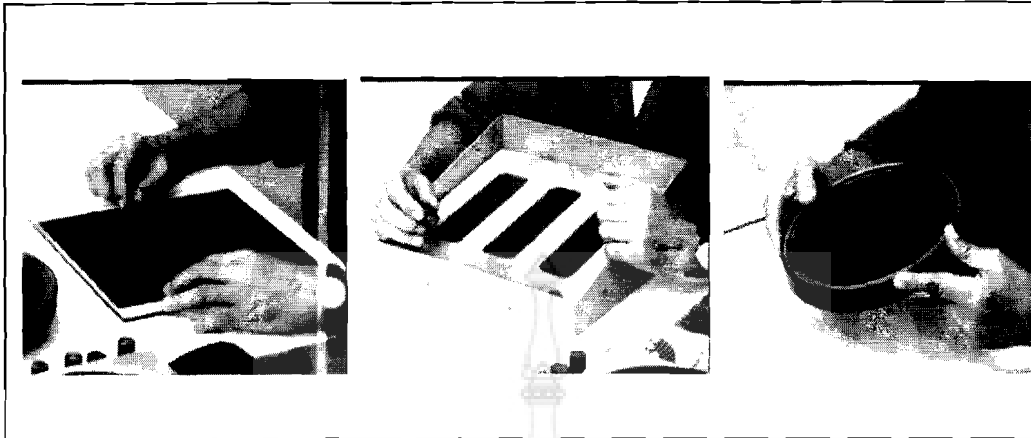




รูปภาพ 6 : รูปแสดงการทำตัวเรือนเย็น

ในชิ้นงานนั้นที่สำคัญกระบอกจะต้องไม่ทำให้เรซินรั่วออกมาได้ วิธีป้องกันการรั่วของ เรซิน คือ การใช้ดินน้ำมันกดบริเวณรอบ ๆ กระบอก pvc เมื่อยาดินน้ำมันรอบฐานเรียบร้อยแล้วก็จัดชิ้นงานให้อยู่ในตำแหน่งกึ่งกลางของกระบอก การเตรียมสารเรซินที่ใช้เทหุ้มชิ้นงาน โดยทั่วไปประกอบ ด้วยวัสดุ 2 ส่วนคือ เรซิน และตัวที่ทำให้แข็ง ( Hardener ) โดยปกติการผสม Hardener ในเรซินจะ ผสมประมาณ 1-2 % ตัวอย่างชิ้นงานนี้ประมาณ 4 -6 หยดเท่านั้น

การเตรียมเรซิน เพื่อการทำตัวเรือนแบบเย็น ภาชนะที่ใช้ผสมต้องสะอาดบรรจุปริมาณเรซิน ได้เพียงพอนำ Hardener หยดผสมลงไปใ้ในกระบอก และคนให้เข้ากันดีเสียก่อน พยายามอย่าให้ เกิดฟองอากาศและค้อย ๆ เพลงไปในกระบอกที่เตรียมไว้ กระบอกจะมีความสูงกว่าปริมาณเรซิน ที่ เทเพื่อป้องกันการล้น ดังนั้นการตัวเรือนแบบเย็น ช่วงนี้ต้องรอจนกว่าเรซินแข็งตัว อย่างน้อยๆ ประมาณ 30 นาที หลังจากเวลาผ่านไปจนกระทั่งเรซินแข็งตัวสมบูรณ์แล้ว ก็เป็นการแกะเรซินออก จากกระบอก pvc โดยการแกะดินน้ำมันที่ติดอยู่รอบ ๆ แล้วดึงท่อ pvc ออก จะพบว่าชิ้นงานที่หุ้ม ด้วยเรซินเสร็จเรียบร้อยแล้ว พร้อมทั้งจะแกะออกจากกระบอก และตกแต่งให้เป็นชิ้นงานตัวอย่างชนิด การทำตัวเรือนแบบเย็น และที่เห็นอยู่นี้เป็นชิ้นงานตัวอย่าง การทำตัวเรือนแบบเย็นโดยใช้ขั้นตอน เหมือนกับวิธีที่กล่าวมาแล้ว



