

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเขียนแบบเฟืองตรงฟันโค้ง  
อินโวลูท

COMPUTER - ASSISTED INSTRUCTION ON INVOLUTE  
TEETH SPUR GEAR DRAFTING



เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน 49581  
วัน, เดือน, ปี 24 ก.พ. 2547

.b.....  
.i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวและเทคนิคศึกษา  
บัณฑิตวิทยาลัย  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งาน ISBN 974-324-891-9 อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COMPUTER - ASSISTED INSTRUCTION ON INVOLUTE TEETH  
SPUR GEAR DRAFTING



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF INDUSTRIAL EDUCATION PROGRAM EDUCATIONAL TECHNOLOGY  
IN VOCATIONAL AND TECHNICAL EDUCATION  
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2003

ISBN 974-324-891-9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2003

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเขียนแบบเฟืองตรง  
ฟันโค้งอินโวลูท

นักศึกษา

นาง ไทรแก้ว กลิ่นคำ

รหัสประจำตัว

44064521

ปริญญา

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชา

เทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา

พ.ศ.

2546

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรรถพร ฤทธิเกิด

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี

### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การเขียนแบบเฟืองตรงฟันโค้งอินโวลูท ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 80:80 และเพื่อที่จะเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่าง การเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับวิธีการสอนแบบปกติ โดยตั้งสมมติฐานว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าวิธีการสอนแบบปกติ

กลุ่มตัวอย่างได้มาจากการสุ่มอย่างง่ายจำนวน 40 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 คือ กลุ่มที่ใช้หาประสิทธิภาพและการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำนวน 20 คน และกลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มที่ใช้สำหรับการเรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ จำนวน 20 คน

ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น มีค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 85.25:82.50 และผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการเรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ จะพบว่า ค่า  $t$  ที่คำนวณได้เท่ากับ 2.24 เมื่อเปรียบเทียบค่า  $t$  ในตาราง  $t$  เท่ากับ 1.69 ซึ่งหมายความว่า นักศึกษาที่เรียนโดยการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักศึกษาที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Thesis Title	Computer-Assisted Instruction on Involute Teeth Spur Gear Drafting
Student	Mrs.Sraikaew Klinkum
Student ID.	44064521
Degree	Master of Industrial Education
Programme	Educational Technology in Vocational and Technical Education
Year	2003
Thesis Advisor	Assistant Professor Attaporn Ridhikerd
Thesis Co-Advisor	Dr. Sirirat Petsangsri

## ABSTRACT

The purposes of this study was to construct and to find the efficiency of the Computer-Assisted Instruction on Involute Teeth Spur Gear Drafting in compliance with the defined standard norms of 80:80, and to compare the learning achievement between students who studied with Computer-Assisted Instruction and a traditional setting. The hypothesis of this study was that the learning achievements of the experimental groups instructed by using Computer-Assisted Instruction was higher than that of a traditional setting.

The samples were randomly selected from 80 students by using simple random sampling method. The total number of the subjects in this study were 40 students. Group 1 was consisted of 20 students to test the efficiency of Computer-Assisted Instruction. Group 2 was comprising of 20 students to learn with a traditional setting.

The results of this study was as follows:

1. The Computer-Assisted Instruction constructed by the researcher had the efficiency value in compliance with the defined norms of 85.25:82.50.

2. In comparison of learning achievement between the Computer-Assisted Instruction and a traditional setting. It was found that subjects studying with Computer-Assisted Instruction had significantly higher achievement scores than subjects studying with traditional learning method at .05 statistical level.

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์สำเร็จได้ก็ด้วยความอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์ รศ.ดร.สุพิทย์ กาญจนพันธ์ ผศ.อรรถพร ฤทธิเกิด ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี ดร.ฉันทนา โหมดมณี และท่านอาจารย์ ผศ.อัจฉรา สืบสินธุ์สกุลไชย ทุกท่านได้ให้คำแนะนำข้อคิดเกี่ยวกับการทำวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบแก้ไขที่ผิด ข้อบกพร่องต่างๆ และคอยดูแลติดตามการทำวิทยานิพนธ์ของผู้วิจัยมาโดยตลอดขอกราบ ขอบพระคุณอย่างสูง

ขอขอบคุณ อาจารย์ เอนก ชมฉ่ำ อาจารย์ รักชาติ แสงวงศ์ อาจารย์ อติรักษ์ กาญจนฤทัย ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือให้คำแนะนำ และตรวจสอบแก้ไข เพื่อปรับปรุง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพสูงสุด

ขอขอบคุณท่านอาจารย์ รศ.ดร.ชม กิมปาน ผศ.ดร.พิศิษฐ์ โภคารัตน์กุล อาจารย์ สมชาย เกตุพันธ์ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือให้คำแนะนำ และตรวจสอบแก้ไข เพื่อปรับปรุงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ใช้ในการวิจัยให้มีความเหมาะสมในการ เรียนการสอน

ขอขอบคุณท่านผู้อำนวยการ สุรศักดิ์ ศรีน้อย วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษก มหานคร บึงใหญ่ มีนบุรี กรุงเทพมหานคร ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ทั้งบุคลากรและสถานที่ เพื่อใช้ในการ ทดลองในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ผู้เป็นที่เคารพยิ่งรวมทั้ง พี่สาวและครอบครัวที่ได้ให้กำลังใจ ต่อผู้วิจัยอย่างใกล้ชิดตลอดมา

ขอขอบคุณ เพื่อนๆและบุคคลที่ผู้วิจัยมิได้กล่าวไว้ในที่นี้ที่ให้การสนับสนุน ตลอดจนให้ความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ งานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ ที่เป็นผลจากวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยขอมอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ไทรแก้ว กลิ่นคำ

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 สมมติฐานของการวิจัย.....	3
1.4 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	4
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	4
1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น.....	5
1.7 คำนิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 ขอบข่ายเนื้อหาวิชาเขียนแบบเครื่องกล.....	7
2.2 ความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	9
2.3 หลักการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	11
2.4 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	18
2.5 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	22
2.6 หลักการสร้างและหาคุณภาพแบบทดสอบ.....	24
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	35
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	39
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	39
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	40

เอกสารนี้เป็นเอกสาร 3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	47
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	48
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	50
<b>บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....</b>	<b>54</b>
4.1 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	54
4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้บทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มที่เรียนโดยการสอนปกติ.....	56
<b>บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย ข้อเสนอแนะ และอภิปรายผล.....</b>	<b>57</b>
5.1 วัตถุประสงค์การวิจัย.....	57
5.2 สมมติฐานการวิจัย.....	57
5.3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	58
5.4 สรุปผลการวิจัย.....	59
5.5 อภิปรายผลการวิจัย.....	59
5.6 ข้อเสนอแนะ.....	61
<b>บรรณานุกรม.....</b>	<b>63</b>
<b>ภาคผนวก.....</b>	<b>67</b>
ภาคผนวก ก หนังสือราชการต่าง ๆ.....	68
ภาคผนวก ข แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	76
ภาคผนวก ค รายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติที่เกี่ยวข้อง.....	89
ภาคผนวก ง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	106
ภาคผนวก จ แผนการสอน,หน่วยการสอน, เนื้อหาวิชา.....	119
ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	139

# สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1	เกณฑ์การตีความหมายของการแสดงความคิดเห็น.....41
3.2	แสดงการวิเคราะห์หัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อสร้างแบบทดสอบ 40 ข้อ.....45
4.1	ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกลุ่มทดลองที่ 1.....55
4.2	ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้บทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ.....56
ข.1	ประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหา.....78
ข.2	ประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ.....79
ข.3	ตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมแบบทดสอบ (1).....85
ข.4	ตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมแบบทดสอบ (2) จุดทศนิยม.....87
ข.5	ตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมแบบทดสอบ (3) ปรับตัวเลขจำนวนเต็ม.....88
ค.1	วิเคราะห์ค่าความสอดคล้องกับหัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 20 ข้อ.....90
ค.2	แสดงคะแนนจากการทดลองใช้ (Tryout) เพื่อทดลองหาคุณภาพของแบบฝึกหัด เรื่อง การเขียนแบบเฟืองตรงฟันโค้งอินโวลูท.....91
ค.3	แสดงค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) ค่าเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ) แบบฝึกหัด เรื่อง การเขียนแบบเฟืองตรงฟันโค้งอินโวลูท.....92
ค.4	แสดงคะแนนจากการทดลองใช้ (Tryout) เพื่อทดลองหาคุณภาพของแบบทดสอบ เรื่อง การเขียนแบบเฟืองตรงฟันโค้งอินโวลูท.....94
ค.5	แสดงค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) ค่าเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ) แบบทดสอบ เรื่อง การเขียนแบบเฟืองตรงฟันโค้งอินโวลูท.....95
ค.6	แสดงคะแนนการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเขียนแบบเฟืองตรงฟันโค้งอินโวลูท.....97
ค.7	ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบหนึ่งต่อหนึ่ง.....99
ค.8	ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกลุ่มเล็ก.....99
ค.9	แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่ม เรื่อง การเขียนแบบเฟืองตรงฟันโค้งอินโวลูท.....100
ค.10	แสดงคะแนนวิเคราะห์แบบประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหาทั้งหมด 3 ท่าน.....103
ค.11	แสดงคะแนนวิเคราะห์แบบประเมินสื่อการสอนด้านสื่อทั้งหมด 3 ท่าน.....104

เอกสารนี้สงวนลิขสิทธิ์โดยผู้จัดทำ (ประเมินด้านเนื้อหา) อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ง.2 ตารางแยกข้อสอบตามจุดประสงค์การเรียนรู้.....	108
ง.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเขียนแบบเฟืองตรงฟันค้ำงอินโวลูท..	109
ง.4 เฉลยคำตอบข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 20 ข้อ.....	113
ง.5 แบบฝึกหัดวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเขียนแบบเฟืองตรงฟันค้ำงอินโวลูท....	114
ง.6 เฉลยคำตอบข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 20 ข้อ.....	118
จ.1 ขนาดโมดูล.....	130
จ.2 ตารางการคำนวณเฟือง.....	135



# สารบัญญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แผนภาพแสดงลำดับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	15
2.2 โครงสร้างบทเรียนโปรแกรมชนิดเส้นตรง.....	15
2.3 โครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ชนิดสาขา.....	16
2.4 แผนภาพแสดงลำดับขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	20
3.1 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	43
จ.1 การทำงานของเฟืองตรง.....	123
จ.2 ลักษณะของฟันโค้งเฟือง.....	123
จ.3 เฟืองตรง.....	124
จ.4 เฟืองภายใน.....	125
จ.5 เฟืองเฉียง.....	125
จ.6 เฟืองก้านปลา.....	126
จ.7 เฟืองดอกจอก.....	126
จ.8 เฟืองหนอน.....	127
จ.9 เฟืองสะพาน.....	127
จ.10 รูปร่างของเฟืองตรง.....	128
จ.11 ลักษณะของโค้ง Involute.....	129
จ.12 ไม้ที (T – Square).....	131
จ.13 ขนาดไล่และดินสอเขียนแบบ.....	131
จ.14 ฉากสามเหลี่ยม (Set square).....	132
จ.15 ชุดเครื่องมือเขียนแบบ.....	132
จ.16 แผ่นทำโค้ง (French Curves).....	133
จ.17 การกำหนดขนาดไว้บนภาพด้านข้าง.....	133
จ.18 เส้นที่ใช้เขียนแบบ.....	134
จ.19 สร้างวงกลมเขียนเฟือง.....	136
จ. 20 เขียนเส้น Pressure line.....	136
จ. 21 การแบ่งวงกลม.....	137
จ. 22 เขียนส่วนโค้งฟันเฟือง.....	137

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดก็ตาม ห้ามนำไปดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การทำงานด้านอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนเครื่องกลทุกชนิดจะต้องอาศัยการใช้แบบงานเป็นหลักสำคัญในการทำงานไม่ว่าจะเป็นการสร้าง การติดตั้ง การซ่อมแซมเครื่องจักรกล เครื่องมือกลที่เป็นอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการทำงานด้านการผลิตช่างต้องมีความรู้ความสามารถในการอ่านแบบงานได้ แต่ถ้าไม่มีความรู้เรื่องการอ่านแบบงานจะเป็นช่างที่ดียวาก เพราะการอ่านแบบงานได้ก็คือผู้ส่งงานนั่นเอง ชิ้นส่วนเครื่องกลที่ผู้วิจัยกล่าวถึงก็คือ เฟืองตรงที่มีฟันโค้งอินโวลูท การทำงานของเครื่องจักรกลจะต้องหมุนด้วยความเร็วรอบเพื่อส่งกำลังหมุนขับเคลื่อนกำลังขับของฟันเฟืองเป็นการส่งแบบบังคับ เพราะฟันเฟืองนั้นจะต้องขบกันอยู่ฟันต่อฟันเมื่อเฟืองหนึ่งขับอีกเฟืองหนึ่งตาม (บุญญศักดิ์ ใจจงกิจ. 2518 : 210) ก่อนจะทำการผลิตเฟืองตรงจะต้องทำการออกแบบและเขียนแบบเฟืองตรงลงในกระดาษก่อน แล้วจึงนำแบบงานนี้ไปอ่านอย่างละเอียดโดยเฉพาะฟันเฟืองเป็นแบบไหนก่อนลงมือทำการผลิตงานนี้ หลักการเขียนแบบเฟืองตรงฟันโค้งอินโวลูท จะต้องมีการคำนวณและการเขียนแบบฟันเฟืองตรงนี้มี 2 วิธี คือ 1. วิธีใช้เส้นโค้ง Cycloid gear 2. วิธีใช้เส้นโค้ง Involute gear แบ่งได้ 2 แบบ ฟันแบบ DP.ระบบอเมริกันและฟันโค้งอินโวลูท ระบบยุโรป (ธัญญลักษณ์ ก้องสมุท. 2535 : 08)

วิธีการเขียนแบบเฟืองตรงฟันโค้งอินโวลูทตามวิทยาลัยเทคนิคต่างๆ ก็ยังขาดมาตรฐานด้านวิชาการเขียนแบบอยู่มากเนื่องจากหนังสือหรือตำราเรียนการเขียนแบบเฟืองตรงฟันโค้งอินโวลูทที่ใช้ในการค้นคว้านั้นมีน้อย วิทยาลัยเทคนิคต่าง ๆ ที่สังกัดกรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ได้เปิดทำการเรียนการสอนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2540 พัฒนาให้สอดคล้องกับแผนการศึกษาแห่งชาติ ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชา ช่างเขียนแบบเครื่องกล ได้เปิดรับผู้ที่จบชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.6) เข้าศึกษาต่อระดับนี้ ต้องเรียนรายวิชาปรับพื้นฐานวิชาชีพ (หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช. 2540 : 10-4) ได้เปิดสอนวิชาเขียนแบบเครื่องกล รหัสวิชา 21000101 โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อให้ให้นักศึกษาเมื่อเรียนวิชานี้แล้วสามารถที่จะรู้วิชาการเขียนแบบเฟืองตรงฟันโค้งอินโวลูทได้ พิจารณาวินิจฉัยเขียนแบบเฟืองตรงฟันโค้งอินโวลูทได้ตามลักษณะงานที่กำหนดขึ้นมา ตามแบบและตระหนักถึงความสำคัญในการรักษาคุณภาพแบบงานที่กำหนด ซึ่งในหลักสูตรดังกล่าวได้ใช้ชื่อวิชาว่า " เขียนแบบเครื่องกล 1 รหัสวิชา 21000101 " ต่อมากรมอาชีวศึกษาได้ทำการปรับปรุงหลักสูตรในปีการศึกษา 2544 ได้ให้ชื่อวิชาใหม่ว่า " เขียนแบบเครื่องกล รหัสวิชา 01100001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

"ผู้วิจัยได้ทำการสอนวิชาดังกล่าวตลอดมาจนถึงปัจจุบัน ในการดำเนินการสอนได้ใช้สื่อการสอนประเภท ภาพ แผ่นใส และ ชิ้นงานสำเร็จที่เสียแล้วทำจากเหล็ก นำมาใช้ ประกอบการสอนและจากการสังเกตการปฏิบัติงานของนักศึกษาที่ทำแบบฝึกหัดที่ได้รับมอบหมายจากครูผู้สอน ส่วนมากผู้เรียนจะไม่ค่อยเข้าใจถึงวิธีหรือขั้นตอนการเขียนแบบเพียงตรงพื้นโค้งอินโวลูท และการให้นำหน้าของเส้นไม่ค่อยจะถูกต้องตามหลักการเขียนแบบ จึงทำให้ผู้เรียนมองดูแบบที่เขียนค่อนข้างเข้าใจยาก ผู้วิจัยซึ่งเป็นผู้สอนวิชานี้ จึงได้เห็นถึงปัญหาความแตกต่างในการเรียนรู้ของกลุ่มผู้เรียนดังกล่าว จึงได้หาวิธีการในการจัดการเรียนการสอนและค้นคว้าหาสื่อที่จะนำมาทำการสอนเพื่อให้ผู้เรียน ได้เข้าใจวิธีการเขียนแบบเพียงตรงพื้นโค้งอินโวลูท จากการศึกษาค้นคว้าได้พบว่า การนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอน ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนที่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยที่นักศึกษาแต่ละคนจะได้ศึกษาด้วยตนเองมากที่สุดและเร็วที่สุดเท่าที่ความสามารถระหว่างบุคคลจะเอื้ออำนวย

การนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการเรียนการสอนการศึกษามีมากขึ้น เนื่องจากเป็นสื่อที่ตอบสนองการเรียนรู้ทั้งต่อผู้เรียนและผู้สอนมีการเสริมแรงโดยการให้ทราบผลคะแนนการเรียนรู้ตลอดเวลา ผู้เรียนมีโอกาสเรียนรู้ได้ด้วยตนเองจากการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เสนอเนื้อหาเป็นกรอบย่อยๆ ให้กับผู้เรียนในรูปแบบของ ข้อความ ภาพสี เสียง ทุกครั้งที่ผู้เรียนตอบคำถาม ถูกหรือผิดนั้นผู้เรียนก็ยังสามารถที่จะรับรู้ได้ทันทีที่ว่าคำตอบที่ตอบไปนั้น ถูกหรือผิด และถ้าคำตอบที่ตอบไปนั้นผิด ผู้เรียนก็จะสามารถทราบคำตอบได้ทันทีว่า คำตอบที่ถูกต้องนั้นเป็นอย่างไร (กิดานันท์ มลิทอง. 2531 : 187-191) การสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น จะมีการป้อนกลับ (Feedback) ทันที หลังจากตอบคำถามเป็นการเสริมแรง (Reinforcement) กระบวนการเช่นนี้ทำให้นักศึกษาได้รับความรู้ความเข้าใจสูง และได้ทราบผลการเรียนรู้ทันที (กิดานันท์ มลิทอง. 2531 : 157) และบทเรียนคอมพิวเตอร์จะบังคับให้นักศึกษาตอบคำถามทุกคำถามในบทเรียนโดยตนเองโดยไม่สามารถพลิกดูคำตอบล่วงหน้าได้ จึงเป็นการบังคับให้ผู้เรียนเรียนไปตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ ผู้เรียนจะได้เรียนรู้จริงๆ จนเข้าใจดี จึงจะผ่านบทเรียนนั้นไป (คณิต ไข่มุก. 2527 : 23)

จากการนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้ในกระบวนการเรียนการสอน โดยการจัดทำโปรแกรมให้สอดคล้องกับแนวทางของเนื้อหาวิชาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของรายวิชานั้นๆ เพื่อใช้ในการเรียนการสอน การทบทวน ถึงจนแม้กระทั่งการศึกษาเรียนรู้ในรายวิชานั้นๆ และการทำแบบฝึกหัดไปพร้อมกับการประเมินผลในเวลาเดียวกัน เราเรียกโปรแกรมการเรียนลักษณะนี้ว่า "คอมพิวเตอร์ช่วยสอน" (ทักษิณา สนวนานนท์. 2530 : 206) ลักษณะการทำโปรแกรมนั้นมีหลายรูปแบบเช่น ใช้ในด้านการฝึกทักษะ (Skill and Practice) การสร้างสถานการณ์จำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Simulations) การสอนเนื้อหา (Tutorial) การสาธิต (Demonstration) การใช้รูปแบบของเกม (Game)

กรมอาชีวศึกษาก็ได้ตระหนักถึงความสำคัญ ในการทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อที่จะส่งเสริมคุณภาพการเรียนการสอนและคุณภาพของนักศึกษา จึงได้สนับสนุนให้ครู อาจารย์ ให้ได้รับความรู้ ความเข้าใจ และมีทักษะในการจัดทำสื่อโดยใช้คอมพิวเตอร์ ผลิตบทเรียนให้นักศึกษาได้ศึกษาด้วยตนเอง กรมอาชีวศึกษาจึงได้ประกาศจัดตั้งศูนย์คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในสวนกลาง และประจำภาคต่าง ๆ เมื่อวันที่ 18 สิงหาคม 2537 (สรพศ ยี่มนวล. 2538 : 27-32)

จากเหตุผลและข้อมูลดังกล่าวมาแล้วข้างต้นประกอบกับผู้วิจัยได้เรียนรู้ประสบการณ์ในการสอนวิชาเขียนแบบเครื่องกล ที่เปิดสอนอยู่ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาช่างเขียนแบบเครื่องกล ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม ได้พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเขียนแบบเครื่องกลของนักศึกษาแผนกวิชาช่างเขียนแบบเครื่องกล อยู่ในเกณฑ์ต่ำ จึงทำให้ผู้วิจัยมีความประสงค์ที่จะสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในวิชาเขียนแบบเครื่องกลเรื่อง การเขียนแบบเฟืองตรงฟันโค้งอินโวลูทเพื่อใช้เป็นสื่อการสอนสำหรับนักศึกษาใช้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) แผนกวิชาช่างเขียนแบบเครื่องกล

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเขียนแบบเฟืองตรงฟันโค้งอินโวลูท วิชาเขียนแบบเครื่องกล
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับวิธีการสอนแบบปกติ เรื่อง การเขียนแบบเฟืองตรงฟันโค้งอินโวลูท วิชาเขียนแบบเครื่องกล

## 1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเขียนแบบเฟืองตรงฟันโค้งอินโวลูท มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80:80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่ากลุ่มผู้เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

## 1.4 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ผู้วิจัยได้นำแนวคิดของกาเย มาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ไม่มีทฤษฎีใดจะอธิบายเรื่องการเรียนรู้ได้ทุกแง่มุม การสอนจะต้องคำนึงถึงการจัดเนื้อหาและความคิดรวบยอด เรียงจากง่ายไปหายาก แนวคิดในการวิจัยที่ผู้เรียนมีวิธีการเรียนรู้แต่ละคนแตกต่างกัน โดยออกแบบการเรียนการสอนที่ดัดแปลงมาจากทฤษฎีกาเย 9 ขั้นตอน (อ๋างโน สุกรี รอดโพธิ์ทอง, 2531)

ทฤษฎีและหลักการเรียนรู้ตามแนวของกาเย 9 ขั้น ดังนี้ ซึ่งผู้วิจัยนำมาใช้ในการออกแบบ

1. ได้รับความสนใจให้ผู้เรียนมีความตั้งใจ (Gain Attention)
2. บอกวัตถุประสงค์ของการเรียน (Specify Objective)
3. ทบทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge)
4. การเสนอเนื้อหา (Present Information)
5. ชี้แนะเพื่อการเรียนรู้ (Providing Learning Guidance)
6. กระตุ้นการตอบสนองของผู้เรียน (Elicit Response)
7. ให้ข้อมูลป้อนกลับและการเสริมแรง (Providing Feedback)
8. การประเมินผลหลังบทเรียน (Assessing the Performance)
9. การนำไปใช้และการจำ (Enhancing Retention and Transfer)

## 1.5 ขอบเขตของการวิจัย

### 1.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

#### 1.5.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้จะเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างเขียนแบบเครื่องกล คณะวิชาช่างกล วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษก มหานคร รวมทั้งสิ้น 80 คน

#### 1.5.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างเขียนแบบเครื่องกล คณะวิชาช่างกล วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษก มหานคร โดยใช้การสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยวิธีการจับฉลากได้โดยการสุ่มลงกลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน (วิธีจับฉลาก) และแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 กลุ่มทดลอง 20 คน สำหรับหาประสิทธิภาพและการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กลุ่มที่ 2 กลุ่มควบคุม 20 คน สำหรับเรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.5.2 เนื้อหาที่ใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เนื้อหาที่ใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อทำการทดลองในครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิชาเขียนแบบเครื่องกล รหัสวิชา 01100001 เรื่องการเขียนแบบเฟืองตรงฟันโค้งอินโวลูท ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2544 โดยมีคาบเรียน ทฤษฎี 1 คาบ ปฏิบัติ 3 คาบ คาบเรียนละ 50 นาที

### 1.5.3 ตัวแปรที่จะศึกษา

1. ตัวแปรต้น ได้แก่ วิธีการสอนแบ่งได้ 2 วิธี คือ การสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และวิธีการสอนแบบปกติ
2. ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของวิชา เขียนแบบเครื่องกล รหัสวิชา 01100001 เรื่อง การเขียนแบบเฟืองตรงฟันโค้งอินโวลูท

### 1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น

#### 1. ด้านกลุ่มตัวอย่าง

ในการศึกษาครั้งนี้ ไม่ได้คำนึงถึงความแตกต่าง พื้นฐานทางด้านสังคม ตลอดจนฐานะทางเศรษฐกิจของผู้ลงทะเบียนเรียนรายวิชาเขียนแบบเครื่องกล รหัสวิชา 01100001

#### 2. ด้านเครื่องมือ

เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาด 16 bit ขึ้นไป หน่วยความจำอย่างน้อย 640 Kbytes ขึ้นไป จอภาพ VGA พร้อมเครื่องอ่าน CD ROM เครื่องคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องมีขีดความสามารถเท่าเทียมกัน

#### 3. ด้านความสามารถของกลุ่มตัวอย่าง

ผู้เรียนได้รับการฝึกให้รู้จักวิธีการใช้คอมพิวเตอร์ก่อนทำการทดลอง และผู้เรียนมีความสามารถในการใช้คอมพิวเตอร์พื้นฐานเท่าเทียมกัน

### 1.7 คำนิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1. นักศึกษา หมายถึง ผู้ที่ลงทะเบียนเรียนอยู่ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ที่กำลังศึกษาอยู่ใน แผนกวิชาช่างเขียนแบบเครื่องกล ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษก มหานคร กรุงเทพมหานคร

2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง บทเรียนที่นำเสนอด้วยคอมพิวเตอร์ในรายวิชาเขียนแบบเครื่องกล เป็นการเขียนแบบเฟืองตรงฟันโค้งอินโวลูท รวมถึงต้องมีแบบฝึกทักษะและแบบประเมินผลด้วยตนเองหลังจบบทเรียน การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเขียนแบบเครื่องกล เรื่องการเขียนแบบเฟืองตรงฟันโค้งอินโวลูท สำหรับนักศึกษาอยู่ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) จะเป็นลักษณะ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ที่ผู้วิจัยได้จัดทำตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2544

4. วิธีการสอนแบบปกติ หมายถึง การสอนโดยครูผู้สอน ซึ่งได้เตรียมการสอนมาแล้วสอนโดยใช้เทคนิควิธีการบรรยาย อธิบาย และมีสื่อต่างๆประกอบในการเรียนการสอน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ ตามวัตถุประสงค์

5. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง ค่าระดับคะแนนเฉลี่ยตามเกณฑ์ มาตรฐานที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียน  $80:80 (E_1; E_2)$  ซึ่งมีเกณฑ์

เกณฑ์ 80 ตัวแรก ( $E_1$ ) หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างทดสอบทั้งหมด ที่ได้จากการทำแบบทดสอบย่อยในตัวบทเรียนแต่ละหน่วยทั้งหมดรวมคิดเป็นร้อยละ 80 %

เกณฑ์ 80 ตัวแรก ( $E_2$ ) หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างทดสอบทั้งหมด ที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังการเรียนคิดเป็นร้อยละ 80 %

6. กลุ่มทดลอง หมายถึง กลุ่มนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

7. กลุ่มควบคุม หมายถึง กลุ่มนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนตามแผนการสอน โดยมีอาจารย์เป็นผู้สอนตลอดบทเรียน

8. แบบทดสอบ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัยเมื่อต้องการวัดความรู้ตามความสามารถของคน หรือที่รู้จักกันในนามของข้อสอบนั่นเอง เช่น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

## บทที่ 2

# เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารที่เกี่ยวข้องในการจัดสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเขียนแบบเฟืองตรงฟันโค้งอินโวลูท วิชาเขียนแบบเครื่องกล ได้แบ่งหัวข้อออกได้ดังนี้

- 2.1 ขอบข่ายเนื้อหาวิชาเขียนแบบเครื่องกล
- 2.2 ความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.3 หลักการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.4 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.5 การหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.6 หลักการสร้างและหาคุณภาพแบบทดสอบ
- 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

### 2.1 ขอบข่ายเนื้อหาวิชาเขียนแบบเครื่องกล

ขอบข่ายเนื้อหาเกี่ยวข้องกับวิชาการเขียนแบบเครื่องกล เรื่อง การเขียนแบบเฟืองตรงฟันโค้งอินโวลูท ผู้ดำเนินการวิจัยได้ทำการศึกษาตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) โดยมีรายละเอียดดังนี้

#### 2.1.1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง(ปวส.) 2544 มีหลักการดังนี้

2.1.1.1 เป็นหลักสูตรของช่างฝีมือระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) หลังจากมัธยมศึกษาตอนปลาย มุ่งผลิตคนและพัฒนาแรงงานระดับผู้ชำนาญการเฉพาะสาขาอาชีพได้ตรงตามความต้องการของตลาดแรงงาน ทั้งในระดับท้องถิ่นและระดับประเทศชาติ

2.1.1.2 เป็นหลักสูตรที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนตามความถนัด ความสามารถ และความสนใจ สามารถถ่ายโอนผลการเรียน เทียบความรู้จากประสบการณ์ จากแหล่งวิทยาการ สถานประกอบการและสถานประกอบอาชีพอิสระได้

2.1.1.3 เป็นหลักสูตรที่สนับสนุนการประสานความร่วมมือในการจัดการศึกษา ร่วมกันระหว่างหน่วยงานและองค์กรที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและเอกชน

2.1.1.4 เป็นหลักสูตรที่เปิดโอกาสให้สถานศึกษาจัดวิธีเรียนวิธีสอนที่หลากหลาย สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียนและท้องถิ่น

### 2.1.2 คำอธิบายรายวิชาและจุดประสงค์

ศึกษาและปฏิบัติเขียนแบบ ชิ้นส่วนมาตรฐาน ภาพตัด แผ่นคลี่ จิ๊กและฟิกเจอร์ งานเชื่อม งานย้ำหมุด งานโครงสร้าง เขียนแบบสั่งงาน

เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในการเขียนแบบสั่งงานหลักการทักษะในการเขียนแบบ ชิ้นส่วนมาตรฐาน ภาพตัด แผ่นคลี่ จิ๊กและฟิกเจอร์ งานเชื่อม งานย้ำหมุด งานโครงสร้าง

### 2.1.3 หน่วยการสอนทฤษฎีและปฏิบัติ

#### หน่วยการสอนทฤษฎีและปฏิบัติ

รหัสวิชา 01100001

วิชา เขียนแบบเครื่องกล (1-3 - 2)

ทฤษฎีรวม 18 คาบ

ปฏิบัติรวม 54 คาบ

สัปดาห์ที่ / หน่วย	ชื่อหน่วย	ทฤษฎี/ปฏิบัติ	
1/01	ความรู้เกี่ยวกับงานเขียนแบบ	1	3
2/02	พิกัดความเผื่อและระบบงานสวม	1	3
3/03	การกำหนดคุณสมบัติผิวงาน	1	3
4/04	เขียนแบบแผ่นคลี่และงานท่อ	1	3
5/05	เขียนแบบงานย้ำหมุดและงานเชื่อม	1	3
6/06	เขียนแบบภาพตัด	1	3
7/06	เขียนแบบภาพตัด (ต่อ)	1	3
8/07	เขียนแบบโครงสร้าง	1	3
9	สอบกลางภาคเรียน		4
10/07	เขียนแบบโครงสร้าง	1	3
11/08	เขียนแบบชิ้นส่วนมาตรฐาน	1	3
12/08	เขียนแบบชิ้นส่วนมาตรฐาน (ต่อ) ***	1	3
13/08	เขียนแบบชิ้นส่วนมาตรฐาน (ต่อ)	1	3
14/09	เขียนแบบจิ๊กและฟิกเจอร์	1	3
15/09	เขียนแบบจิ๊กและฟิกเจอร์ (ต่อ)	1	3
16/10	เขียนแบบสั่งงาน	1	3
17/10	เขียนแบบสั่งงาน (ต่อ)	1	3
18	สอบปลายภาคเรียน		4

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้หน่วยเรียนที่ 08 สัปดาห์ที่ 12 นำไปทำการสร้าง

บทเรียนการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2 ความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่จะนำมาใช้เราจะต้องทำการรู้จักความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ลักษณะของรูปแบบการเรียนที่นำมาใช้และคุณค่าของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีดังนี้

### 2.2.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ยีน ภูววรรณ (2531 : 121) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้นำเนื้อหาวิชาและลำดับขั้นตอนการสอนมาบันทึกไว้ในคอมพิวเตอร์อย่างมีระบบแล้วมานำเสนอในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนแต่ละคน

ทักษิณา สนวนานท์ (2530 : 206) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน การทบทวน การทำแบบฝึกหัดหรือการวัดผลได้ โดยเรียนจากบทเรียนสำเร็จรูปที่ได้จัดทำไว้เป็นพิเศษสำหรับการสอนวิชานั้น ๆ มีการทดสอบความรู้ตรวจคำตอบแล้วชมเชยเมื่อทำถูกหรือตำหนิเมื่อทำผิดหรืออาจสั่งให้ไปศึกษาบทเรียนเก่าอีกครั้ง

กำพล ดำรงค์วงศ์ (2530:150) ได้กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นสื่อให้นำเนื้อหาเรื่องราวเป็นการเรียนโดยตรงและเป็นการเรียนแบบมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive) ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ ในการใช้คอมพิวเตอร์ต้องมีซอฟต์แวร์ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีลักษณะคล้ายกับบทเรียนโปรแกรม (Program Instruction)

ผดุง อารยะวิญญู (2527:41) คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องช่วยครูในการเรียนการสอน โปรแกรมการเรียนการสอนมักบรรจุเนื้อหาเกี่ยวกับที่ครูจะสอน แต่แทนที่ครูจะสอนเนื้อหาวิชาด้วยตนเอง ครูก็บรรจุเนื้อหาเหล่านั้นไว้ในโปรแกรม และนักเรียนสามารถเรียน สามารถฝึกได้ด้วยตนเอง โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นผู้ถ่ายทอดแทนครู

สุกรี รอดโพธิ์ทอง (2529:32) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer - Assisted Instruction) หรือที่เรียกย่อ ๆ ว่า CAI หมายถึง บทเรียนที่ถูกสร้างขึ้นด้วยคำสั่งภาษาคอมพิวเตอร์ ภาษาใดภาษาหนึ่งและบันทึกลงในจานแม่เหล็กเพื่อให้ผู้เรียนนำไปศึกษาเนื้อหาใหม่ ทบทวนหรือทดสอบเนื้อหาที่ศึกษามาแล้วโดยผ่านทางจอภาพ ลักษณะบทเรียนจะเน้นการศึกษารายบุคคลและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและเลือกตัดสินใจโดยการป้อนข้อมูลผ่านแป้นพิมพ์

วีระ ไทยพานิช (2526:8) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง วิธีการเรียนซึ่งใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อในการเสนอเนื้อหา ด้วยบทเรียนโปรแกรมที่เตรียมไว้อย่างเหมาะสมเป็นการเรียนโดยตรงและเป็นการเรียนที่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับคอมพิวเตอร์

ดังที่กล่าวมาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น เป็นการนำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยสอนโดยใช้เป็นสื่อในการนำเสนอบทเรียน โดยผู้สอนได้มีการเตรียมการไว้ล่วงหน้าอย่างเป็นแบบระบบและมี

เอกสารเป็นเอกสารที่ลงนามไว้สำหรับการแจ้งแผนเพื่อการศึกษาให้แก่นักเรียน เมื่อผู้เรียนไม่ผ่านการเรียนทุกครั้ง อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการเรียงเนื้อหาจากง่ายไปหายาก มีการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ มีการชมเชยเมื่อผู้เรียนตอบถูก และมีการย้อนกลับได้เพื่อเป็นการกระตุ้นความสนใจในการเรียน

### 2.2.2 คุณค่าของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้ในวงการศึกษา โดยเฉพาะนำมาใช้ในการเรียนการสอนในลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ปรากฏว่า มีการยอมรับกันทั่วไปในหมู่นักวิชาการ และนักการศึกษา และได้มีการทำการค้นคว้าวิจัยเพื่อค้นหาคุณค่าของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งมีคุณค่าอย่างยิ่งต่อผู้เรียนหลายประการ กล่าวโดยสรุปได้ดังนี้

1. ช่วยประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการเรียนการสอน (Hall. 1982 : 362) ได้ลดความจำเป็นที่ต้องใช้ผู้สอนที่มีประสบการณ์ ลดความจำเป็นในการใช้เครื่องมือที่มีราคาแพงแล้ว อันตราย และสามารถปรับปรุงเนื้อหาของบทเรียนได้อย่างรวดเร็ว (ผกาทิพย์ สุวัฒน์. 2529 : 15)
2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนยึดนักเรียนเป็นสำคัญ (Student Center) ซึ่งการเรียนการสอนแบบอื่นยึดครูเป็นสำคัญ (Teacher Center) ไม่คำนึงถึงความแตกต่างของนักเรียน (ณรงค์ บุญมี. 2529 : 8)
3. คอมพิวเตอร์สามารถสอนมโนทัศน์และทักษะที่เป็นการยากต่อการสอนโดยครู หรือการเรียนจากตำรา การจำลองสถานการณ์โดยคอมพิวเตอร์ จะช่วยให้นักเรียนได้ง่ายขึ้นและดีขึ้นกว่าการเรียนจากครู (สมชัย ชินะตระกูล. 2531 : 42-43)
4. การได้เจาะใจได้ตอบกับคอมพิวเตอร์ช่วยทำให้ผู้เรียนพอใจมาก และผู้เรียนยังสามารถควบคุมวิธีการเรียนของตนเองได้ (ทักษิณา สนวนานนท์. 2530 : 215)
5. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถยืดหยุ่นตารางเรียนได้ตามสถานที่ที่สะดวก ไม่ว่าจะเป็นที่โรงเรียน ที่บ้าน หรือที่ทำงานก็ได้และมีเกณฑ์การปฏิบัติโดยเฉพาะ (Hall. 1982 : 362)
6. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีส่วนช่วยทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และเข้าใจเนื้อหาดีขึ้น แก้ปัญหาต่าง ๆ ได้เร็วขึ้น (เรืองเดช วงศ์หล้า. 2529:103)
7. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถสร้างแรงจูงใจการเรียนให้แก่นักเรียนได้มาก เพราะคอมพิวเตอร์เป็นสิ่งแปลกใหม่ (สมชัย ชินะตระกูล. 2531 : 7)
8. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถสอนสังเขปทักษะขั้นสูงขึ้น ซึ่งยากแก่การสอนโดยครูหรือเรียนจากตำรา การจำลองสถานการณ์โดยคอมพิวเตอร์ จะช่วยให้นักเรียนเรียนได้ง่ายขึ้นและดีขึ้นกว่าการเรียนจากครู (สมชัย ชินะตระกูล. 2531 : 7)

ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อครูผู้สอน Hall (1982 : 362) เป็นผู้กล่าวไว้ ดังนี้

1. ลดชั่วโมงสอนเพื่อจะได้ปรับปรุงการสอน
2. ลดเวลาที่ต้องติดต่อกับผู้เรียน

3. มีเวลาศึกษาตำรา งานวิจัย และพัฒนาความสามารถให้มากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อพัฒนาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ผู้อื่นใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เขียนการสอนในชั้นเรียน สำหรับผู้ที่มั่งงานมาก โดยการเปลี่ยนจากการฝึกทักษะในห้องเรียนมาใช้ระบบคอมพิวเตอร์แทน
5. ให้โอกาสในการสร้างสรรค์และพัฒนาหาววัตกรรมใหม่ ๆ สำหรับหลักสูตร และวัสดุเพื่อการศึกษา
6. เพิ่มวิชาสอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามความต้องการของนักศึกษา
7. ช่วยพัฒนาทางวิชาการ
8. ช่วยให้มีเวลาสำหรับตรวจสอบและพัฒนาหลักสูตรตามหลักวิชาการ
9. ช่วยเพิ่มวัตถุประสงค์ของการสอนได้เท่าที่จะเป็นไปได้ เช่น นิทรรศการ การฝึกหัดดนตรี ช่วยแก้ไขปัญหของผู้เรียนสถาปัตยกรรม