รูปภาพ 7 : รูปแสดงการเตรียมอุปกรณ์ในการขัดผิวหน้าชิ้นงาน

#### คำบรรยาย 5 บรรยายในหัวข้อ การเตรียมอุปกรณ์ในการขัดผิวหน้าชิ้นงาน

หลังจากเตรียมผิวหน้างานจะด้วยการตะไบ หรือกลึงปาดหน้าให้เรียบพร้อมลคมเรียบร้อย แล้วชิ้นงานทุกชิ้นต้องกำหนดหมายเลข เพื่อป้องกันการสับสนโดยใช้อุปกรณ์ดอกหมายเลข ให้ทำด้านตรงข้ามกับผิวหน้างานที่จะทดสอบโครงสร้างจุลภาค จากนั้นก็เป็นการเตรียมกระดาษทราย เพื่อใช้ในการขัดผิวหน้างาน กระดาษทรายที่ผลิตใช้ในงานอุตสาหกรรมมีหลากหลาย ที่เห็นอยู่นี้ เมื่อพิจารณาที่หน้าของจะเขียนไว้ว่า Water Proof Abrasive Paper หมายความว่า กระดาษทราย ชุดนี้ป้องกันน้ำใช้ได้โดยไม่ต้องกลัวว่า กระดาษทรายจะเปียกน้ำ ในแต่ละยี่ห้อจะเขียนข้อมูลในทำนองเดียวกันและมักจะลงท้ายว่า ซิลิคอนคาร์ไบด์หมายถึง วัสดุที่ใช้ทำกระดาษทรายชุดนี้ทำจากซิลิคอนคาร์ไบด์

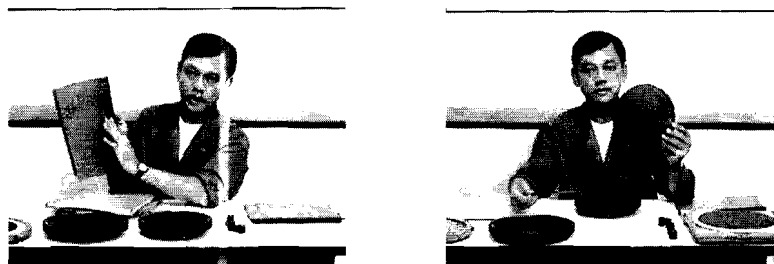
ต่อไปเป็นการพิจารณากระดาษทรายภายในช่องที่เห็นอยู่นี้ที่ข้างของเขียนว่า 60 หมายถึง ใน 1 ช่องบรรจุกระดาษทราย 60 แผ่น เบอร์กระดาษทรายคือเบอร์ 500 และเมื่อดึงกระดาษทรายออกจากช่องที่ด้านหลังกระดาษทรายก็จะเขียนเบอร์ 500 เช่นกันและผิวของเม็ดทรายค่อนข้างละเอียด ในการเตรียมขัดผิวหน้างานซึ่งแบ่งระดับการตัดออกเป็น 3 ระดับ คือ

ระดับ 1 ขัดหยาบหรือขัดระนาบ

ระดับ 2 การขัดละเอียด

ระดับ 3 การขัดผิวมันหรือขัดมัน

การใช้กระดาษทรายขัดผิวหน้างาน เริ่มจากการขัดระนาบก่อนโดยใช้กระดาษทรายเบอร์ต่ำ และผิวหยาบ ตัวอย่างเช่นกระดาษทรายเบอร์ 180 และเมื่อขัดผิวหน้างานด้วยเบอร์ 180 เรียบร้อย



รูปภาพ 8 : รูปแสดงการเตรียมอุปกรณ์ในการตัดผิวหน้าชิ้นงาน

แล้ว ก็จะมาด้วยเบอร์ 220 และ เบอร์320 เบอร์ 400 เบอร์ 600 ตามลำดับ โดยทั่วไปการเพิ่มเบอร์ของกระดาษทรายแต่ละครั้งอาจจะเพิ่มครั้งละ 200 ก็ได้ เช่น จากเบอร์ 600 เป็น เบอร์ 800 เบอร์1000 และเบอร์ 1200 เป็นต้น นี่คือการเตรียมกระดาษทรายให้ตัดผิวหน้างานเบื้องต้นก่อนการขัดมัน ระดับต่อไปเป็นการเตรียมกระดาษทรายที่ใช้ในการปฏิบัติซึ่งอาจจะแบ่งกระดาษทรายออกเป็น 2 ส่วนเพื่อสะดวกในการทำงานเป็นรายบุคคล