### 2.2.3 บทบาทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ควรเป็นคอมพิวเตอร์ที่ทำงานได้คล่องตัว มีการเขียนโปรแกรมการสั่งงานที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ราคาการจัดซื้อ พอหาซื้อได้ไม่แพง จนเกินความจำเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีลักษณะหลักการทำงานหลายรูปแบบทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเนื้อหาวิชาและความสามารถของผู้จัดทำการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้ในวงการศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำเอามาใช้ในวงการศึกษาในลักษณะของ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ปรากฏการณ์ที่มีการยอมรับในวงการศึกษา นักวิชาการและได้มีการวิจัยศึกษาค้นคว้าหาคุณค่าของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยมีผู้กล่าวดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนยึดนักเรียนเป็นจุดสำคัญ (Student Center) ซึ่งการเรียนการสอนอื่นยึดครูเป็นสำคัญ (Teacher Center) ไม่คำนึงถึงความแตกต่างของนักเรียน (ณรงค์ บุญมี. 2529 : 8)
2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ช่วยสร้างนิสัยความรับผิดชอบให้เกิดในตัวผู้เรียน เพราะไม่เป็นการบังคับผู้เรียน แต่เป็นการให้การเสริมแรงอย่างเหมาะสม และเป็นการประเมินผลความก้าวหน้าของผู้เรียนได้โดยอัตโนมัติ (นิพนธ์ ศุขปรีดี. 2526 : 42)

## 2.3 หลักการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

### 2.3.1 คอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้ทางการศึกษา

คอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้ทางการศึกษา ด้านการส่งเสริมการศึกษา การจัดการเรียนการสอน (Computer-Managed Instruction หรือ CMI) หมายถึง การนำเอาระบบการจัดเก็บข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งในปัจจุบันได้มีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ทางการเรียนการสอนมากยิ่งขึ้น ดังเช่น คอมพิวเตอร์ที่ใช้เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer - Assisted Instruction หรือ CAI) อยู่ในรูปแบบของการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนโดยที่ผู้เรียนเป็นผู้แสดงออกและโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ และโปรแกรมสำเร็จรูปแบบต่าง ๆ เช่น

1. การสอนซ่อมเสริม (Tutorial) เป็นการสอนทางด้านเนื้อหาแทนครูเป็นบางตอน และผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง
2. คอมพิวเตอร์ช่วยเสริมการเรียนการสอน (Computer - Enriched Instruction หรือ CEI) โดยการใช้ให้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือในการแก้โจทย์ปัญหา
3. สถานการณ์จำลอง (Simulation) โดยใช้คอมพิวเตอร์จำลองของจริงเพื่อให้เหมาะสมกับสภาพห้องเรียน

### 2.3.2 ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะเป็นไปตามรูปแบบหรือกระบวนการวิธีการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ ซึ่งในแต่ละวิธีการสอนจะมีขั้นตอนการสอนที่แตกต่างกันไป บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็ต้องเป็นโปรแกรมที่ดำเนินขั้นตอนตามรูปแบบวิธีการนั้น ๆ

วิธีการสอนมีลักษณะสำคัญๆ ดังนี้ (ทักษิณา สนวนานนท์. 2530 : 211-213)

1. เริ่มจากสิ่งที่รู้ไปถึงสิ่งที่ไม่รู้ จัดการสอนให้เนื้อหาเรียงไปตามลำดับ (Linear Sequence) เริ่มจากเรื่อง que ผู้เรียนรู้อยู่แล้วไปจนถึงเรียนใหม่ que ก็ยังไม่รู้ โดยทำเป็นกรอบ (Frame) หลายๆ กรอบ que ผู้เรียนค่อยๆ เรียนไปที่ละกรอบจากง่ายไปสู่ยาก

2. เนื้อหาที่ค่อยๆ เพิ่มขึ้นนั้น จะต้องเพิ่มขึ้นทีละน้อยๆ ที่จากค่อนข้างง่ายและมีสาระใหม่ไม่มากนัก ความเปลี่ยนแปลงในแต่ละกรอบจะต้องสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

3. แต่ละกรอบจะต้องมีการแนะนำความรู้ใหม่เพียงอย่างเดียว การนำความรู้เนื้อหาใหม่ ๆ ทีละมาก ๆ จะทำให้ผู้เรียนสับสนได้ง่าย

4. ระหว่างการเรียนจะต้องให้ผู้เรียนแต่ละคนมีส่วนร่วมกันทำกิจกรรมตามด้วย เช่น ตอบคำถาม ทำแบบทดสอบ ไม่ใช่คิดตามอย่างเดียวเพราะจะทำให้เบื่อ

5. การเลือกคำตอบที่ผิด อาจทำให้ต้องกลับไปทำบทวนกรอบของแบบเรียนเก่าหรือไม่ก็เป็นกรอบใหม่ที่อธิบายถึงความเข้าใจผิด หรือความผิดพลาดที่เกิดขึ้น หรือถ้าเป็นคำตอบถูกต้องผู้เรียนจะได้เรียนเรื่องใหม่เพิ่มเติม การได้รู้เฉลยและได้รับคำตอบ หรือรู้ผลได้ทันทีจะทำให้ผู้เรียนมีความสนุกสนานไปด้วย คำตอบที่ถูกมักได้รับคำชมเชย ทำให้ผู้เรียนมีกำลังใจส่วนคำตอบที่ผิดบางทีก็อาจถูกตำหนิซึ่งก็ไม่มีใครได้ยิน ทำให้ไม่รู้สึกอับอายหรือหมดกำลังใจ

6. การเรียนโดยวิธีนี้มีผลให้ผู้เรียนเรียนได้ตามความสามารถของตนเอง จะใช้เวลาในการทบทวนบทเรียนหรือคิดตอบคำถามแต่ละข้อนานเท่าใดก็ได้ ผู้เรียนจะไม่รู้สึกถูกกดดันด้วยกำหนด

เอกสารนี้ เวลาที่จะต้องรอเพื่อน หรือตามเพื่อนให้ทัน การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. การเรียนในลักษณะนี้ เป็นการเรียนโดยเน้นที่ความถนัดของแต่ละบุคคล แต่ละคนจะมีความถนัดต่างกัน แม้แต่ในวิชาเดียวกันการเรียนบทเรียนแต่ละบทเรียนก็ยังไม่เท่ากัน

8. ในการเสนอบทเรียนลักษณะนี้ การทำสรุปท้ายบทเรียนแต่ละบทจะช่วยให้ผู้เรียนได้วัดผลตนเอง การสรุปนั้น หมายถึง สรุปเนื้อหาและสรุปการติดตามผลของผู้เรียนด้วยว่า ผู้เรียนใช้เวลาเรียนมากน้อยเพียงใด ผลเป็นอย่างไร จำเป็นต้องค้นคว้าหรือทำงานเพิ่มเติมหรือไม่ ในการเรียนในห้องเรียนยิ่งครูทดสอบบ่อยเท่าไรการเรียนก็ยิ่งมีผลเท่านั้น แต่การทดสอบธรรมดามีปัญหาเรื่องการตรวจ ยิ่งถ้าผู้เรียนในชั้นเรียนมีมากก็อาจยิ่งเสียเวลามาก ความกระตือรือร้นของผู้เรียนอาจจะค่อย ๆ หดไป หากครูไม่ช่วย

9. การทำกรอบบทเรียนแต่ละบทนั้น ๆ ถ้าทำได้ดีก็จะช่วยเราสามารถวิเคราะห์คำตอบไปด้วยได้ด้วยประสบการณ์ของนักเรียนแต่ละคน อาจทำให้คำตอบแตกต่างกันออก เราสามารถวิเคราะห์จากคำตอบของนักเรียนได้ว่า การที่เลือกคำตอบข้อนั้นๆ ได้ (ในกรณีที่เป็นการให้เลือกคำตอบที่ถูกต้อง) ถ้าเป็นคำตอบที่ผิด เป็นเพราะอะไร อาจจะเป็นเพราะสับสนกับเรื่องอื่น ติความคำถามผิดหรือไม่เข้าใจเลย การทำแบบทดสอบที่ดี หากผู้ทำสามารถเรียบเรียงเนื้อหาได้เป็นขั้นตอนจริงๆ ผู้เรียนควรจะทำได้ถูกต้องหมด บางทีก็ทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายได้

10. การกำหนดวัตถุประสงค์ไว้ปลายทาง ต้องการให้ผู้เรียนได้รู้อะไรบ้างจะช่วยให้การแบ่งเนื้อหาซึ่งจะต้องเรียนไปตามลำดับทำได้ดีขึ้น ไม่ออกนอกกลุ่มนอกทางโดยไม่จำเป็น

นอกจากนี้ วสันต์ อดิศักดิ์ (2530 : 77-80) ได้กล่าวถึงลักษณะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยทั่วไป จะมีลักษณะการเรียนเป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน เริ่มตั้งแต่การทักทายผู้เรียน บอกวิธีการเรียน บอกวัตถุประสงค์ของการเรียนเพื่อให้ผู้เรียนทราบ ซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถเสนอวิธีการได้ในรูปแบบที่น่าสนใจ ไม่ว่าจะเป็นภาพเคลื่อนไหว สีเสียงหรือผสมผสานหลายอย่างเข้าด้วยกัน เพื่อสร้างความสนใจให้ผู้เรียนมุ่งความสนใจเข้าสู่บทเรียนต่อไปและบางโปรแกรมอาจจะมีแบบทดสอบวัดความพร้อมของผู้เรียนก่อนก็ได้หรือมีรายการให้ผู้เรียนเลือกเรียนตามความสนใจ โดยจัดลำดับการเรียนก่อนหลังด้วยตัวเขาเอง

2. ชี้นำเสนอเนื้อหา คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเสนอเนื้อหาได้นั้นออกมาแต่ละกรอบ (Frame) โดยอาจจะเสนอในรูปของตัวอักษรตัวเลข ภาพเสียงต่างๆตลอดจนกราฟิกและภาพเคลื่อนไหว (Animation) เพื่อจะสร้างความสนใจในการเรียนและสร้างความเข้าใจในความคิดรวบยอดต่างๆ ได้ดี อาจจะเน้นด้วยสีเส้นการโยงไปมาระหว่างกรอบต่างๆ แต่ละกรอบจะเสนอเนื้อหาทีละประเด็น โดยเริ่มจากง่ายไปหายากเรียงลำดับไปเรื่อยๆ ผู้เรียนควบคุมความเร็วการเรียนได้ และมีการชี้แนะเพื่อช่วยเหลือผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ที่ดี

3. **ขั้นคำถามและคำตอบ** หลังจากการเสนอเนื้อหาของบทเรียนแล้ว เพื่อจะวัดว่าผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่เรียนผ่านมา ก็จะมีการทบทวน โดยให้ทำแบบฝึกหัดทบทวนและช่วยเพิ่มพูนความรู้ความชำนาญ เช่น เป็นคำถามแบบเลือกตอบ แบบถูกผิด แบบจับคู่ แบบเติมคำ เป็นต้น ซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถเสนอ แบบฝึกหัดแก่ผู้เรียนได้น่าสนใจกว่าแบบทดสอบธรรมดาและผู้เรียนจะตอบคำถามผ่านแป้นพิมพ์(Keyboard) นอกจากนี้แล้วคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังสามารถจับเวลาในการตอบคำถามของผู้เรียนได้อีกแล้ว ถ้าผู้เรียนตอบไม่ได้ในเวลาที่ตั้งเอาไว้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเสนอความช่วยเหลือได้

4. **ขั้นตรวจคำตอบ** เมื่อได้รับคำตอบจากผู้เรียน คอมพิวเตอร์จะตรวจคำตอบและแจ้งผลให้ผู้เรียนได้ทราบทันที อาจะออกมาในรูปของข้อความ กราฟิกหรือเสียง ถ้าผู้เรียนตอบถูกก็จะได้รับการเสริมแรง(Reinforcement) เช่น คำชมเชยเสียงเพลง ถ้าผิดคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอาจจะบอกใบ้หรือให้การซ่อมเสริมเนื้อหา แล้วให้คำตอบใหม่ๆ และเมื่อตอบได้ถูกต้องจึงก้าวไปสู่หัวเรื่องใหม่ต่อไป ซึ่งจะหมุนเป็นวงจรรออยู่จนกว่าจะหมดบทเรียนหน่วยนั้น ๆ

5. **ขั้นปิดบทเรียน** เมื่อผู้เรียนเรียนจบบทเรียนแล้ว คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะประเมินผลผู้เรียนโดยให้ทำแบบทดสอบ ซึ่งมีจุดเด่นเป็นของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ สามารถสุ่ม (Random) แบบทดสอบออกมาจากคลังข้อสอบที่สร้างไว้ และเสนอให้ผู้เรียนแต่ละคนโดยไม่เหมือนกัน จึงทำให้ผู้เรียนไม่สามารถจำคำตอบทำในครั้งแรกหรือแอบไปรู้คำตอบมาก่อนเอามาใช้ประโยชน์ได้ เมื่อทำแบบทดสอบเสร็จ ผู้เรียนจะได้ทราบคะแนนการสอบผ่านเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ รวมทั้งเวลาที่ใช้ในการเรียน

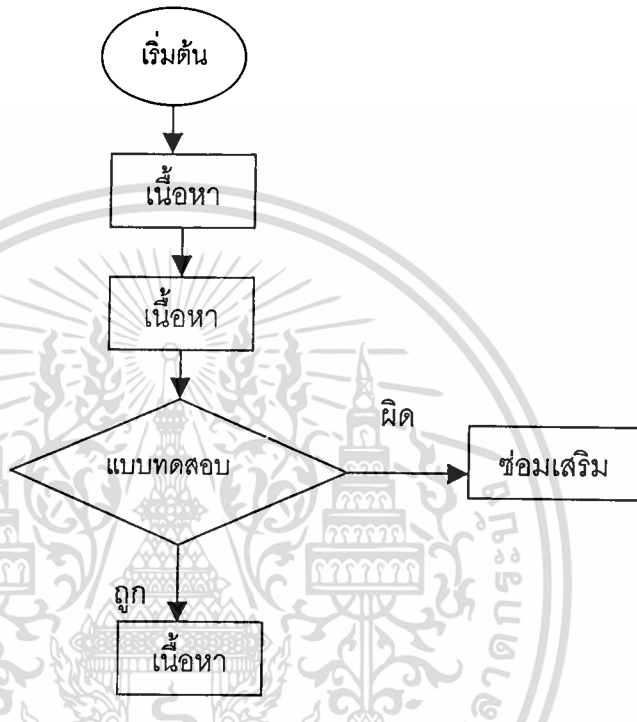
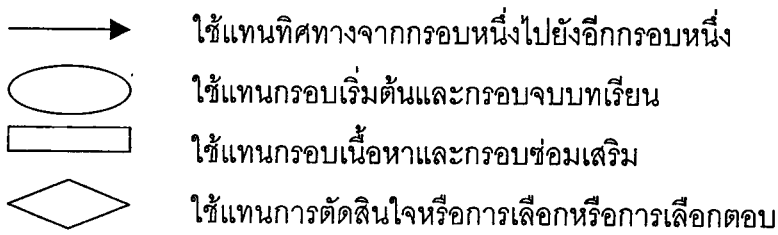
### 2.3.3 การออกแบบและการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ช่วงโชติ พันธุ์เวช (2535 : 50-56) ได้กล่าวว่าการออกแบบและการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะต้องมีความละเอียดรอบคอบในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะมีความเกี่ยวข้องกับบุคคลหลายๆ ฝ่าย คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อการเรียนการสอน ผู้เชี่ยวชาญด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์และครูผู้สอน ทั้งนี้เพื่อให้บทเรียนนั้นมีประสิทธิภาพและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ที่สูง

ทักษิณา สนวนานนท์ (2530 : 206) กล่าวว่าการทำงานร่วมกันระหว่าง ผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์กับนักการศึกษา และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาของสาขาวิชาที่จะทำการบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เริ่มจากทรงคุณวุฒิในสาขาวิชาจะเป็นผู้กำหนดขอบเขตของเนื้อหาวิชาให้ จากนั้นนักการศึกษาจะทำการแบ่งเนื้อหาออกเป็นส่วนๆ โดยจัดทำเป็นรูปแบบของบทเรียนแบบโปรแกรม โดยจัดทำเป็นกรอบเนื้อหาที่ละกรอบพร้อมกับมีคำถามและคำตอบในกรอบเนื้อหานั้น ๆ มีการอธิบายคำตอบที่ผิดการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนิยมเขียนเป็นกรอบบทเรียน

เอกสารนี้โดยใช้รูปสัญลักษณ์แทนความหมายของแต่ละกรอบบทเรียนเป็นสัญลักษณ์ดังนี้

ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

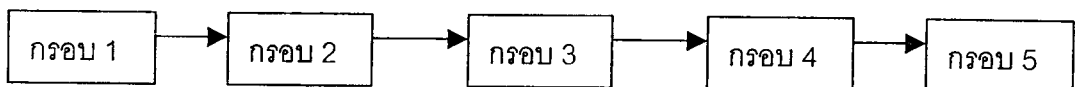


ภาพที่ 2.1 แผนภาพแสดงลำดับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน  
(ทักษิณา สนวนานนท์, 2530 : 206 )

#### 2.3.4 การออกแบบบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์

โอวาท พูลศิริ (2542 : 01) การออกแบบบทเรียนโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 2 รูปแบบ คือ

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นตรงหรือลิเนีย (Linear Program) มีหลักการสร้างโดยแยกกรอบเนื้อหาออกเป็นกรอบๆ และแต่ละกรอบจะมีคำตอบอยู่ในกรอบเดียวกันหรืออยู่ในกรอบต่อไปก็ได้ และเรียงต่อกันไปในทิศทางเดียวกัน

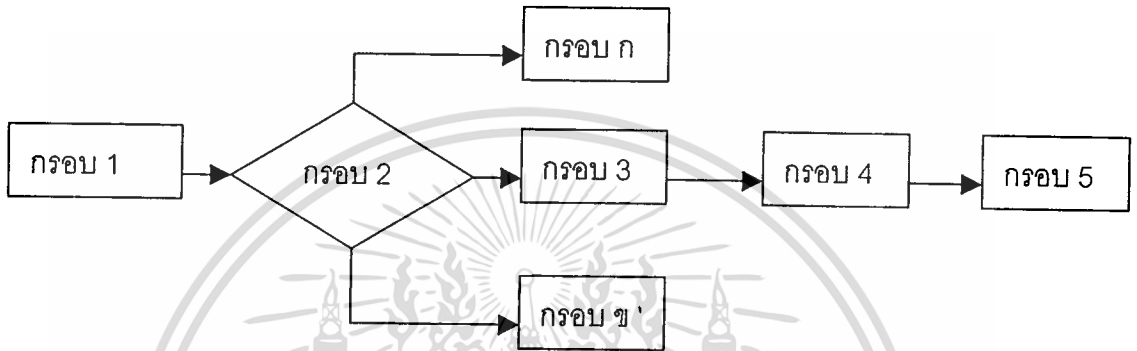


ภาพที่ 2.2 โครงสร้างบทเรียนโปรแกรมชนิดเส้นตรง (โอวาท พูลศิริ, 2542 : 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือการแข่งขันทักษะวิชาการที่ขอให้นำไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. บทเรียนคอมพิวเตอร์แบบสาขา (Branching Program) ในการสร้างกรอบบทเรียนจะ ไม่มีการเรียงลำดับเป็นขั้น การเรียนรู้จะข้ามกรอบก็ได้ ถ้าผู้เรียนนั้นตอบถูก หากผู้เรียนตอบผิดก็ จะมีกรอบอื่นต่อไปเช่นเพื่อการอธิบายถึงเหตุและผลเพื่อหาคำตอบใหม่ การเรียนรู้ตามบทเรียน ชนิดโปรแกรมแบบสาขานี้ ทำให้ผู้ที่เรียนรู้เร็วจะใช้เวลาในการเรียนรู้ที่สั้น สำหรับผู้ที่เรียนรู้ที่ช้า หรือตอบคำตอบผิดนั้น จะได้รับกรอบบทเรียนอื่นเพิ่มเติมและจะต้องทำตามคำแนะนำของกรอบ นั้น ๆ



ภาพที่ 2.3 โครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ชนิดสาขา (โอวาท พูลศิริ. 2542 : 1)

### 2.3.5 ข้อพิจารณาในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีหลายแบบจะออกแบบบทเรียนในลักษณะ ใดนั้นต้องขึ้นอยู่กับเนื้อหา วัตถุประสงค์ การนำเสนอโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี ควรมีการอธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจวิธีการเรียนได้ด้วยโดยเสร็จสิ้นจากโปรแกรม การเรียน มีแสงสี เสียงประกอบเพื่อเร่งเร้าความสนใจ ในการเรียนด้วยบทเรียนแบบโปรแกรมด้วยคอมพิวเตอร์ ผู้สร้างบทเรียนต้องตรวจสอบอย่างละเอียดถี่ถ้วนทุกขั้นตอน ในส่วนของเนื้อหาและการจัดทำตาม โปรแกรม และยึดหลักการออกแบบบทเรียนรายบุคคลเป็นสำคัญ การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนควรพิจารณาถึงความถูกต้องเหมาะสม โดยพิจารณาเนื้อหาในหลักสูตร

สุพิทย์ กาญจนพันธุ์ (2542 : 7) ได้เสนอหัวข้อการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ดังนี้

1. กำหนดเป้าหมายและความจำเป็น หมายถึง การกำหนดว่าผู้เรียนควรจะรู้อะไรบ้างจะ สามารถทำอะไรได้บ้างหลังจากที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว ปัจจัยสำคัญต่อการ พัฒนาเป้าหมายการเรียนรู้คือ ความรู้เดิมของผู้เรียน (Entry Knowledge)

2. รวบรวมวัสดุอุปกรณ์การเรียนการสอน เอกสารเกี่ยวกับเนื้อหาสาระและการออกแบบ ระบบการสอน เช่นหนังสือตำรา หรือนิตยสาร แบบบันทึกเสียง ภาพถ่ายรวมถึงบุคคลหรือ ผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้น ๆ เตรียมระบบการนำเสนอ เนื้อหาสาระ ในที่นี้หมายถึงคอมพิวเตอร์ว่ามี จำนวนเพียงพอกับผู้เรียนหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ลงไว้สำหรับใช้ทำงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ศึกษาเนื้อหาสาระ นักพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อาจเป็นผู้สอนหรือผู้เชี่ยวชาญเนื้อหา มีความจำเป็นต้องเรียนรู้วิธีการของบทเรียนคอมพิวเตอร์ เนื้อหาสาระ หลักของการเรียนการสอน ทำตัวเป็นนักเรียนจนรู้ว่าบทเรียนสาธะนั้น ๆ ที่น่าสนใจมีลักษณะเป็นเช่นไร

4. ประมวลแนวคิดขั้นตอนนี้เป็นการระดมสมอง เพื่อที่ค้นหาแนวคิดเชิงสร้างสรรค์ควรรับเอาแนวคิดทุกรูปแบบ และไม่ควรติดติดอยู่กับแนวคิดแคบๆ เพียงประเด็นเดียว และควรกระทำตอนลงมือสร้างบทเรียน

5. การออกแบบการเรียนการสอนผลจากการระดมสมอง ทำให้เกิดความคิดหลากหลาย นับจากดีที่สุดไปจนถึงแย่ที่สุด และกำจัดแนวคิดที่ไม่ดีออกไป นำแนวความคิดที่ดีมาจัดเรียบเรียงปรับปรุง เพิ่มเติม ด้วยการวิเคราะห์ภารกิจ

6. เขียนแผนภาพไหล(Flowchart) แสดงถึงลำดับขั้นตอนการทำงานของคอมพิวเตอร์แผนภาพไหลมีความสำคัญต่อการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพราะแผนภาพนี้จะช่วยให้ผู้ออกแบบและผู้เขียนมองเห็นปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญยิ่งของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าเกิดขึ้นในตอนใดของการเรียนด้วยการแสดง ภาพ สัญลักษณ์ การตัดสินใจ

7. การเขียนแผนโครงเรื่อง (Story Board) ลงบนกระดาษการเขียนแผนโครงเรื่อง หมายถึงกรรมวิธีการเตรียมตัวหนังสือและภาพเพื่อให้เหมาะต่อการนำเสนอด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ดังที่กล่าวในหัวข้อที่ 6 ว่า แผนภาพไหลแสดงการตัดสินใจ แผนโครงเรื่องจะเติมเต็มส่วนของเนื้อหาและการเสนอขั้นตอนการเขียนประกอบ ด้วยการยกวาง (Instructional Messages) ที่นักเรียนมองเห็นจริง เช่น การนำเสนอข้อมูล คำถาม การป้อนกลับ คำแนะนำ ภาพ ตัวชี้แนะ (Prompt) และภาพเคลื่อนไหว

8. การเขียนโปรแกรมบทเรียนนี้ เป็นกรรมวิธีการแปลความสิ่งที่เราเขียนไว้บนกระดาษให้เป็นลำดับขั้นตอนการสอนที่คอมพิวเตอร์เข้าใจ การเขียนโปรแกรมกระทำได้โดยใช้โปรแกรมหลากหลาย ที่มีข้อดีข้อเสียที่แตกต่างกัน

9. ผลิตภัณฑ์อุปกรณ์ประกอบ บทเรียนคอมพิวเตอร์จะสมบูรณ์ไม่ได้เลย ถ้าไม่มีการใช้งานร่วมกับ วัสดุ อุปกรณ์อื่น ๆ เช่น คู่มือผู้เรียน คู่มือผู้สอน คู่มือทางเทคนิค และการสอนเพิ่มเติม เนื่องจากผู้เรียนและผู้สอนมีความต้องการที่จำเป็นในการเรียนการสอนที่แตกต่างกันไป ผู้สอนจำเป็นต้องรู้วิธีการติดตั้งโปรแกรม การประเมินผลการเรียนและการนำวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ มาใช้ในหลักสูตร และผู้สอนต้องทราบว่าสมควรนำโปรแกรมนี้มาใช้งานหรือไม่ บทบาทของผู้สอนต่อผู้เรียนเป็นอย่างไร

10. การประเมินและปรับปรุง ขั้นตอนนี้เป็นการนำเอาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและวัสดุอุปกรณ์ข้างเคียงมาประเมินดูว่ามีหน้าตาเป็นอย่างไร ใช้งานได้ดังที่เราตั้งใจไว้หรือไม่อาจ

ให้ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการออกแบบมาตรวจสอบ เราเรียกขั้นตอนนี้ว่า การทบทวนบทเรียน (Lesson Review) ควรต้องรอดูผลการเรียนของผู้เรียนว่า เขามีผลการเรียนเพิ่มขึ้นในระดับใด บทเรียนจะต้องสามารถตอบสนองของผู้เรียนกลุ่มดังกล่าวที่เรามุ่งหวังไว้

## 2.4 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ได้มีการให้ความสนใจการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาตั้งแต่ตอนต้นทศวรรษที่ 1960 เนื่องจากพัฒนาการด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อันทันสมัย ทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์ราคาถูกลงมาก มีการพัฒนาวิธีการใช้ให้ง่ายขึ้น ขนาดเล็กลง สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก ทำให้คนเริ่มตื่นตัวและคิดหาความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์กันแพร่หลาย สำหรับประเทศไทยเริ่มมีการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในโรงเรียนมากขึ้น ตั้งแต่ในระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษา จนกลายเป็นวิชาบังคับในการศึกษาระดับอุดมศึกษา เมื่อเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นที่รู้จักในทุกสถาบัน การศึกษาจึงมีความคิดในการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการถ่ายทอดความรู้ ในลักษณะที่เป็นผู้ช่วยสอนแทนครู และการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อให้ได้รูปแบบที่ดีมีประโยชน์สูงสุดก็เริ่มขึ้น (ทักษิณา สนวนานนท์, 2530 : 225)

การออกแบบการเรียนการสอนโดยการนำเอาระบบความเข้าใจ(System Approach) มาใช้เป็นวิธีการหนึ่งในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพราะเป็นขั้นของการวิเคราะห์และสังเคราะห์กระบวนการอย่างลึกซึ้ง ทำให้ผู้พัฒนาบทเรียนเข้าใจและตระหนักถึงสภาพของผู้เรียน เนื้อหาของบทเรียน แนวทางในการถ่ายทอดบทเรียน และการวัดประเมินผลการเรียน โดยมีขั้นตอนดังนี้ (วสันต์ อดิศักดิ์, 2530 : 27)

1. ขั้นวิเคราะห์ผู้เรียน เป็นการศึกษาผู้เรียนเพื่อให้เข้าใจและรู้จักกลุ่มเป้าหมายอย่างถ่องแท้ก่อนที่จะพัฒนาบทเรียนให้เหมาะสม รวมทั้งพิจารณาถึงวัยเรียนและความสามารถในการใช้คอมพิวเตอร์ของผู้เรียนด้วย
2. ขั้นวิเคราะห์เนื้อหาของบทเรียน พิจารณาว่าบทเรียนที่นำมานั้น มีความเหมาะสมกับสื่อประเภทบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือไม่ นอกจากนี้ควรพิจารณาพิสัยของการเรียนรู้ด้วยว่าควรจะเน้นในด้านใด ด้านความรู้ความจำ ด้านเชาว์ปัญญา ด้านวิธีการคิด ด้านเจตคติ และด้านทักษะการปฏิบัติเป็นต้น
3. ขั้นพัฒนาเนื้อหาบทเรียน เป็นการนำบทเรียนที่วิเคราะห์ได้มาจัดเป็นหน่วย ซึ่งจะใช้เวลาเรียนมากน้อยตามความเหมาะสมสำหรับระดับมัธยมประมาณ 1-2 คาบ (คาบละ 50 นาที) จากนั้นมาแยกเป็นหัวเรื่องย่อย ๆ ที่ครอบคลุมเนื้อหาให้มีปริมาณเท่า ๆ กัน ควรจะตัดความ

ซ้ำซ้อนกันให้มากที่สุด และกำหนดแนวคิดขอบเขตของเรื่องที่จะสอนในหัวข้อหนึ่งควรมี หนึ่งความคิดรวบยอด

4. **ขั้นกำหนดวัตถุประสงค์** ควรเขียนเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ครอบคลุมผลของการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้มากที่สุดตามชนิดเนื้อหาของบทเรียน

5. **ขั้นพัฒนาแบบทดสอบ** เมื่อจัดแบบทดสอบเรียบร้อยแล้ว จึงคิดกิจกรรมในการเรียนการสอนที่จะทำให้ผู้เรียนสามารถทำแบบทดสอบนี้ได้ แบบทดสอบที่ใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีด้วยกัน 4 ชนิด คือ

5.1 **แบบทดสอบความรู้เดิม (Entry-Behaviors test)** เป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่ใช้เพื่อวัดความพร้อมของผู้เรียนก่อนเข้าเรียน หากผู้เรียนยังไม่มีความพร้อมจะต้องมีการซ่อมเสริมให้ผู้เรียนก่อน จนเกิดความพร้อม

5.2 **แบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest)** เป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ใช้เพื่อวัดความพร้อมในการที่จะเข้าศึกษาในหน่วยหนึ่ง ๆ

5.3 **แบบทดสอบด้วยตนเอง (Self-test)** เป็นแบบทดสอบขณะที่ยังเรียนแต่ละหัวเรื่องหรือแต่ละจุดประสงค์ ก่อนที่จะก้าวไปเรียนในหัวเรื่องต่อไป

5.4 **แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test)** เป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่เป็นคู่ขนานของแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อวัดดูว่าผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่

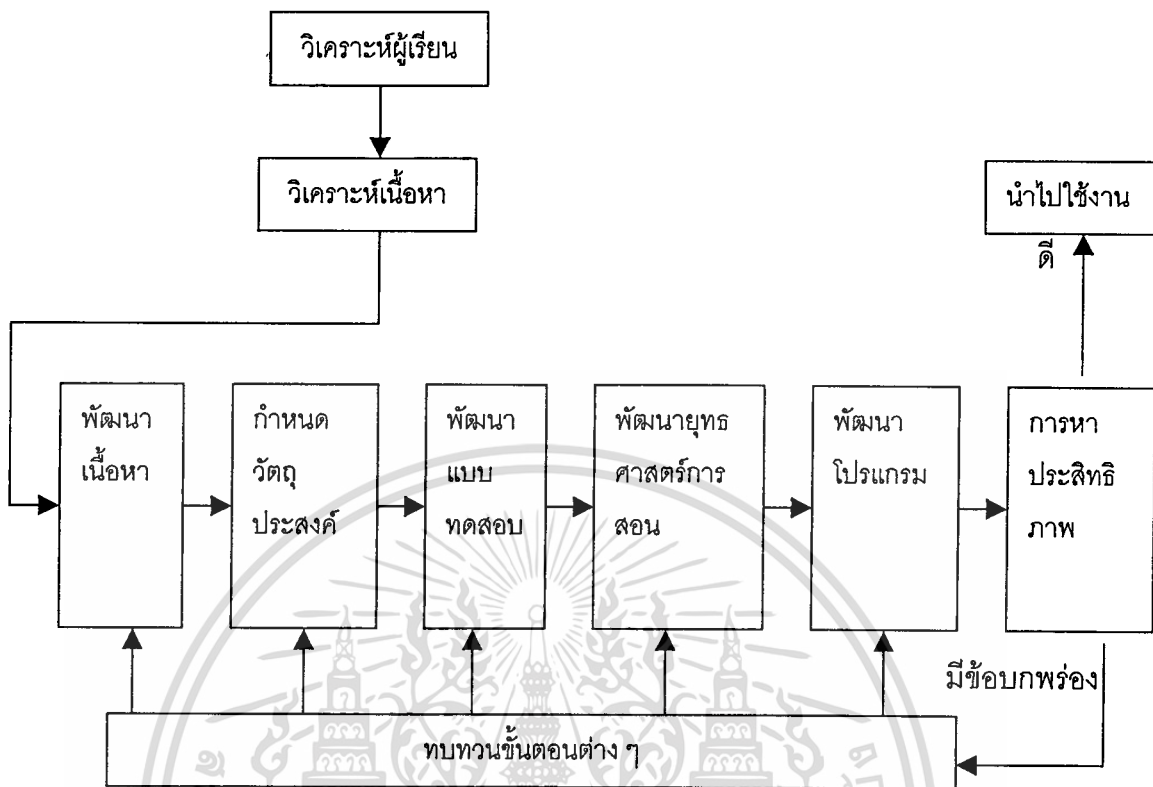
6. **ขั้นพัฒนายุทธศาสตร์การสอน** เลือกรูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เหมาะสม ซึ่งแต่ละประเภทมีวิธีการสอนของตนเอง

7. **ขั้นพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์** เป็นการนำบทเรียนมาเขียนเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ซึ่งสามารถทำได้โดยการเขียนด้วยภาษาเครื่องและโปรแกรมสำเร็จรูป

8. **ขั้นการหาประสิทธิภาพของบทเรียน** เป็นการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างไปทดลองใช้กับผู้เรียน เพื่อตรวจสอบข้อบกพร่อง และหาประสิทธิภาพของบทเรียน

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนมี 3 ขั้นตอนใหญ่ ๆ คือ การทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง การทดลองแบบกลุ่มย่อย และการทดลองแบบภาคสนาม หากบทเรียนมีประสิทธิภาพดีก็จะจัดทำสำเนาต่าง ๆ ของบทเรียนออกเผยแพร่ต่อไป หากยังบกพร่องอยู่ก็จะทำการทบทวนขั้นตอนต่าง ๆ เพื่อดำเนินการแก้ไขก่อนนำไปใช้จริงต่อไป

จากขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่กล่าวมาแล้วนั้น สามารถเขียนเป็นแผนภาพดังแสดงไว้ในภาพที่ 2.5 (วสันต์ อดิศักดิ์, 2530 : 17-26)



ภาพที่ 2.4 แผนภาพแสดงลำดับขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน  
(วสันต์ อดิศัพท์. 2530:17-26)

ทฤษฎีและหลักการเรียนรู้ตามแนวของกาเย่ 9 ขั้น ดังนี้

1. เรา้ความสนใจให้ผู้เรียนมีความตั้งใจ (Gain Attention) บทเรียนควรจะเริ่มด้วยลักษณะของการใช้ภาพ แสง สี เสียง หรือประกอบกันหลาย ๆ อย่าง การเตรียมตัวและกระตุ้นผู้เรียนขั้นแรก คือ การสร้าง Title ควรออกแบบเพื่อให้สายตาของผู้เรียนอยู่ที่จอภาพ กราฟิกที่ใช้ ควรเกี่ยวข้องกับเนื้อหา มีขนาดใหญ่ง่าย ไม่ซับซ้อน มีสี และเสียงที่สอดคล้องกับกราฟิก ใช้เทคนิคอื่น ๆ เข้าช่วย เพื่อแสดงการเคลื่อนไหว (Animation) กราฟิก ควรบอกชื่อเรื่องบทเรียนแสดงบนจอได้เร็ว และเหมาะสมกับวัยของผู้เรียนด้วย

2. บอกวัตถุประสงค์ของการเรียน(Specify Objective) จะบอกวัตถุประสงค์ของการเรียนซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้รู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหาและเค้าโครงเนื้อหา โดยหลักการเรียนการสอนแล้ว ควรจะกำหนดเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้ข้อความที่สั้น ได้ใจความ และเข้าใจได้ง่าย หากบทเรียนมีหลาย ๆ บทเรียนควรมีวัตถุประสงค์เฉพาะของแต่ละบทเรียนย่อย แต่ก็

ไม่ควรกำหนดวัตถุประสงค์หลายข้อเกินไปในเนื้อหาแต่ละส่วนและเพื่อให้วัตถุประสงค์น่าสนใจยิ่งขึ้น อาจใช้กราฟิกเข้าช่วย เช่น กรอบ ลูกศร และรูปทรงเรขาคณิต

ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทบทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge) ในขั้นทบทวนความรู้เดิม จะต้องหาวิธีการประเมินความรู้เดิมที่จำเป็นก่อนที่จะรับความรู้ใหม่ อาจจะเป็นไปในรูปแบบของการทดสอบก่อนการเรียนรู้ (Pre-test) หรือในรู้แบบของการกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดย้อนหลังถึงสิ่งที่ได้เรียนก่อนหน้า การกระตุ้นอาจแสดงด้วยคำพูด คำเขียน ภาพ หรือเป็นการผสมผสานกันแล้วแต่ความเหมาะสมกับเนื้อหาและควรให้กระตุ้นและตรงตามวัตถุประสงค์มากที่สุด

4. การเสนอเนื้อหา (Present Information) การเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาประกอบกับคำพูดที่สั้น ง่าย และได้ใจความ จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น และมีความคงทนในการจำ การใช้ภาพหนึ่งประกอบเนื้อหาในส่วนที่สำคัญ ส่วนเนื้อหาที่ยากและซับซ้อนควรใช้ภาพเคลื่อนไหวอธิบายตามลำดับขั้น และให้เน้นในส่วนสำคัญของข้อความสำคัญ โดยอาจเป็นการขีดเส้นใต้ การตีกรอบ การกระพริบ ฯลฯ ในแต่ละเฟรม ไม่ควรใช้สีพื้นสลับไปมา การให้ผู้ได้มีโอกาสได้ตอบบทเรียนด้วยการพิมพ์ หรือการใช้เมาส์ร่วมกับแป้นพิมพ์

5. ชี้แนะเพื่อการเรียนรู้ (Providing Learning Guidance) ตามหลักการเรียนรู้ ผู้เรียนจะจำได้ดี หากมีการจัดระบบการนำเสนอเนื้อหาที่ดีและสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิม การพยายามให้ผู้เรียนคิดหาเหตุผล ค้นคว้า และวิเคราะห์หาคำตอบด้วยตนเอง โดยผู้ออกแบบจะค่อย ๆ ชี้แนะจากจุดกว้าง ๆ และที่แคบลง จนผู้เรียนหาคำตอบได้เอง การแสดงให้ผู้เรียนได้เห็นถึงความสัมพันธ์ของเนื้อหาความรู้ และช่วยให้เห็นว่าสิ่งนั้นมีความสัมพันธ์กับสิ่งใหม่ การพยายามให้ตัวอย่างเพื่อนำมาเปรียบเทียบกันถึงความแตกต่าง เพื่อช่วยอธิบาย Concept ใหม่การเสนอเนื้อหาที่ยาก ควรให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมไปสู่นามธรรม เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจได้ง่ายขึ้น