ขั้นตอนในการขัด เริ่มจากการขัดหยาบหรือขัดระนาบ โดยอาศัยกระดาษเป็นแผ่นรองเพราะกระดาษมีผิวมันและเรียบ นำกระดาษทรายวางบนกระดาษระนาบ การขัดเป็นการขัดด้วยมือ ถ้ามีอุปกรณ์ช่วยในการขัด เช่นเครื่องซึ่งมีจานรองการขัด ประกอบด้วยจานรองและตัวล้อคงานกับกระดาษทรายให้ติดกัน ดังนั้นกระดาษทรายที่เตรียมไว้จะต้องตัดให้มีขนาดเท่ากับจานรองนำมาบรรจุเข้ากับจานรองขัดแล้วล้อคให้แน่น ส่วนการขัดมันหรือขัดผิวมันซึ่งเป็นขั้นตอนสุดท้ายจะใช้ผ้าสักหลาดหรือกำมะหยี่แทนกระดาษทรายขัดชิ้นงาน ก่อนจะนำไปกัดกรด และส่องดูโครงสร้างเป็นลำดับต่อไป

กรณีการขัดชิ้นงานด้วยมือ และมีอุปกรณ์เป็นแท่นรองรับ แท่นนี้ต้องมีระนาบรองรับระนาบที่ใช้ก็คือกระดาษ ใช้กระดาษทรายทั้งแผ่นวางลงบนกระดาษ นำแผ่นปิดมาทับบนกระดาษทรายเพื่อรองรับการขัดต่อไป การขัดด้วยแท่นรองจะมีรองขัดจะใช้รองขัดใดก็ได้ ทุกครั้งที่ขัดผิวหน้างานในแต่ละรอบ ลายในการขัดจะปรากฏที่ผิวหน้าชิ้นงาน การเปลี่ยนกระดาษทรายแต่ละครั้งจะเปลี่ยนกระดาษที่มีความละเอียดเพิ่มขึ้น 1 เบอร์ เช่น จากเบอร์ 180 เป็น 220 ชิ้นงานทดสอบที่ขัดให้หมุนไปเป็นมุม 90 องศา และทำการขัดเหมือนขั้นตอนแรก เพื่อให้ร่องรอยของการตัดสลับกัน ดังนั้นการเปลี่ยนกระดาษทรายแต่ละครั้ง จะทำควบคู่ไปกับการหมุนชิ้นงานไป 90 องศาด้วย ขั้นตอนการขัดด้วยกระดาษทรายจะสิ้นสุดที่เบอร์ 1000 หรือ 1200 จากนั้นก็เป็นการขัดผิวมันด้วยสักหลาด ซึ่งจะเห็นว่าสักหลาดไม่มีผงขัด จึงจำเป็นต้องนำผงขัดมาช่วยในการขัดผิวหน้างาน ในช่วงสุดท้ายผงขัดอาจจะ เป็น ผงขัดเพชร หรือผงอะลูมินา วิธีใช้ จะใช้โรยลงบนจานขัดหรือผสมน้ำใช้ในขณะหมุนทำการขัดไปด้วยก็ได้ ดังนั้นขั้นสุดท้ายของชิ้นงาน ก็จะนำไปขัดกรดจะต้องผ่านขั้นตอนการขัดผิวมันด้วยผ้าสักหลาด และผงขัด



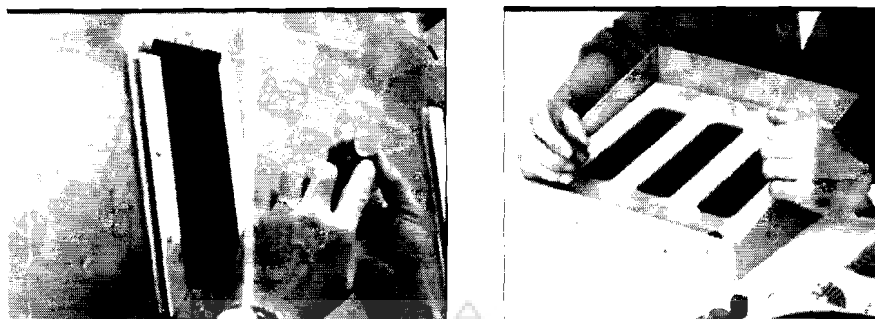
รูปภาพ 9 : รูปภาพแสดงการปฏิบัติงานขัดผิวหน้าขึ้นงาน