6. กระตุ้นการตอบสนองของผู้เรียน (Elicit Response) การกระตุ้นให้ผู้เรียนมีโอกาสร่วมคิดร่วมกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา โดยที่พยายามให้ผู้เรียนได้ตอบสนองด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งตลอดการเรียน บทเรียน โดยถามคำถามเป็นช่วง ๆ ตามความเหมาะสมกับเนื้อหาวิชา ไร่ความคิดและไม่ควรถามครั้งเดียวหลาย ๆ คำถาม การพิมพ์คำตอบควรให้ผู้เรียนพิมพ์ข้อความสั้น ๆ ไม่ควรพิมพ์คำตอบยาวเกินไป และควรแสดงการตอบสนองของผู้เรียนบนเฟรมเดียวกับคำถาม

7. การให้ข้อมูลป้อนกลับและการเสริมแรง (Providing Feedback) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะกระตุ้นความสนใจมากขึ้น ถ้าบทเรียนนั้นถ้าทนายผู้เรียนโดยการบอกจุดหมายที่ชัดเจน และให้ Feedback เพื่อบอกว่าขณะนั้นผู้เรียนอยู่ตรงไหนห่างจากเป้าหมายเท่าใด การ Feedback ที่เป็นภาพจะช่วยไร่ความสนใจดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าภาพนั้นเป็นภาพที่ง่ายและเกี่ยวข้องกับเนื้อหา ซึ่งการให้ Feedback ทันที หลังจากที่เรียน โดยบอกให้ผู้เรียนทราบว่าได้ถูกหรือผิด การแสดงคำถาม คำตอบ และ Feedback บนเฟรมเดียวกัน เฉลยคำตอบที่ถูกหลังจากผู้เรียนทำผิด 2 – 3 ครั้ง การใช้เสียงสำหรับคำตอบที่ถูกต้องและคำตอบที่ผิด ที่แตกต่างกัน และคะแนนหรือ

เอกสารนี้เป็นเพื่อบอกความใกล้เคียงจากเป้าหมายการเรียนรู้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. การประเมินผลหลังบทเรียน (Assessing the Performance) การทดสอบหลังบทเรียน เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบตนเอง เพื่อเก็บคะแนน หรือเพื่อวัดว่าผู้เรียนผ่านเกณฑ์ต่ำสุด เพื่อที่จะศึกษาบทเรียนต่อไป ในการประเมินการเรียนรู้ จะต้องแน่ใจว่าสิ่งที่ต้องการวัดตรงกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน คำถาม คำตอบ และ Feedback ควรอยู่ในเฟรมเดียวกัน ควรให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบข้อความสั้นๆอธิบายวิธีการตอบคำถาม แบบทดสอบจะต้องมีความแม่นยำและความเชื่อถือได้ ควรใช้ภาพประกอบในแบบทดสอบ เพื่อสร้างความสนใจให้ผู้เรียนอย่างจะตอบคำถาม

9. การนำไปใช้และการจำ(Enhancing Retention and Transfer) จะเป็นการสรุปเฉพาะที่สำคัญรวมทั้งข้อเสนอแนะต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวน และนำช้คำถามปัญหาก่อนจบบทเรียนผู้สอนจะได้แนะนำการนำความรู้ใหม่ไปใช้ประโยชน์ทบทวนแนวความคิดที่สำคัญของเนื้อหา บอกผู้เรียนถึงแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการศึกษาต่อไป

## 2.5 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้เป็นเปอร์เซ็นต์ผลเฉลี่ยของคะแนนการประกอบกิจกรรมทั้งหมด ต่อเปอร์เซ็นต์ของผลการศึกษาหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด

นำระดับประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และเป็นระดับที่ผู้สอนพอใจหากบทเรียนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นก็มีคุณค่า น่าพอใจ เราเรียกระดับประสิทธิภาพที่น่าพอใจนั้นว่า "เกณฑ์ประสิทธิภาพ"

ตัวอย่าง 80:80 หมายถึง เมื่อได้เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้วผู้เรียนจะทำแบบฝึกหัดหรืองานได้ผลเฉลี่ย 80% และทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ผลเฉลี่ย 80%

### 2.5.1 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

การที่จะกำหนดเกณฑ์  $E_1; E_2$  ให้มีค่าเท่าใดนั้นให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจโดยปกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักตั้งไว้ 80:80 85:85 หรือ 90:90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะหรือเจตคติอาจตั้งไว้ต่ำกว่านี้เช่น 75:75 เป็นต้นอย่างไรก็ตามไม่ควรตั้งเกณฑ์ไว้ต่ำ เพราะตั้งเกณฑ์ไว้เท่าใด ก็มักได้ผลเท่านั้น (อิทธิพร ศรียมก. 2532:245-253)

จะเห็นว่าการกำหนดประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นนั้นมีเกณฑ์ไม่เหมือนกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเนื้อหาวิชาที่นำมาจัดสร้างเป็นบทเรียนว่า เป็นเนื้อหาประเภทใด การกำหนดประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในส่วนที่เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับ ความรู้ ความจำ จะตั้งค่าประสิทธิภาพไว้สูงกว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับทักษะหรือเจตคติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.5.2 การหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนขึ้นมาจำเป็นที่มีการทดสอบ เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนก่อนนำไปใช้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ในฐานะที่เป็นสื่อการสอนอย่างหนึ่งจำเป็นต้องเป็นสื่อที่ผ่านการทดสอบ (Test Media) เพื่อหาประสิทธิภาพให้ถึงระดับที่ยอมรับได้

ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง คุณภาพของบทเรียนในการสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ถึงระดับเกณฑ์ที่คาดหวังได้ เมื่อพิจารณาบทเรียนจากความหมายดังกล่าวสามารถนำมาวิเคราะห์ได้ว่า ในการดำเนินการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีประสิทธิภาพต้องมีจุดประสงค์ เนื้อหา กระบวนการเรียนเกณฑ์มาตรฐานและการประเมินเป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะให้เกิดประสิทธิภาพได้ การหาประสิทธิภาพที่วัดออกมาจะพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์การทำแบบฝึกหัด หรือกระบวนการปฏิสัมพันธ์ กับเปอร์เซ็นต์การทำแบบทดสอบเมื่อจบบทเรียน แสดงค่าเป็นตัวเลข 2 ตัว เช่น 80:80 85:85 90:90 โดยตัวแรก คือ เปอร์เซ็นต์ของผู้ที่ทำแบบฝึกหัดถูกต้องจะถือเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ และเลขตัวหลัง คือ เปอร์เซ็นต์ของผู้ทำแบบทดสอบถูกต้องโดยจะถือเป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์ เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งยึดหลักการและทฤษฎีการสร้างที่ยึดถือความแตกต่างระหว่างบุคคลเช่นเดียวกับบทเรียนโปรแกรม จึงพิจารณาประสิทธิภาพของกระบวนการและประสิทธิภาพของผลลัพธ์เช่นเดียวกัน

หลังจากคำนวณหาค่า  $E_1$  และ  $E_2$  แล้วผลลัพธ์ที่ได้มักจะใกล้เคียงกันและห่างกันไม่เกิน 5% ซึ่งเป็นตัวชี้ที่ยืนยันได้ว่า นักศึกษาได้มีการเปลี่ยนพฤติกรรมต่อเนื่องตามลำดับขั้นหรือไม่ ก่อนจะมีการเปลี่ยนพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (อิทธิพร ศรียมก. 2532:245 - 253)

โดยปกติในการทดลองแบบกลุ่มเล็ก ค่าประสิทธิภาพที่ได้จะเกือบเท่าเกณฑ์โดยเฉลี่ยจะห่างจากเกณฑ์ประมาณ 10% ส่วนค่าประสิทธิภาพที่ได้จากการทดลองภาคสนาม ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากต่ำกว่าจากเกณฑ์ไม่เกิน 2.5% ก็ให้ยอมรับ หากแตกต่างกันมากผู้สอนต้องกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพใหม่ โดยยึดสภาพความจริงเป็นเกณฑ์ เช่น ทดสอบหาประสิทธิภาพแล้วได้ 83.5:84.5 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับเกณฑ์ 85:85 ที่ตั้งไว้แต่ถ้าตั้งเกณฑ์ไว้ 75:75 เมื่อผลการทดลองเป็น 83.5:85.4 ก็อาจเลื่อนเกณฑ์ขึ้นมาเป็น 85:85

## 2.6 หลักการสร้างและหาคุณภาพแบบทดสอบ

### 2.6.1 ลักษณะของแบบทดสอบหรือเครื่องมือวัดผลที่ดี

กัญญา ลินทรัตน์ศิริกุล (2526:60-62) แบบทดสอบหรือเครื่องมือวัดผลที่ดีต้องมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. ความตรง (Validity) ความตรงนับว่าเป็นลักษณะที่สำคัญที่สุดของแบบทดสอบ ซึ่งหมายถึงความแม่นยำของคะแนนสอบในการวัดในสิ่งที่แบบทดสอบต้องการจะวัด หรือสิ่งที่แบบทดสอบควรจะวัด ความตรงของแบบทดสอบอาจมีได้หลายชนิด ดังต่อไปนี้คือ

1.1 ความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) คือ สภาพที่แบบทดสอบนั้นครอบคลุมเนื้อหาอย่างน้อยเพียงใด ถ้าแบบทดสอบใดครอบคลุมเนื้อหา ได้ครบตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ แบบทดสอบนั้นได้ชื่อว่ามี ความตรงตามเนื้อหาสูง ในทางปฏิบัติสิ่งที่จะช่วยให้ แบบทดสอบครอบคลุมเนื้อหา คือ แผนผังการออกข้อสอบ ซึ่งจะ เป็นสิ่งบังคับลักษณะเนื้อหาและพฤติกรรมที่จะนำมาใช้สร้างแบบทดสอบ แผนผังการออกข้อสอบนี้จะสร้างมาจากการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1.2 ความตรงตามสภาพ (Concurrent Validity) คือ ลักษณะที่แบบทดสอบที่วัดความสามารถหรือพฤติกรรมใด ๆ ก็ตาม เมื่อผู้ที่ถูกทดสอบโดยแบบทดสอบนั้นไปแสดงพฤติกรรมปฏิบัติจริง ๆ จะสามารถแสดงพฤติกรรมนั้นได้สอดคล้องกับความสามารถที่ได้จากการทดสอบ เช่นนักเรียนผู้หนึ่งสอบได้คะแนนดีเยี่ยมในวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนได้ เมื่อให้นักเรียนลองแก้ปัญหาเศษส่วนที่นอกเหนือจากที่แบบทดสอบกำหนด นักเรียนผู้นั้นก็ยังสามารถแก้ปัญหาโจทย์ได้อย่างดีเยี่ยม แบบทดสอบคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนฉบับนี้กล่าวได้ว่า มีความตรงตามสภาพสูง

1.3 ความตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive Validity) คือ ลักษณะที่แบบทดสอบสามารถจะพยากรณ์พฤติกรรมใด ๆ ที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมที่กำหนดไว้ในแบบทดสอบได้ ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้อาจกล่าวได้ว่าเป็นความสัมพันธ์สอดคล้องกันระหว่างค่าที่ได้จากการวัดพฤติกรรมโดยใช้แบบทดสอบกับค่าที่ได้จากการวัดพฤติกรรมอื่น ๆ ในอนาคต เช่น คะแนนสอบคัดเลือกเด็กนักเรียนเข้าเรียน มีความสัมพันธ์กันสูงกับคะแนนเฉลี่ยประจำปีการศึกษาของนักเรียนดังกล่าว กล่าวได้ว่าแบบทดสอบที่ใช้คัดเลือกนักเรียนเป็นแบบทดสอบที่มีความตรงเชิงพยากรณ์สูง

1.4 ความตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) คือ ลักษณะที่แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบในแบบทดสอบกับพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด เช่นลักษณะในแบบทดสอบ ต้องสอดคล้องกับแผนผังการสร้างแบบทดสอบมากที่สุดจึงจะถือว่าแบบทดสอบนั้นมีความตรงตามโครงสร้างสูง

2. ความเป็นปรนัย (Objectivity) คือ ลักษณะที่แสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบนั้นจะสามารถวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์มากน้อยเพียงใด ซึ่งการที่จะวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์นั้นจะต้องควบคุมในสิ่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

2.1 ต้องสร้างคำถามให้ชัดเจนอย่าใช้ภาษาที่กำกวม ทั้งนี้เพื่อผู้เข้าสอบเข้าใจคำถามตรงกันกับความต้องการของผู้สร้างข้อสอบ ถ้าคำถามไม่ชัดเจน จะทำให้ความเป็นปรนัยน้อยลง

2.2 เกณฑ์การให้คะแนนต้องแน่ชัด ไม่ว่าจะตรวจข้อสอบเมื่อใดและใครเป็นผู้ตรวจก็จะได้คะแนนเท่ากันเสมอ การให้คะแนนต้องพยายามตัดความคิดเป็นส่วนตัวให้มากที่สุด เช่น กำหนดการให้คะแนนว่า ถ้าผิดได้ 0 ถูกได้ 1 วิธีการนี้จะทำให้การให้คะแนนเป็นปรนัยมากที่สุด

2.3 ความสมดุลย์ (Balance) แบบทดสอบจะมีความตรงตามเนื้อหาได้จะต้องวัดพฤติกรรมที่เกี่ยวกับเนื้อหาที่สอนได้ครอบคลุมทั้งเนื้อหาและวัตถุประสงค์ สัดส่วนของคำถามเป็นไปตามแผนผังการออกข้อสอบ (table of specification) มิฉะนั้นครูอาจจะออกข้อสอบในเนื้อหาที่เพิ่งสอนเสร็จใหม่ ๆ มากเกินไป

2.4 ความยุติธรรม (Fairness) ผู้สอบทุกคนมีโอกาสที่จะตอบถูก ถ้ามีความรู้ในเนื้อหาแบบทดสอบนั้น ๆ ข้อสอบจึงต้องมีความชัดเจนไม่คลุมเครือ ถ้าจะลงผู้เข้าสอบก็ควรจะลงด้วยสถานการณ์ในเนื้อหาของข้อสอบ มิใช่เพราะความคลุมเครือของภาษาที่ใช้ออกข้อสอบ

2.5 ความเที่ยง (Reliability) คือ ลักษณะความคงที่ของแบบทดสอบ กล่าวคือข้อสอบที่ดีนั้นถ้าใช้วัดหรือ สอบบุคคลเดียวกันในช่วงระยะเวลาที่ห่างกันพอควรจะได้คะแนนเท่ากัน ทั้งในการสอบครั้งแรกและการสอบครั้งหลัง องค์ประกอบที่สำคัญ 3 ประการ ที่มีอิทธิพลต่อความเที่ยงคือ

2.5.1 ความยากของแบบทดสอบควรเหมาะสมกับความสามารถของผู้เข้าสอบ ถ้าแบบทดสอบยากหรือง่ายเกินไปจะทำให้ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบต่ำ

2.5.2 ความเป็นปรนัย และการให้คะแนนที่คงที่ แบบทดสอบจะมีความเที่ยงสูง

2.5.3 แบบทดสอบจะมีความเที่ยงสูง ถ้าผู้เข้าสอบอยู่ในสภาพปกติ ทั้งทางอารมณ์และร่างกายขณะกำลังสอบ

6. ประสิทธิภาพในการนำไปใช้ (Efficiency) หมายถึง การประหยัดเวลาในการสร้างแบบทดสอบ การดำเนินการสอบ การทำแบบทดสอบ และการตรวจให้คะแนน

7. ความยาก (Difficulty) แบบทดสอบนั้นควรมีความยากพอเหมาะถ้ามีความยาก หรือ ง่ายเกินไปจะมีผลทำให้ความเที่ยงน้อย โดยทั่วไปแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ควรมีค่าความยากในช่วง .30 ถึง .80

8. อำนาจจำแนก (Discrimination) แบบทดสอบแต่ละข้อจะต้องสามารถแยกคนเก่งออกจากคนไม่เก่งได้ กล่าวคือคนเก่งจะตอบถูกแต่คนไม่เก่งจะตอบผิด โดยทั่วไปแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ควรมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .30 ขึ้นไป

9. ความเฉพาะเจาะจง (Specificity) แบบทดสอบที่ดีนั้น ผู้มีความสามารถเฉพาะเรื่องนั้น ๆ จึงจะตอบข้อสอบนั้นได้ ถ้าผู้สอบไม่มีความสามารถในการแก้ปัญหาโดยทั่ว ๆ ไปแล้วจะไม่สามารถตอบได้

10. ใช้เวลาพอเหมาะ (Speededness) กล่าวคือ เวลาต้องกำหนดให้พอเหมาะไม่มากหรือน้อยจนเกินไป ถ้ากำหนดเวลาให้น้อยจนเกินไป และผู้สอบไม่สามารถทำแบบทดสอบได้หมดทุกข้อจะทำให้ไม่สามารถใช้แบบทดสอบวัดพฤติกรรมของผู้เข้าสอบได้หมดตามที่ตั้งวัตถุประสงค์ไว้ทำให้แบบทดสอบนั้นขาดความตรงตามเนื้อหาได้ โดยทั่วไปเวลาที่พอเหมาะสำหรับแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ควรเป็นเวลาให้ผู้เข้าสอบประมาณ 90 % ทำข้อสอบฉบับนั้นเสร็จ

ลักษณะที่ดีของแบบทดสอบที่กล่าวมาทั้ง 10 ข้อ นับว่าสำคัญยิ่งที่ผู้พัฒนาแบบทดสอบต้องคำนึงถึง เพราะถ้าขาดข้อใดข้อหนึ่งจะทำให้การวัดและประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ขาดความถูกต้องทำให้การอธิบายพฤติกรรมการเรียนรู้ขาดความหมายที่แท้จริงไปในที่สุด

## 2.6.2 การวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

วัตถุประสงค์ที่ผู้สอนต้องการให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะของพฤติกรรมมีอยู่ 3 กลุ่ม คือ พฤติกรรมการเรียนรู้กลุ่มพุทธิพิสัย (Cognitive domain) พฤติกรรมการเรียนรู้กลุ่มเจตพิสัย (Affective domain) และพฤติกรรมการเรียนรู้กลุ่มทักษะพิสัย (Psychomotor domain) ซึ่งแต่ละกลุ่มพฤติกรรมการเรียนรู้ คือ

พฤติกรรมการเรียนรู้กลุ่มพุทธิพิสัย เป็นความสามารถและทักษะทางด้านสมองในการคิดเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ซึ่งแบ่งย่อยได้เป็น 6 ชั้นดังนี้ (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2531:26)

1. ความรู้-ความจำ (Knowledge) เป็นความสามารถในการจำหรือระลึกได้ซึ่งมวลประสบการณ์ต่าง ๆ ที่เคยได้รับรู้มา

1.1 ความรู้เฉพาะเรื่องเฉพาะอย่าง เป็นการระลึกถึงข้อสนเทศในส่วนเล็กน้อย ๆ เฉพาะอย่างที่แยกได้โดด ๆ

1.1.1 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์ เกี่ยวกับความหมายของคำ

1.1.2 ความรู้เกี่ยวกับความจริงเฉพาะอย่าง เช่น วัน เดือน ปีเหตุการณ์ สถานที่ ฯลฯ

1.2 ความรู้เกี่ยวกับวิถีทางและวิธีการดำเนินงานเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ

1.2.1 ความรู้ในเรื่องระเบียบ แบบแผน ประเพณี

1.2.2 ความรู้เกี่ยวกับแนวโน้มและลำดับก่อนหลัง

1.2.3 ความรู้ในแยกประเภทและจัดหมวดหมู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของสำนักงานส่งเสริมการศึกษานอกระบบฯ อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.4 ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์

1.2.5 ความรู้เกี่ยวกับระเบียบวิธีและกระบวนการ

1.3 ความรู้เกี่ยวกับการรวบรวมแนวคิดและโครงสร้าง

1.3.1 ความรู้เกี่ยวกับหลักการและข้อสรุปทั่วไป

1.3.2 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้าง

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นความสามารถในการแปลความ ตีความหมายและขยายความในเรื่องราวและเหตุการณ์ต่าง ๆ แยกได้เป็น 3 ลักษณะดังนี้