#### คำบรรยาย 6 บรรยายในหัวข้อเรื่องการปฏิบัติงานขัดผิวหน้าขึ้นงาน

หลังจากเรียนรู้การขัดเบื้องต้นมาแล้ว ช่วงนี้เป็นการปฏิบัติงานจริงโดยการเตรียมผิวหน้าขึ้นงานสำหรับการทดสอบโดยการขัดมือ โดยอาศัยแท่นรองการขัดกระดาษทราย ถ้ามีกระดาษทรายทั้งแผ่นโดยไม่ได้แบ่งส่วน สามารถประกอบใช้งานขัดได้ แต่ถ้าได้กระดาษทรายที่แบ่งส่วนมาแล้วก็ยังสามารถใช้งานได้เช่นกัน โดยการประกอบกระดาษทรายเข้าในตำแหน่งที่ใช้งาน โดยเริ่มจากเบอร์หยาบที่สุดก่อน พร้อมกับยกแท่นรองไปวางในตำแหน่งรองรับน้ำ ให้ไหลผ่านตำแหน่งที่จะขัดงาน ขั้นตอนการขัด โดยการจับชิ้นงานแล้วให้ขัดขึ้นหรือขัดลง ในทิศทางเดียวกันเมื่อสุดช่วงขัด ให้ยกชิ้นงานแล้วกลับมาตั้งต้นใหม่ ที่ตำแหน่งเดิมห้ามหมุนชิ้นงาน ขัดผิวหน้าขึ้นงานจนกว่าชิ้นงานจะเกิดเส้นการขัดไปในทิศทางเดียวกันหมดทั้งพื้นที่ สำหรับน้ำที่เปิดให้ควบคุมความแรง เพื่อป้องกันการกระเด็นและลดความสิ้นเปลืองของน้ำ และอย่าเปิดน้ำอ่อนจนไม่สามารถไล่เศษการขัดที่ติดกับกระดาษทรายออกได้ เพราะน้ำจะช่วยชำระล้างผงขัดที่ติดค้าง และเศษที่ขัดแล้วออกไป ดังนั้นการขัดแต่ละครั้งขอให้ขัดไปทางทิศทางเดียว จนกว่ามีลายขัดขึ้นที่ผิวหน้าขึ้นงานทั้งหมดจึงเปลี่ยนเบอร์กระดาษทรายใหม่ พร้อมหมุนชิ้นงาน 90 องศา จึงขัดต่อลายขวางกับลายเดิม

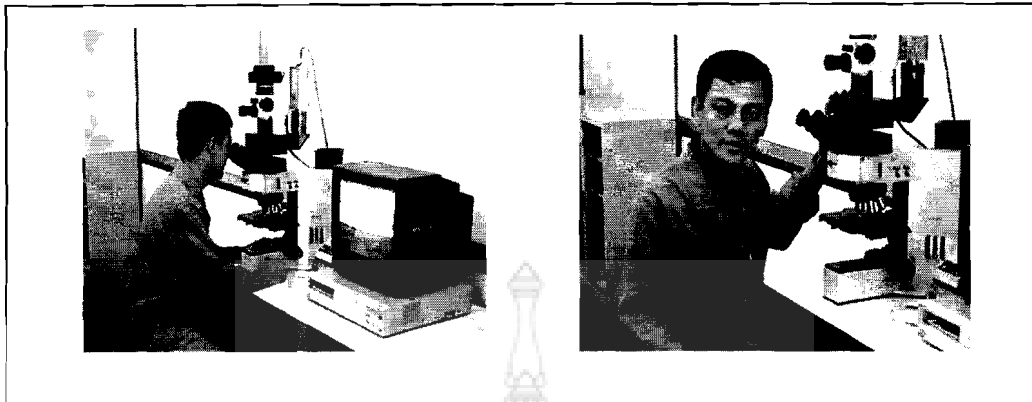
การขัดด้วยโต๊ะขัดงานที่เห็นอยู่นี้ เป็นโต๊ะสำหรับขัดผิวหน้างานโดยเฉพาะ มีก๊อมน้ำเพื่อระบายผงขัด ขั้นตอนการขัดขึ้นงานเหมือนกับการขัดด้วยแท่น ข้อดีของโต๊ะขัดประเภทนี้ จะสิ้นเปลืองน้ำน้อยเพราะใช้ระบบน้ำหมุนเวียน เมื่อเลิกขัดขึ้นงานแล้วจึงปล่อยน้ำที่ทิ้งไป