2.1 การแปลความ เป็นการจับใจความให้ถูกต้องกับสิ่งที่สื่อความหมายหรือจากอีกภาษาหนึ่ง หรือจากรูปแบบหนึ่งของสื่อสารไปสู่อีกรูปแบบหนึ่ง

2.2 การตีความหมาย เป็นการอธิบายความหมาย หรือสรุปเรื่องราวโดยการจัดระเบียบใหม่ รวบรวมเรียบเรียงเนื้อหาใหม่

2.3 การขยายความ เป็นการขยายเนื้อหาที่เหนือไปกว่าขอบเขตที่รู้ เป็นการขยายข้อความอ้างอิง หรือแนวโน้มที่เกินเลยจากข้อมูล

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการนำสาระสำคัญต่าง ๆ ไปใช้ในสถานการณ์จริง หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งว่าเป็นการใช้ความเป็นนามธรรมในสถานการณ์รูปธรรม ซึ่งความเป็นนามธรรมอาจจะอยู่ในรูปความคิดทั่วไป กฎเกณฑ์ เทคนิค และทฤษฎี ฯลฯ

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแยกการสื่อความหมายไปสู่หน่วยย่อยเป็นองค์ประกอบสำคัญ ๆ หรือเป็นส่วน ๆ เพื่อให้ได้ลำดับขั้นของความคิด ความสัมพันธ์กัน การวิเคราะห์เช่นนี้ก็เพื่อมุ่งที่จะให้การสื่อความหมายมีความชัดเจนยิ่งขึ้น อาจจำแนกได้ 3 ลักษณะดังนี้

4.1 การวิเคราะห์ส่วนประกอบ เป็นการชี้ให้เห็นหน่วยย่อย ๆ ที่เป็นส่วนประกอบอยู่ในสิ่งที่สื่อความหมาย

4.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นการแยกการประสานหรือความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ในสิ่งที่สื่อความหมาย

4.3 การวิเคราะห์หลักการในเชิงจัดดำเนินงาน เป็นการชี้ให้เห็นระบบจัดการและวิธีการรวบรวมองค์ประกอบต่าง ๆ เข้าด้วยกัน

5. การสังเคราะห์ เป็นความสามารถในการนำหน่วยต่าง ๆ เข้าเป็นเรื่องเดียวกัน จัดเรียบเรียงและรวบรวมเพื่อสร้างแบบแผนใหม่ที่ไม่เคยมีมาก่อน จำแนกได้ 3 ลักษณะคือ

5.1 การสังเคราะห์ข้อความ เป็นการผูกข้อความขึ้นโดยการพูดหรือเขียนเพื่อสื่อความคิดความรู้สึก หรือประสบการณ์ไปยังผู้อื่น

5.2 การสังเคราะห์แผนงาน เป็นการพัฒนาแผนการทำงานที่สอดคล้องกับความต้องการของงานที่ได้รับมอบหมายหรือคิดทำขึ้นเอง

5.3 การสังเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นการพัฒนาชุดของความสัมพันธ์เชิงนามธรรมขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องจำแนกบางอย่างจากข้อความเบื้องต้น

6. การประเมินค่า เป็นความสามารถในการตัดสินคุณค่าของเนื้อหา วัสดุอุปกรณ์ และวิธีการ ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพที่สอดคล้องกับเกณฑ์ ซึ่งอาจกำหนดเกณฑ์ขึ้นเอง จำแนกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

6.1 การประเมินค่าตามเกณฑ์ภายใน เป็นการประเมินค่าความถูกต้องของวัสดุอุปกรณ์ข้อความ เหตุการณ์ตามคุณสมบัติประจำตัวของวัสดุอุปกรณ์ ข้อความหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

6.2 การประเมินตามเกณฑ์ภายนอก เป็นการประเมินค่าโดยอ้างอิงกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้

### 2.6.3 ขั้นตอนทำตารางวิเคราะห์หลักสูตร

การสร้างตารางกำหนดน้ำหนักคะแนนและเกณฑ์ผ่าน (ตารางวิเคราะห์หลักสูตร) จะจัดทำเป็นตาราง 2 ทาง โดยแนวนอนด้านซ้ายมือของตารางจะเขียนหัวข้อเนื้อหาวิชา หรือชื่อหน่วยเรียนที่ตามวัตถุประสงค์ ส่วนแนวตั้งด้านบนของตารางจะมีคะแนนรายหน่วย เกณฑ์ผ่านรายหน่วย (%) และวัดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมต่าง ๆ ตารางนี้จะสรุปและชี้แนะแนวทางในการนำไปสร้างเครื่องมือวัดผลการเรียนการสอน ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การสอนเป็นทั้งกรอบและทิศทางให้ผู้สอนใช้สอนและประเมินผลการเรียน ขั้นตอนการเขียนตารางมีดังนี้ (วินัย รังสีนนท์, 2526:76-77)

1. เขียนชื่อหน่วยเรียนลงในช่องชื่อหน่วยเรียน
2. กำหนดน้ำหนักของคะแนนรายหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้จะต้องหักส่วนของคะแนนทางด้านจิตพิสัย (กรณีที่ไม่แยกให้คะแนนจิตพิสัยเป็นรายหน่วย) และคะแนนงานที่มอบหมาย ออกรวมคะแนนรายหน่วยจะไม่ถึง 100% คณะกรรมการจะร่วมกันกำหนดคะแนนรายหน่วยทั้งหมด

3. ให้น้ำหนักคะแนนของพฤติกรรมรายหน่วยเรียน โดยเขียนตัวเลขแสดงความหนักเบาตรงตามช่องระดับ และประเภทของพฤติกรรมในแต่ละหน่วยเรียน โดยให้น้ำหนักรวมของพฤติกรรมเท่ากับคะแนนรายหน่วย ทำจนครบทุกหน่วยเรียน

4. คณะกรรมการร่วมกันกำหนดเกณฑ์ผ่านในแต่ละหน่วยเรียน (คิดเป็นเปอร์เซ็นต์)

5. การให้น้ำหนักคะแนนของพฤติกรรมในแต่ละหน่วยเรียน จะต้องไม่ให้น้ำหนักในช่องพฤติกรรมที่เกินกว่าระดับจุดประสงค์ปลายทางของหน่วยเรียนนั้น

แม้ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การให้น้ำหนักพฤติกรรมประเภทใด จะต้องจุดประสงค์ทั่วไปปลายทางเป็นหลัก
7. ปฏิบัติการบางอย่างที่เกี่ยวกับการวางแผน หรือฝึกทักษะ จะใช้ความสามารถด้านสติปัญญาหรือพุทธิพิสัย
8. พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยในตาราง จะพิจารณาจากจุดประสงค์ทั่วไปของแต่ละหน่วยเรียน ในทางปฏิบัติคณะกรรมการจัดทำตารางนี้แยกย่อยพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยทั้ง 6 ระดับไว้ ก็เพื่อความชัดเจนยิ่งขึ้น จากข้อ 4-8 เป็นข้อสังเกตใช้ในการเขียนตารางวิเคราะห์หลักสูตร

#### 2.6.4 การเขียนสร้างข้อสอบ

ก่อนที่จะทราบถึงชนิด อยากรจะให้ทราบถึงลักษณะและหลักการทั่ว ๆ ไปในการเขียนสร้างข้อสอบ ดังนี้ (สมบุญ สิริวงศ. 2540 : 103-105)

1. ชนิดของข้อสอบที่ใช้วัดพฤติกรรมของผู้เรียนอาจแบ่งได้เป็น 2 ชนิดคือ

- 1.1 ข้อสอบแบบที่ผู้สอบจะต้องตอบยาว ซึ่งได้แก่ข้อสอบบรรยายข้อคำถามที่ให้ ซึ่งมีลักษณะเขียนตอบแบบเรียงความ

- 1.2 ข้อสอบที่ผู้สอบจะต้องตอบสั้น (หรือที่เรียกว่า Objective test) ซึ่งได้แก่ข้อสอบมี 4 แบบดังนี้

- 1.2.1 ข้อสอบ แบบ ถูก-ผิด (True-False) ข้อสอบแบบนี้ประกอบด้วยข้อความที่มีความยาวพอประมาณ และมักจะเว้นช่องว่างไว้หน้าหรือหลังข้อความ จะให้กาเครื่องหมายถูก-ผิด ข้อสอบชนิดนี้ผู้สอบจะเดาได้ง่าย เพราะโอกาสถูกมี 50% ถ้าผู้สอบเดาคำตอบ

- 1.2.2 ข้อสอบ แบบเติมคำ ข้อสอบแบบนี้ประกอบด้วยข้อความที่มีความยาวพอประมาณ ของคำถามและคำตอบ มักจะเว้นช่องว่างไว้ข้างหน้าหรือข้างหลังข้อความ เพื่อให้ผู้สอบได้เขียนคำตอบลงในช่องว่างนี้ ข้อสอบชนิดนี้ผู้สอบจะเดาไม่ได้เลยต้องใช้ความรู้- ความจำ ความเข้าใจ ในการเขียนคำตอบตอบลงไป

- 1.2.3 ข้อสอบ แบบจับคู่ (Matching) ข้อสอบแบบนี้มักจะมีข้อความอยู่ 2 กลุ่ม มักจะมีความหมายตรงกันพอที่จะคู่กันครบได้ ข้อความของสองกลุ่ม ควรเป็นความหมายสั้น ไม่ยาวนัก และมีความสัมพันธ์ในรูปใดรูปแบบหนึ่ง อาจมีความหมายตรงกัน แต่อย่างไรก็ตาม ถ้าความสัมพันธ์ของข้อความทั้งสองกลุ่มนี้เข้าใจยากเกินไปหรือผู้สร้างข้อสอบเข้าใจเพียงผู้เดียวข้อสอบนี้จะยากมาก อาจจะทำให้ข้อสอบขาดทั้งความเที่ยงและความตรงได้

- 1.2.4 ข้อสอบ แบบเลือกคำตอบ (Multiple choice) ข้อสอบชนิดนี้จะประกอบด้วย 2 ส่วน คือส่วนที่เป็นสถานการณ์ของโจทย์ซึ่งเรียกว่า "คำถาม" หรือ "Stem" อีกส่วนหนึ่งคือ "ตัวเลือก" หรือเรียกว่า "Alternative" ข้อสอบชนิดนี้นับว่าเป็นข้อสอบที่นิยมสร้างกันมากในการใช้วัดเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตัวเลือกจะมีกี่ตัวเลือกก็ได้โดยทั่วไปมักนิยมอยู่ระหว่าง 4-5 ตัวเลือก ยิ่งเพิ่มตัวเลือกมากโอกาสที่ผู้สอบจะเดาได้ถูกมีน้อยมาก ข้อสอบชนิดนี้คือ

ตัวคำถาม จะสร้างสถานการณ์ในรูปแบบให้ผู้เข้าสอบได้ใช้ความคิด แสดงพฤติกรรมกลุ่มพฤติกรรม การเรียนรู้พุทธิพิสัยซึ่งได้แก่ ความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมิน หรือกลุ่มพฤติกรรมการเรียนรู้เจตพิสัย หรือกลุ่มพฤติกรรมการเรียนรู้ ทักษะพิสัย

## 2. เขียนข้อสอบแบบเลือกตอบ

### 2.1 ลักษณะของข้อสอบเลือกตอบดังนี้

2.1.1 ข้อสอบควรเป็นเครื่องมือวัดส่วนสำคัญของผลการเรียนทั้งหมด

2.1.2 ข้อสอบควรตอบสนองวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่วางไว้

2.1.3 แบบทดสอบทั้งชุด ควรเป็นที่รวมของลักษณะต่าง ๆ ของข้อสอบกล่าวคือ ในการสร้างข้อสอบควรยึดแผนผังการสร้างข้อสอบเป็นหลัก

2.1.4 แบบทดสอบที่สร้างขึ้นมานั้นควรนำไปใช้ให้เหมาะสมและสอดคล้องกับสถานการณ์ที่ต้องการใช้สอบ

2.1.5 โดยธรรมชาติของแบบทดสอบแล้ว ควรจะวัดได้ตรงกับเป้าหมายที่ต้องการวัด

2.2 หลักการเขียนข้อคำถามแบบเลือกตอบ การเขียนมีหลักการ (Gronlund, 1985 : 180-191) ดังนี้

#### 2.2.1 หลักการเขียนตัวคำถาม (Stem)

1. ตัวคำถามทุกข้อต้องมีความหมายในตัวเองอย่างสมบูรณ์ และถามปัญหาอย่างเฉพาะเจาะจง

2. เขียนตัวคำถามให้ชัดเจน ถ้าหากมีคำซ้ำในตัวคำตอบควรจะเขียนไว้ในตัวคำถาม

3. ตัวคำถามแต่ละข้อควรถามปัญหาหลักเพียงปัญหาเดียว

4. ตัวคำถามแต่ละข้ออย่าให้เกี่ยวข้องกัน เพื่อหลักการแนะนำคำตอบให้ข้ออื่น

5. หลีกเลี่ยงคำหรือข้อความที่แนะนำคำตอบที่ถูกต้อง

6. ควรหลีกเลี่ยงการใช้ประโยคปฏิเสธ หากจำเป็นให้ขีดเส้นใต้คำปฏิเสธนั้น

#### 2.2.2 หลักการเขียนคำตอบหรือตัวเลือก (Option)

1. เนื้อหาของตัวคำตอบทุกตัวควรเป็นเรื่องเดียว

2. ตัวคำตอบทั้งหมดควรมีโอกาสถูกพอ ๆ กัน

3. ตัวคำตอบทุกตัวควรง่ายพอ ๆ กัน

4. ภาษาที่ใช้ในคำตอบไม่ควรสอดคล้องหรือตรงกับตัวคำถาม

5. ตัวคำตอบทุกตัว ในแต่ละข้อควรสั้น-ยาวใกล้เคียงกัน

6. ตัวคำตอบที่ถูกควรเรียงกระจายคละกันและให้ไปตามตัวคำตอบทุกตัว

เท่า ๆ กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้วยการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ไม่ควรใช้ตัวคำตอบที่ว่า ทุกข้อถูกหมด ทุกข้อผิดหมด หรือ ไม่มีข้อใดถูก

8. ใช้ภาษาให้เหมาะกับผู้ตอบ และตัวคำตอบเป็นตัวเลขควรใส่ตำแหน่ง

เรียงกัน

9. ตัวคำตอบแต่ละตัวต้องเป็นอิสระกัน ในข้อควรมีตัวคำตอบถูกเพียงตัวเดียว

2.3 ข้อดีและข้อเสียของข้อสอบแบบเลือกตอบ (นิภา เมธาวิชัย. 2536:77-78)

2.3.1 ข้อสอบมีความเชื่อมั่นสูง เพราะมีโอกาสเดาถูกน้อยกว่าข้อสอบปรนัยแบบอื่น

2.3.2 ข้อสอบมีความเที่ยงตรงสูง เพราะสร้างข้อได้มากข้อและสร้างได้ตามตาราง

วิเคราะห์หลักสูตร

2.3.3 ข้อสอบแบบเลือกตอบ เหมาะที่จะทำการวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงคุณภาพของข้อสอบเป็นข้อสอบมาตรฐาน

2.3.4 ข้อสอบแบบเลือกตอบ สามารถใช้แผนผัง รูปภาพ กราฟ เป็นคำถามและตัวเลือกได้ ทำให้นักเรียนสนใจมากกว่าแบบอื่น

2.3.5 ข้อสอบแบบเลือกตอบ คำถามไม่กำกวม มีคำตอบให้เลือก

2.3.6 ข้อสอบมีความเที่ยงธรรม การตรวจให้คะแนนมีความเป็นปรนัย

2.3.7 ข้อสอบใช้ได้ทุกวิชาเกือบทุกระดับชั้น สามารถวินิจฉัยได้ว่านักเรียนมีความบกพร่อง หรือไม่เข้าใจวิชาที่เรียนอย่างไรบ้าง โดยดูจากตัวลวงของข้อสอบ

2.3.8 ข้อสอบวัดความสามารถทางสติปัญญาได้ทุกระดับ ตั้งแต่ ความรู้ จนถึง การประเมินค่า

2.3.9 ข้อสอบชนิดนี้ คือ ตัวคำถาม จะสร้างสถานการณ์ในรูปแบบใดก็ได้โดยจะสร้างสถานการณ์ เพื่อให้ผู้เข้าสอบได้ใช้ความคิดที่จะแสดงพฤติกรรมกลุ่มพฤติกรรมการเรียนรู้ พฤติพิสัย

2.3.10 ข้อสอบสร้างยาก ผู้เขียนข้อสอบต้องอาศัยเวลา ประสบการณ์ และทักษะอย่างมาก มิฉะนั้นจะได้แต่ข้อสอบวัดความรู้ ความจำ เป็นส่วนใหญ่สิ่งที่ทำให้ข้อสอบสร้างยากคือ ตัวลวง และคำถามวัดสมรรถภาพทางสมองขั้นสูง

2.3.11 ค่าใช้จ่ายสูงกว่าข้อสอบแบบอื่น

2.3.12 ข้อสอบไม่สามารถวัดทักษะในการเขียน ความคิด การวางแผน การเสนอความคิด และไม่ส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2.6.6 การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

สมจิตรา เรืองศรี (2540 : 140-150) เครื่องมือทุกชนิดที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย ก่อนจะนำไปใช้จริงจะต้องมีการตรวจสอบคุณภาพเสียก่อน คุณภาพที่จำเป็นต้อง

เอกสาร ตรวจสอบทั้ง 2 อย่าง คือ รับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1. คุณภาพของเครื่องมือทั้งฉบับได้แก่

1.1 ความเชื่อมั่น(Reliability)ของเครื่องมือ หมายถึง ความคงที่ของผลการวัดของเครื่องมือในการวัดสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เช่น แบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่นสูงจะนำไปสอบกับนักเรียนกี่ครั้ง ผู้สอบจะได้คะแนนคงที่หรือเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเพียงเล็กน้อย โดยวิธีหาค่าความเชื่อมั่น 3 วิธี ดังนี้

1.1.1 วิธีสอบซ้ำ (Test-Retest Method) ได้แก่ การใช้เครื่องมือฉบับเดียวแต่วัดซ้ำ 2 ครั้งกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียวกันโดยให้เวลาห่างกันพอสมควร โดยให้ผลการวัดครั้งแรกเป็นตัวแปร X และผลการวัดครั้งหลังเป็นตัวแปร Y แล้วหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

1.1.2 วิธีใช้แบบทดสอบคู่ขนาน (Paralell Form Method) วิธีนี้ใช้หลักการเดียวกับการสอบซ้ำแต่เพื่อป้องกันการจำข้อสอบได้จึงใช้แบบทดสอบที่เป็นคู่ขนานกัน 2 ฉบับไปสอบกับนักเรียนกลุ่มเดียวกันในช่วงเวลาใกล้เคียงกัน โดยให้คะแนนที่ได้จากฉบับแรก เป็นตัวแปร X คะแนนที่ได้จากฉบับที่ 2 เป็นตัวแปร Y แล้วหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เช่นเดียวกับวิธีสอบซ้ำ

### 1.1.3 วิธีหาความคงที่ภายใน (Internal Consistency Method)

1. เครื่องมือที่มีข้อคำถามตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน เช่นแบบทดสอบ มีวิธีการหาดังนี้

1.1 วิธีแบ่งครึ่ง (Split-Half Method) วิธีนี้คล้ายกับวิธีแบบทดสอบคู่ขนาน แต่แทนที่จะนำแบบทดสอบไปสอบ 2 ครั้ง ก็เปลี่ยนเป็นนำแบบทดสอบไปสอบเพียงครั้งเดียวแล้วแบ่งแบบทดสอบนั้นเป็น 2 ชุด ให้มีลักษณะคล้ายคลึงกันมากที่สุด เช่นข้อคู่ ข้อคี่ นำไปหาค่าความเชื่อมั่น ทั้งฉบับโดยใช้สูตรของ สเปียร์แมน บราวน์ (Spearman-Brown)

1.2 วิธีคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Method) เป็นการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้แบบทดสอบฉบับเดียวสอบเพียงครั้งแล้วใช้สูตรของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน มี 2 สูตร KR 20 และ KR 21

2. เครื่องมือที่ข้อคำถามให้คะแนนแบบใดก็ได้ไม่จำเป็นต้องเป็นแบบ 1 กับ 0 เช่น แบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประเมินค่า ประเมินค่าหาความเชื่อมั่น ตามวิธีของ Cronbach

1.2 ความเที่ยงตรง (Validity) เป็นคุณสมบัติของเครื่องมือที่วัดได้ตรงตามที่ต้องการจะวัดจึงนับได้ว่าเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดที่จะทำให้ผลการวิจัยมีตามถูกต้องตรงตามจุดมุ่งหมายที่ได้วางไว้แบ่งออกเป็น 3 ประเภทดังนี้

1.2.1 ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) หมายถึง ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาที่ต้องการจะวัดกับเนื้อหาที่ปรากฏในเครื่องมือ เช่น การวิจัยเรื่องหนึ่งใช้แบบทดสอบเป็นเครื่องมือโดยทั่วไปใช้การพิจารณาดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. พิจารณาในภาพรวมของเครื่องมือทั้งฉบับ โดยดูว่าข้อคำถามทั้งหมดสามารถวัดเนื้อหาได้ครบทุกเนื้อหาที่ถูกต้องหรือไม่
2. พิจารณารายละเอียดในแต่ละข้อคำถามว่าวัดเนื้อหาได้ตรงกับที่ต้องจะวัดหรือไม่

ในการพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหานั้น นิยมให้ผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้น ๆ หลายคนเป็นพิจารณา โดยการนำขอบเขตเนื้อหาและวัตถุประสงค์ของการวัดไปให้ผู้เชี่ยวชาญ (จำนวนอย่างน้อย 5 คน) ประเมินว่าข้อคำถามแต่ละข้อสอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์หรือไม่ ซึ่งเป็นขั้นตอนหนึ่งที่กระทำอยู่แล้วในการสร้างเครื่องมือเช่น แบบสอบถาม แบบทดสอบ แบบวัดเจตคติ ถ้าผู้เชี่ยวชาญประมาณร้อยละ 80 เห็นว่ามีความสอดคล้องก็ให้ใช้ข้อคำถามนั้น นอกจากนั้นให้ตัดทิ้งหรือปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

1.2.2 ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) หมายถึง ลักษณะต่างๆ ของมนุษย์ เช่น ความถนัดเป็นคุณลักษณะของบุคคลที่วัดได้ยากแล้วสร้างเครื่องมือให้ข้อคำถามสอดคล้องกับทฤษฎีหรือนิยามนั้น ๆ จึงถือว่ามี ความเที่ยงตรงตามโครงสร้างการหาความเที่ยงตรงมีวิธีหาดังนี้

1. หาค่าความสัมพันธ์กับเครื่องมืออื่น
2. เปรียบเทียบกับกลุ่มที่รู้คุณลักษณะอยู่ก่อนแล้ว เรียกว่า Known Group Technique

1.2.3 ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์ (Criterion-Related Validity) หมายถึง ความสามารถของเครื่องมือที่วัดได้ตรงกับสภาพความจริงในปัจจุบันหรืออนาคต แบ่งออกเป็น

1. ความเที่ยงตรงตามสภาพ หมายถึง ความสามารถของเครื่องมือที่วัดได้ตรงกับสภาพความเป็นจริงในปัจจุบัน การตรวจสอบความเที่ยงตรงจึงทำได้โดยใช้สถานการณ์ที่แท้จริงของบุคคลในปัจจุบันมาเป็นตัวเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ
2. ความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ หมายถึง ความสามารถของเครื่องมือในการทำนายคุณลักษณะหรือความสามารถของบุคคลในอนาคต

1.3 ความสามารถในการนำไปใช้ ได้แก่ ความสะดวกในการปฏิบัติเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2. คุณภาพของข้อคำถามรายชื่อ ได้แก่ ความยากง่าย อำนวยความสะดวก ความเป็นปรนัย

2.1 การหาคุณภาพของข้อคำถามรายชื่อ เป็นการวิเคราะห์ข้อคำถาม (Item Analysis) โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มค่าความเชื่อมั่นให้กับเครื่องมือมีวิธีดำเนินการดังนี้

ขั้นที่ 1 ทดลองใช้โดยการนำเครื่องมือที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญมาแล้วไป

ให้กลุ่มตัวอย่างตอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ 2 ตรวจให้คะแนน พร้อมตรวจสอบข้อคำถามและคำตอบว่าเขียนถูกต้องตามหลักวิชาหรือไม่ และตรวจสอบความเป็นปรนัยของข้อคำถาม โดยพิจารณาว่าผู้สร้าง ผู้ตอบและผู้ให้คะแนนสื่อความหมายตรงกันเพียงไร

ขั้นที่ 3 คำนวณหาค่าสถิติ ได้แก่ ความยากง่าย (เฉพาะข้อคำถามที่ตอบถูกได้ 1 คะแนน) ตอบผิดได้ 0 คะแนน ค่าอำนาจจำแนก เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกข้อคำถามที่มีคุณภาพ

## 2.2 การหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก

ค่าความยากง่าย หมายถึง สัดส่วนหรือร้อยละของคนที่ตอบข้อคำถามนั้นถูก ใช้สัญลักษณ์ P ค่า P ที่ใช้ได้ควรจะมีค่าอยู่ระหว่าง .30 ถึง .80

ค่าอำนาจจำแนก หมายถึง คุณลักษณะของข้อคำถามที่สามารถจำแนกคนกลุ่มสูง (ผู้รู้) กับคนกลุ่มต่ำ (ผู้รู้น้อย) ออกจากกันได้ใช้สัญลักษณ์ D ค่า D ที่ใช้ได้ควรมีค่าตั้งแต่ .30 ขึ้นไป โดยวิธีจำแนก (Discrimination Method) ดังนี้

1. โดยใช้สูตร ใช้ได้กับเครื่องมือที่ข้อคำถามตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าผิดให้ 0 เช่น แบบทดสอบ

1.1 เรียงคะแนนจากสูงไปต่ำ

1.2 แบ่งเป็นกลุ่มสูงกับกลุ่มต่ำโดยตัดเป็นร้อยละ 27 (อาจใช้ร้อยละ 25 ก็ได้)

1.3 หาจำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อของทั้งกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ แล้วคำนวณหาค่า P และ D จากสูตร

$$\text{ค่าความยากง่าย (P)} = \{R_u + R_L\}/n$$

$$\text{ค่าอำนาจจำแนก (D)} = \{R_u - R_L\}/\{n/2\}$$

เมื่อ  $R_u$  = จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

$R_L$  = จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

$n$  = จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

ตัวอย่าง แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์จำนวน 50 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักเรียน 100 คน เมื่อตรวจให้คะแนนแล้วจัดเรียงคะแนนเป็นกลุ่มสูง กลุ่มต่ำได้กลุ่มละ 27 คน (ตัดกลุ่มร้อยละ 27)

ถ้าจะหาค่า P และค่า D ของข้อ 1 ก็ให้นับจำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบข้อ 1 ถูก ( $R_u$ ) และจำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบข้อ 1 ถูก ( $R_L$ ) ถ้าได้  $R_u = 22$  คนและ  $R_L = 12$  คน คำนวณหาค่า P และ D ของข้อ 1 ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}
 P &= \{R_u + R_L\}/n \\
 &= \{22 + 12\}/54 \\
 P &= 0.63 \\
 D &= \{R_u + R_L\}/\{n/2\} \\
 &= \{22 - 12\}/27 \\
 D &= 0.37
 \end{aligned}$$

2. ใช้ตารางสำเร็จรูป มีวิธีการคล้ายกับวิธีแรกโดยการแบ่งกลุ่มสูงกลุ่มต่ำร้อยละ 27 หากจำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ แล้วเทียบจำนวนของผู้ตอบถูกในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำให้เป็นสัดส่วน แล้วนำค่าสัดส่วนของกลุ่มสูง ( $P_u$ ) และค่าสัดส่วนของกลุ่มต่ำ ( $P_L$ ) นำไปเปิดหาค่า P และ D จากตารางสำเร็จรูปของ Chung -Teh Fan

## 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาเขียนแบบเครื่องกล 1 มีการวิจัยการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาอื่น ๆ จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกันทางด้านการใช้โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้พบว่า มีผู้สนใจใช้โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในรูปแบบต่าง ๆ หลายรูปแบบทั้งในประเทศและต่างประเทศ เช่น

### 2.7.1 งานวิจัยภายในประเทศ

ปรเมศวร์ รัตนเวฬุ (2544 : 58) ได้ดำเนินการสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเขียนแบบรูปทรงปริมาตรตัดตรง วิชา เขียนแบบเครื่องกล 2 สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.2) สาขาวิชาออกแบบการผลิต สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตขอนแก่น ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ 83.33:82.83

สมาน พิมพิเศษสาร (2543 : 44) ได้ทำการสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาการเขียนแบบโลหะแผ่น 1 เรื่องการเขียนแบบแผ่นคลี่ โดยวิธีการอาศัยเส้นขนาน สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช. 3) สาขาวิชาช่างเชื่อมโลหะ วิทยาลัยเทคนิคสกลนคร มีประสิทธิภาพสูงตามเกณฑ์ 82.83:80.00 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม นำคะแนนมา

วิเคราะห์หาค่าความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยโดยใช้ t-test แบบ independent อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แสงอากาศ พิมพ์ศรี (2545 : 61) ได้ทำการสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชางานเขียนแบบ เรื่อง สัญลักษณ์ในงานเขียนแบบ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนประจำศีลปาคม อุตรธานี ผลที่ได้จึง มีประสิทธิภาพสูงตามเกณฑ์ 86.75:83.50 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 (ใช้ t-test แบบ Independent)

จากผลการวิจัยภายในประเทศหลาย ๆ ท่านพบว่า นักเรียนที่จากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเทียบเท่า หรือสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนแบบปกติ นอกเหนือจากนั้นแล้วผู้เรียนยังเจตคติที่ดีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอีกด้วย

### 2.7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Hakes (1986 : 1590-A) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาจากการสอนเรียนรายบุคคล โดยใช้ครูกับใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้ทำการทดลองสอนครั้งนี้เป็นโปรแกรมการสอนแบบอัตโนมัติ (PLATO) กลุ่มทดลองที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ จำนวน 53 คน เป็นนักเรียน 39 คน นักเรียนหญิง 14 คนใช้เวลาทำการทดลอง 2 ภาคเรียน ผลการศึกษาพบว่า

1. ในด้านทักษะการคำนวณกลุ่มที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยใช้ครูเป็นผู้สอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในด้านทักษะการใช้กฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ พบว่าการเรียนทั้ง 2 วิธีไม่แตกต่างกัน
2. สำหรับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาที่เพศและผู้เรียนพบว่าไม่แตกต่างกัน
3. ในเรื่องของอัตราการหยุดเรียนกลางคัน หรือการขาดเรียนของผู้เรียน พบว่าการสอนรายบุคคลทั้งสองวิธีไม่แตกต่างกัน

Merritt (1983 : 34-A) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการใช้และไม่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในโรงเรียนขนาดกลาง โดยมีตัวแปรอิสระที่ศึกษาในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนเกรด 6,7 จำนวน 144 คน ได้กำหนดให้กลุ่มที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มที่เรียนจากการเรียนการสอนปกติเป็นกลุ่มควบคุม สำหรับตัวแปรที่ศึกษาในครั้งนี้ ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การวัดความคิดรวบยอดด้วยตนเอง ความวิตกกังวล ทศนคติต่อครู และต่อโรงเรียน ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมทั้งในด้านการอ่านและคำนวณ นักเรียนหญิงเกรด 6 และนักเรียนชายหญิงเกรด 7 มีความคิดรวบยอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยตนเอง ความวิตกกังวล ทศนคติที่มีต่อครูเลต่อโรงเรียน ไม่แตกต่างกัน แต่ในตัวแปรเดียวกันนี้ มีนักเรียนชายเกรด 6 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Oden (1982 : 355-A) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนเกรด 9 โดยการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและการเรียนจากการสอนแบบบรรยาย ผลการศึกษาปรากฏว่านักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีคะแนนสูงกว่่านักเรียนที่เรียนจากการสอนแบบบรรยายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งคะแนนที่วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและวัดทัศนคติ

Wright (1984 : 1063-A) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา โดยแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ให้กลุ่มทดลองที่ 1 เรียนซ่อมเสริมจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระบบ PLATO กลุ่มทดลองที่ 2 เรียนซ่อมเสริมกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระบบ APPLE II และกลุ่มควบคุมเรียนจากการสอนปกติ ใช้เวลาในการทดลอง 6 สัปดาห์ในช่วงภาคฤดูร้อน ผลวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่่านักเรียนที่เรียนซ่อมเสริมจากการสอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Sickler Nancy Gibbs (1988 : 3045-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการสอนแบบบรรยายตามปกติกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับ 2 แบบ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาในมหาวิทยาลัย โดยแบ่งกลุ่มออกเป็น 3 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 เรียนจากการสอนแบบบรรยายตามปกติ

กลุ่มที่ 2 เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง

กลุ่มที่ 3 เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบายเนื้อหาเพิ่มเติม

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบายเนื้อหาเพิ่มเติมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่่านักเรียนที่เรียนจากการสอนแบบบรรยายตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทั้งสองแบบนี้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

Lee (1989) ศึกษาารูปแบบของผลป้อนกลับ และความพยายามเป็นครั้งที่สองในการตอบคำถาม โดยใช้การเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องหลักการเขียนคำสั่งเบสิก รูปแบบของผลป้อนกลับมี 3 แบบคือ แบบที่ 1 ให้ผลป้อนกลับโดยบอกว่าคำตอบนั้นถูกหรือผิด แบบที่ 2 ให้ผลป้อนกลับโดยอธิบายคำตอบเฉพาะคำตอบที่ถูกเท่านั้น และแบบที่ 3 ให้ผลป้อนกลับโดยอธิบายคำตอบเมื่อตอบผิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่่าการให้ผลป้อนกลับแบบที่บอกว่าคำตอบนั้นถูกหรือผิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการวิจัยภายนอกประเทศหลาย ๆ ท่านพบว่า นักเรียนที่จากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ นอกเหนือจากนั้นแล้วผู้เรียนยังเจตคติที่ดีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอีกด้วย



# บทที่ 3

## วิธีดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการทำการวิจัยการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น วิชาเขียนแบบเครื่องกล เรื่อง การเขียนแบบเฟืองตรงฟันโค้งอินโวลูท ผู้ทำการวิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังหัวข้อต่อไปนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

### 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

#### 3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้จะเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างเขียนแบบเครื่องกล คณะวิชาช่างกล วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษกมหานคร รวมทั้งสิ้น 80 คน

#### 3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1. แผนกวิชาช่างเขียนแบบเครื่องกล คณะวิชาช่างกล วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษกมหานคร โดยใช้การสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย ( Simple Random Sampling ) โดยวิธีการจับฉลากได้ โดยการสุ่มลงกลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน (วิธีจับฉลาก) และแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 กลุ่มทดลอง 20 คน สำหรับหาประสิทธิภาพและการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กลุ่มที่ 2 กลุ่มควบคุม 20 คน สำหรับเรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ

## 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

### 3.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเขียนแบบเฟืองตรงฟันคိုင်อินโวลูท เนื้อหาที่อธิบายส่วนมากจะทำให้เสียงบรรยายและภาพประกอบ ขณะที่กำลังเรียนรู้ มีสอดแทรกคำถามเพื่อทดสอบความเข้าใจของแต่ละหน่วย การนำเข้าสู่บทเรียนประกอบด้วยชื่อเมนูต่างๆ ที่ผู้เรียนสามารถเลื่อนเมาส์ผ่านเข้าที่เมนูก็จะปรากฏเป็นข้อความที่ชัดเจนขึ้นมาน่าสนใจ เมื่อผู้เรียนเลือกเรียนรู้เมนูใดเมนูหนึ่งนั้นแล้วจะสามารถย้อนกลับที่เมนูหลักได้ ในการโต้ตอบระหว่างผู้ใช้กับโปรแกรม ผู้วิจัยออกแบบของการโต้ตอบ (Interactive) ให้เรียบง่าย สวยงาม และการใช้งานสะดวก และปุ่มต่าง ๆ ทุกกรอบการนำเสนอจะถูกวางในตำแหน่งเดียวกัน ป้องกันไม่ให้ผู้เรียนเกิดการสับสนขณะใช้งาน จากที่นำเสนอเนื้อหาบทเรียนนั้น ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนที่ต้องการศึกษาได้ และผู้เรียนเรียนรู้ซ้ำก็ครั้งก็ได้ การนำเสนอเนื้อหาในแต่ละกรอบจะแบ่งจอภาพออกเป็น 3 ส่วน ส่วนบนเป็นชื่อเรื่อง ส่วนกลางเป็นเสนอเนื้อหา ส่วนล่างเป็นปุ่มต่าง ๆ ในการเลื่อนไปยังหน้าอื่น ๆ ย้อนกลับไปกลับมา ในส่วนล่างนี้ยังมีกรอบเล็ก ๆ แสดงคำสั่งจากปุ่มต่าง ๆ ให้เห็นเมื่อผู้เรียนได้เลื่อนเมาส์มีปุ่มต่าง ๆ ที่ง่ายต่อการใช้งาน

### 3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบ เพื่อนำไปทดลองใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ประกอบด้วย

1. แบบทดสอบย่อยหลังเรียน (แบบฝึกหัด) ในแต่ละหน่วยเป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก อยู่ท้ายแต่ละหน่วยเนื้อหา จำนวน 20 ข้อ จากแบบทดสอบย่อยทั้งหมด 40 ข้อ เพื่อนำไปใช้ทดลองวิจัยกับกลุ่มทดลองที่ 1 เพื่อคำนวณค่าประสิทธิภาพ ( $E_1$ ) และในแต่ละตอนมีจำนวนข้อ ดังนี้

- ตอนที่ 1. อธิบายชนิด รูปร่างลักษณะเฟืองได้ จำนวน 2 ข้อ
- ตอนที่ 2. การเลือกใช้ตารางได้ จำนวน 1 ข้อ
- ตอนที่ 3. บอกวิธีเขียนเฟืองและใช้อุปกรณ์ได้ จำนวน 5 ข้อ
- ตอนที่ 4. สามารถเขียนแบบเฟืองได้ จำนวน 12 ข้อ

2. แบบทดสอบหลังเรียน เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ จากแบบทดสอบทั้งหมด 40 ข้อ หลังจากที่ได้ผ่านการวิเคราะห์แบบทดสอบแล้วจะให้ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม โดยจะนำคะแนนของกลุ่มทดลองในกลุ่มที่ 1 ไปคำนวณหาค่าประสิทธิภาพ ( $E_2$ ) และหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเปรียบเทียบค่าคะแนนของกลุ่มทดลองของกลุ่มที่ 1 กับกลุ่มทดลองกลุ่มที่ 2 ด้วยวิธีทางสถิติ t-test (Independent Samples)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.3 แบบประเมินผลสื่อของผู้ทรงคุณวุฒิ

ผู้วิจัยสร้างแบบประเมินสื่อการสอน โดยได้แบ่งประเมินออกเป็น 2 แบบ คือ แบบประเมินด้านเนื้อหา และแบบประเมินการผลิตสื่อ ได้ดำเนินการสร้างแบบประเมินสื่อการสอนทั้ง 2 แบบ โดยแบบประเมินในแต่ละด้านจะมีช่องให้ผู้ทรงคุณวุฒิเลือกประเมิน เพื่อแสดงความคิดเห็น และควรปรับปรุง ค่าระดับความคิดเห็นเป็นบวก มีคะแนนเป็น 5 4 3 2 และ 1 ในแบบประเมินสื่อการสอนแบ่งระดับความคิดเห็น ออกเป็น 5 ระดับ คือ

- 5 หมายถึง ดีมาก
- 4 หมายถึง ดี
- 3 หมายถึง ปานกลาง
- 2 หมายถึง พอใช้
- 1 หมายถึง ควรปรับปรุง

โดยมีเกณฑ์การตีความหมายของการแสดงความคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งคะแนนที่ได้จากการประเมินสื่อ มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเพื่อทำการประเมิน ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 เกณฑ์การตีความหมายของการแสดงความคิดเห็น

เกณฑ์ ( $\bar{X}$ )	ระดับความคิดเห็น
4.50-5.00	ดีมาก
3.50-4.49	ดี
2.50-3.49	ปานกลาง
1.50-2.49	พอใช้
1.00-1.49	ควรปรับปรุง