การขัดด้วยเครื่องขัด ที่เห็นอยู่นี้เป็นเครื่องขัด 2 จาน ซึ่งจะช่วยให้แรงการขัดไปได้มากกว่าที่เดียวแทนที่จะใช้มือในการขัด เครื่องจะหมุนจานกระดาษทราย ผู้ปฏิบัติงานจะทำหน้าที่เพียงจับ



รูปภาพ 10 : รูปภาพแสดงการปฏิบัติงานขัดผิวน้ำขึ้นงาน

ขึ้นงานให้แน่นแค่นั้น เครื่องจะทำหน้าที่ขัดแทน งานขัด 2 งานจะหมุนทำงานไปพร้อม ๆ กัน ความเร็วรอบของการขัดทั้งชนิดงานเดี่ยว และงานคู่ ส่วนใหญ่จะประกอบไปด้วย สวิตช์เปิด-ปิดที่มีความเร็ว 2 ระดับ ขั้นตอนการทำงานด้วยเครื่องขัด เริ่มจากการเปิดน้ำที่แรงดันพอเหมาะ เปิดสวิตช์ไฟ ให้เครื่องทำงานโดย เลือกความเร็วรอบที่ขัด และนำชิ้นงานลงขัดโดยวางชิ้นงานลงบนงานที่มีกระดาษทรายติดอยู่ ไม่ต้องออกแรงกดชิ้นงานมากนัก ใช้น้ำหล่อเลี้ยงตลอดเวลาเพื่อป้องกันชิ้นงานร้อน และเป็นการไล่เศษที่ติดค้างที่หน้ากระดาษทรายออก เมื่อขัดไประยะหนึ่งพิจารณาชิ้นงานดูร่องรอยการขัด ถ้าได้ก็เปลี่ยนกระดาษทรายเบอร์ละเอียดต่อไป และในการเปลี่ยนกระดาษทรายแต่ละครั้ง จะทำควบคู่ไปกับการหมุนชิ้นงาน 90 องศาเช่นเดิม การขัดขั้นสุดท้าย โดยใช้กำมหยีหรือผ้าสักหลาดพร้อม ด้วยผงขัดอลูมินา ทำการขัดเหมือนขั้นตอนที่ผ่านมา จนได้ผิวน้ำขึ้นงานที่เรียบและมัน ก่อนจะนำไปกัดกรด และนำไปทดสอบโครงสร้างจุลภาคต่อไป



รูปภาพ 11 : รูปภาพแสดงการอธิบายบทสรุป

#### คำบรรยาย 7 บรรยายในหัวข้อบทสรุป

ในวิชาโลหวิทยา กระบวนการที่เตรียมชิ้นงานนั้นจะสิ้นสุด ด้วยวิธีการขัดผิวมัน แต่ในกระบวนการทางด้านโครงสร้างจุลภาค จะต้องมีต่อไปอีก จะเห็นว่าชุดสื่อการเรียนการสอนชุดนี้ จะเป็นแต่เรื่องการเตรียมชิ้นงานทดสอบเบื้องต้นเท่านั้น การดูโครงสร้าง การวิเคราะห์ โดยอาศัยกล้องจุลทรรศน์หรือกล้องไมโครสโคป จะเป็นขั้นตอนในลำดับต่อไป ซึ่งจะต้องจัดเตรียมและถ่ายทำชุดการเรียนการสอนขึ้นใหม่เพิ่มเติม เรื่องราวที่ผ่านมาจะเห็นว่า มีการเตรียมตั้งแต่การตัดชิ้นงานทั้งการตัดด้วยมือ ด้วยเลื่อยกลและด้วยเครื่องตัดกึ่งอัตโนมัติ พร้อมกับการเตรียมชิ้นงาน โดยการทำให้เรียบเนียน จนกระทั่งการเตรียมผิวหน้างาน โดยการขัดด้วยกระดาษทราย ทั้งการขัดด้วยมือและการขัดด้วยเครื่องขัด เป็นการเตรียมเบื้องต้นเท่านั้น เพื่อให้สอดคล้องกับการดูโครงสร้างจุลภาคต่อไป