ในการประเมินจะแยกกันระหว่างด้านเทคนิคการผลิตสื่อและด้านเนื้อหา คิดคะแนนเฉลี่ยที่ได้แต่ละด้านต้องมีค่าเฉลี่ย ตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป จึงถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ

## 3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

### 3.3.1 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเขียนแบบเฟืองตรงฟันโค้งอินโวลูทมีวิธีการสร้างดังนี้

3.3.1.1 ศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2544 สาขาวิชาช่างเอกสาธิตอุตสาหกรรม กองวิทยาลัย กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.2 ศึกษาเนื้อหาวิชาเขียนแบบเครื่องกล เรื่อง การเขียนแบบเฟืองตรงฟันโค้งอินโวลูท ตามหลักสูตร

3.3.1.3 ทำการศึกษาวิเคราะห์เนื้อหา และกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

3.3.1.4 การวางเค้าโครงเรื่องของเนื้อหาวิชา เพื่อจัดลำดับก่อนหลังแล้วนำมาเขียนบท (Script) เป็นบทเรียนโปรแกรมตามกระบวนการเขียนบทเรียนโปรแกรม

3.3.1.5 นำบท (Script) ให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ 2 ท่าน ตรวจสอบร่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และนำมาปรับปรุงแก้ไข

3.3.1.6 นำบท (Script) ที่ทำการปรับปรุงแก้ไขแล้ว มาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้วยโปรแกรม Authware 5 ซึ่งเป็นโปรแกรม Authoring System สำเร็จรูปที่มีการโต้ตอบกับผู้เรียนได้และมีคำสั่งที่เป็นเมนู เพื่อกำหนดรายละเอียดของการทำงานและโปรแกรม เช่น รูปแบบของจอภาพที่จะเสนอ (Presentation Windows) มีเครื่องมือทางด้านมัลติมีเดีย พร้อมภาพและเสียงประกอบเพื่อสร้างความสนใจ เมื่อผู้เรียนทำแบบฝึกหัดครบทุกข้อ จะมีการรวมคะแนน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถประเมินตนเองได้

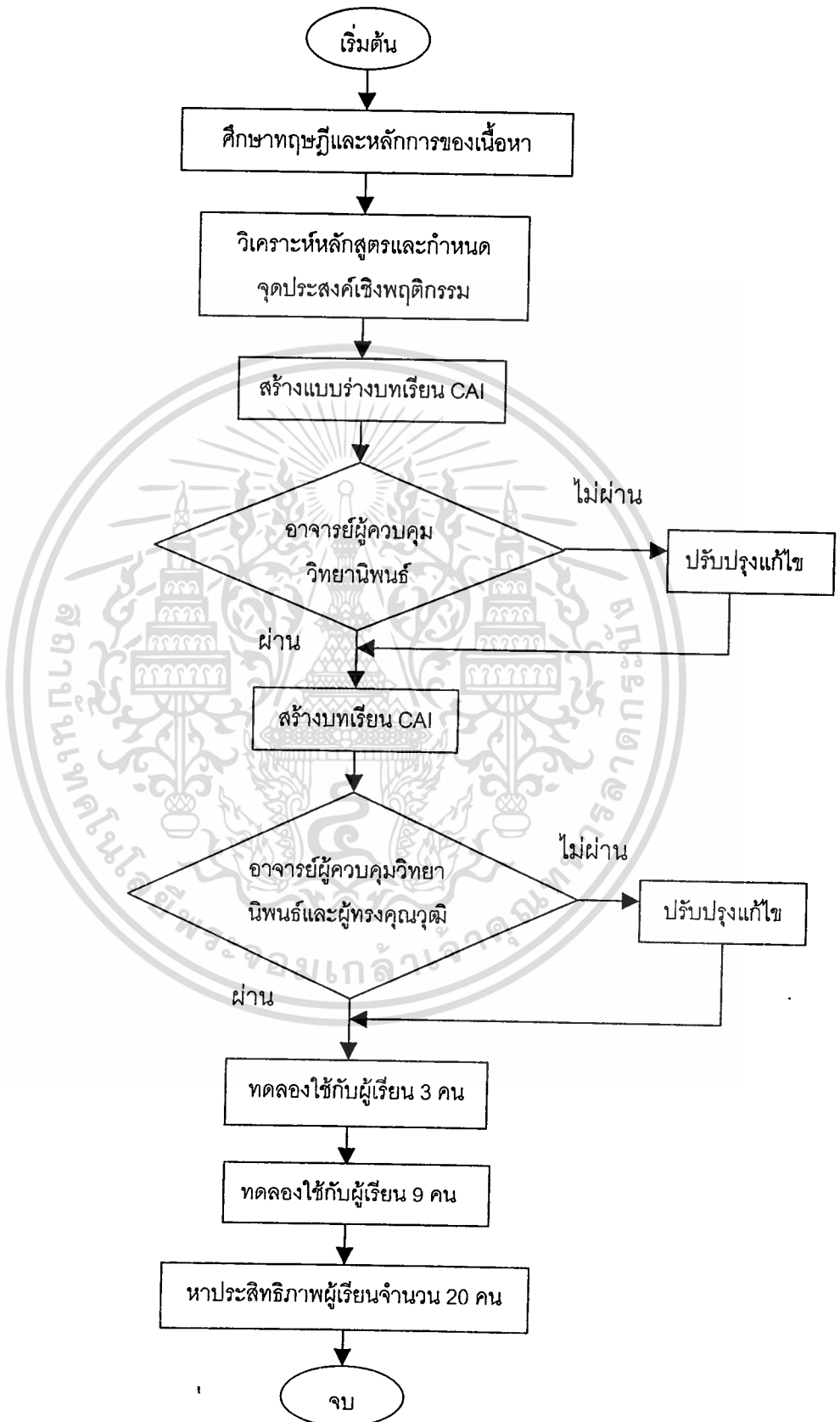
3.3.1.7 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างนี้ ให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ กับ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบความถูกต้อง และนำมาปรับปรุงแก้ไข

3.3.1.8 นำบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนปรับปรุงแก้ไขแล้ว ให้ผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาและผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อตรวจสอบความถูกต้องพร้อมที่จะประเมินคุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

3.3.1.9 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ปรับปรุงแก้ไขเสร็จแล้ว ไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปีที่ 1 แผนกวิชาช่างเขียนแบบเครื่องกล ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและไม่เคยเรียนวิชานี้มาก่อน จำนวน 3 คน (เก่ง ปานกลาง อ่อน) โดยใช้เกณฑ์คัดผลการเรียนคะแนนเฉลี่ยสะสม 1 ภาคเรียนที่ผ่านมา เพื่อสังเกตดูว่ามีกรอบใด ตอนในของโปรแกรมที่นักศึกษาไม่เข้าใจ ภาพและเสียงที่ไม่ชัดเจน ใช้เวลานานเกินไป แล้วนำข้อบกพร่องนั้นมาปรับปรุงแก้ไข ผลของการทดลองระหว่างเรียน คิดเป็นประสิทธิภาพของขบวนการ (ภาคผนวก ค ตาราง ค.7 หน้า 99)

3.3.1.10 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและยังไม่ได้เคยเรียนวิชานี้มาก่อนเลย จำนวน 9 คน โดยเป็นนักศึกษาที่เรียนเก่ง 3 คน เรียนปานกลาง 3 คน และเรียนอ่อน 3 คน โดยใช้เกณฑ์คัดผลการเรียนคะแนนเฉลี่ยสะสม 1 ภาคเรียน เพื่อสังเกตดูว่ามีกรอบใดตอนในของโปรแกรมที่นักศึกษาไม่เข้าใจ ภาพและเสียงที่ไม่ชัดเจน หรือกรอบใดที่ใช้เวลานานเกินไปแล้ว

นำข้อบกพร่องนั้นมาปรับปรุงแก้ไข ผลของการทดลองระหว่างเรียน คิดเป็นประสิทธิภาพของ  
 ขบวนการ (ภาคผนวก ค ตาราง ค.8 หน้า 99)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
**ภาพที่ 3.1 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.11 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้ว เสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องพร้อมกับทำการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ภาคผนวก ค ตาราง ค.11 หน้า 104-105)

3.3.1.12 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ทำการทดลองก่อน และปรับปรุงแก้ไขจนสมบูรณ์แล้ว นำไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 ซึ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 จำนวน 20 คน ที่ยังไม่เคยเรียนวิชานี้มาก่อนเรียนเสร็จแต่ละหน่วยให้นักศึกษาทำแบบทดสอบย่อยแล้วไปทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน จึงนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามเกณฑ์มาตรฐาน 80 : 80 (ดังตารางที่ 4.1 หน้า 55)

### 3.3.2 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังต่อไปนี้

3.3.2.1 ศึกษาวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3.2.2 วิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหาบทเรียน โดยการสร้างตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อสร้างแบบทดสอบให้มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและพฤติกรรม ได้พิจารณาความสำคัญของเนื้อหาในแต่ละหน่วย เพื่อสร้างแบบทดสอบให้ครอบคลุมทุกวัตถุประสงค์ โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาเป็นผู้ประเมินและแก้ไข จำนวน 40 ข้อ จาก 82 ข้อ ก่อนประเมินตอนละ 20 ข้อ เป็นแบบฝึกหัด 20 ข้อและแบบทดสอบ 20 ข้อ ดังตารางที่ 3.2

จากตารางการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อนำไปสร้างจำนวนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปการวัดผลก็คือ วัดความรู้ ความจำ 7 ข้อและวัดความเข้าใจ 13 ข้อ ส่วนการนำไปใช้,วิเคราะห์,สังเคราะห์ และประเมินค่าไม่มีการวัด เพราะผู้วิจัยได้มีใบงานให้ปฏิบัติหลังจากการเรียนเสร็จสิ้นแล้วในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น

3.3.2.3 นำไปสร้างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียน เนื่องจากแบบทดสอบเป็นเชิงปฏิบัติผู้เรียนต้องมีความรู้ความจำ ความเข้าใจในทฤษฎี และการนำไปใช้จากใบงานการเขียนแบบเฟืองตรงฟันคังอินโวลูท เพื่อวัดผลว่าผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ได้เพียงใด แล้วให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาตรวจสอบ โดยใช้แบบประเมินค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ตารางที่ 3.2 แสดงการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อสร้างแบบทดสอบ 40 ข้อ

ลำดับ ที่	เนื้อหา	พฤติกรรมเชิงพฤติกรรม						ข้อสอบตามเนื้อหา
		ความรู้/ความจำ	ความเข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินผล	
1.	อธิบายชนิด รูปร่างลักษณะ เฟืองได้	-	4	-	-	-	-	4
2.	การเลือกใช้ตารางได้	2	-	-	-	-	-	2
3.	บอกวิธีเขียนเฟืองและใช้อุปกรณ์ ได้	2	8	-	-	-	-	10
4.	สามารถเขียนแบบเฟืองได้	10	14	-	-	-	-	24
	รวม	14	26	-	-	-	-	40

3.3.2.4 นำแบบทดสอบข้อ 3.3.2.3 ไปหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาความสอดคล้องของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยข้อใดสอดคล้องกับวัตถุประสงค์กำหนดให้คะแนนเท่ากับ +1 ถ้าหากไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์กำหนดคะแนนเท่ากับ -1 และถ้าไม่แน่ใจให้คะแนนเท่ากับ 0 นำผลที่ได้ไปคำนวณหาค่าความสอดคล้อง (IOC) ข้อที่มีค่าความสอดคล้อง (IOC) = +0.5 ขึ้นไปนำไปใช้ แต่ถ้าน้อยกว่า +0.5 จะตัดออกไป

3.3.2.5 วิเคราะห์ผลค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ค่าความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ให้ได้ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง +0.67 - +1 มีความหมายว่า แบบทดสอบทั้ง 40 ข้อ มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและมีค่าความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (ภาคผนวก ค ตาราง ค.1 หน้า 90)

3.3.2.6 นำแบบทดสอบที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ (Tryout) กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 3 แผนกวิชาช่างเขียนแบบเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษก มหานคร ที่ผ่านการเรียนเนื้อหา เรื่อง การเขียนแบบเฟืองตรงฟันคังอินโวลูทแล้ว จำนวน 40 คน เสร็จแล้วตรวจให้คะแนนโดยข้อที่ตอบถูก เป็น 1 คะแนน และข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบ หรือตอบมากกว่าหนึ่งตัวเลือกในข้อเดียวกัน เป็น 0 คะแนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.7 นำคะแนนจากข้อ 3.3.2.6 มาวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก(D)ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ โดยแบ่งกลุ่มสูง( $R_u$ ) 50%และกลุ่มต่ำ( $R_l$ )50% แล้วเลือกข้อสอบที่มีความยากง่าย(P)อยู่ระหว่าง 0.30 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนก(D)ที่ใช้ 0.30 ขึ้นไป (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 209 – 210)

3.3.2.8 นำแบบทดสอบหาค่าความเชื่อมั่น( $r_{tt}$ ) โดยนิยมใช้สูตร KR – 20 ของ Kuder Richardson (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538:197 – 198 )

3.3.2.9 ผลการหาค่าดัชนีความยากง่าย (P) ของแบบฝึกหัดแต่ละข้อคำนวณได้ค่าอยู่ระหว่าง 0.57 – 0.75 แบบฝึกหัดฉบับนี้มีข้อสอบที่ค่อนข้างง่ายลงไปจนถึงข้อสอบที่ค่อนข้างดี (ภาคผนวก ค ตาราง ค.3 หน้า 92)

ค่าดัชนีความยากง่าย (P) ของแบบทดสอบแต่ละข้อคำนวณได้ค่าอยู่ระหว่าง 0.42 – 0.77 แบบทดสอบฉบับนี้มีข้อสอบที่ยากลงไปจนถึงข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย (ภาคผนวก ค ตาราง ค.5 หน้า 95)

ค่าอำนาจจำแนก(D)ของแบบฝึกหัด ค่าคำนวณได้อยู่ที่ 0.30 – 0.50 หมายความว่า แบบฝึกหัดฉบับนี้ข้อสอบส่วนใหญ่มีค่าอำนาจจำแนกได้ดี (ภาคผนวก ค ตาราง ค.3 หน้า 92)

ค่าอำนาจจำแนก(D)ของแบบทดสอบ ค่าคำนวณได้อยู่ที่ 0.30–0.55 หมายความว่า แบบทดสอบฉบับนี้ข้อสอบส่วนใหญ่มีค่าอำนาจจำแนกปานกลาง (ภาคผนวก ค ตาราง ค.5 หน้า 93)

ค่าความเชื่อมั่นของแบบฝึกหัด ค่า $r_{tt}$ คำนวณได้ 0.76 หมายความว่า แบบฝึกหัดฉบับนี้มีค่าความเชื่อมั่นอยู่ในเกณฑ์สูง แสดงว่า คะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัด ฉบับนี้เชื่อถือได้ (ภาคผนวก ค หน้า 93)

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ค่า $r_{tt}$ คำนวณได้ 0.75 หมายความว่า แบบทดสอบฉบับนี้มีค่าความเชื่อมั่นอยู่ในเกณฑ์สูง แสดงว่า คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบฉบับนี้เชื่อถือได้ (ภาคผนวก ค หน้า 96) จากการนำไปวิเคราะห์แล้วได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าเท่ากับ 0.76 และ 0.75

3.3.2.10 นำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบที่หาค่าคำนวณแล้ว มาเขียนเป็นแบบร่างบทโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จากนั้นจึงนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างเพื่อหาประสิทธิภาพต่อไป

### 3.3.3 การสร้างแบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมิน เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น โดยได้แบ่งแบบประเมินออกเป็น 2 ด้าน คือ

#### 1. แบบประเมินทางด้านเนื้อหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. แบบประเมินทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

โดยมีลำดับขั้นตอนการสร้างแบบประเมิน ดังนี้ คือ

### 3.3.3.1 ศึกษาการสร้างแบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

3.3.3.2 สร้างแบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยจะกำหนดหัวข้อหลัก ประเมินแล้วกำหนดหัวข้อย่อยที่จะประเมิน และกำหนดระดับความคิดเห็นเป็นแบบมาตราส่วน ประมาณค่า โดยให้น้ำหนักคะแนนในระดับความคิดเห็น 5 ระดับ

3.3.3.3 นำแบบประเมินผลเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ให้ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมทำการตรวจสอบ แล้วไปปรับปรุงแก้ไข

3.3.3.4 นำแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ออกแบบไว้ ทั้ง 2 แบบ (ภาค ผนวก ข ตาราง ข.1, ข.2 หน้า 78,79-81) ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ใช้แสดงความคิดเห็น เพื่อประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เป็นสื่อการสอน

## 3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย ตามขั้นตอนต่อไปนี้

### 3.4.1 จัดทำและนำหนังสือขอความร่วมมือ

โดยนำหนังสือออกจางานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม และได้ติดต่อทำ ประสานงานกับหัวหน้าสถานศึกษา เพื่อขออนุญาตทำการวิจัยในวิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษก มหานคร (ภาคผนวก ก หน้า 67-75)

### 3.4.2 การหาคุณภาพของสื่อโดยการประเมินตามแบบการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ

3.4.2.1 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ผู้ทรงคุณวุฒิทดลองใช้พร้อมกรอกแบบ ประเมิน

3.4.2.2 นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

### 3.4.3 การดำเนินการวัดประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการวัดประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้กับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 โดยมีขั้นตอน ดังนี้

3.4.3.1 ผู้วิจัยอธิบายวิธีการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.4.3.2 ให้ผู้เรียนดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้การสอนด้วยตนเองตามลำดับชั้นของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เมื่อเสร็จจากการเรียนแต่ละหน่วยแล้ว ผู้เรียนต้องทำแบบทดสอบย่อย (E<sub>1</sub>) (ภาคผนวก ง ตาราง ง.5 หน้า 114)

3.4.3.3 เมื่อเสร็จสิ้นจากการเรียนให้นักศึกษาทำแบบทดสอบ เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์หลังจากเรียนจบบทศึกษาคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (E<sub>2</sub>) (ภาคผนวก ง ตาราง ง.3 หน้า 109)

3.4.3.4 นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (ภาคผนวก ค ตาราง ค.6 หน้า 97-98)

### 3.4.4 การดำเนินการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา

3.4.4.1 กลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 ที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำนวน 20 คน โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. ผู้วิจัยอธิบายวิธีการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. ให้ผู้เรียนดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้การสอนด้วยตนเองทำตามลำดับชั้นของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
3. เมื่อเสร็จสิ้นจากการเรียนให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบ เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Post-Test) (ภาคผนวก ค ตาราง ค.9 หน้า 100)

3.4.4.2 กลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 ที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ จำนวน 20 คน มีขั้นตอน ดังนี้

1. ผู้วิจัยอธิบายวิธีการเรียนโดยการสอนตามแผนการสอน
2. ให้นักศึกษาดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ตามลำดับขั้นตอนวิธีการสอนของครูผู้สอนที่ใช้แผ่นใส เพื่อสื่อหรือ ใบความรู้ ใบงานเป็นสื่อการสอน
3. เมื่อเสร็จสิ้นการเรียนให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบ เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Post-test) (ภาคผนวก ค ตาราง ค.9 หน้า 100)

3.4.4.3 นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (t-test) (ภาคผนวก ค หน้า 102)

## 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้ทำการวิจัยได้ดำเนินการ ดังนี้

1. หาค่าความเที่ยงตรง (IOC) ความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ พิจารณาความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ โดยถ้าข้อใดสอดคล้องกับวัตถุประสงค์กำหนดให้คะแนนเท่ากับ +1 ถ้าไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์กำหนดให้คะแนนเท่ากับ -1 และถ้าไม่แน่ใจจะได้คะแนนเท่ากับ 0 นำผลที่ได้ไปคำนวณหาค่าความสอดคล้อง (IOC) โดยพิจารณาคัดเลือกแบบทดสอบโดยใช้เกณฑ์ต่อไปนี้ (ชาติรี เกิดธรรม, 2544:102)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์เพื่อการเรียนการสอน ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 – 1.00 คัดเลือกไว้ใช้ได้

แบบทดสอบที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ควรพิจารณาปรับปรุง หรือตัดทิ้ง

ดังนั้นขอบเขตของค่าความตรงตามเนื้อหาที่ยอมรับคือ 0.5 – 1.00

2. หาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ(P) นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาความยากง่าย (P) โดยให้ขอบเขตความยากง่ายและความหมาย ดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538: 210)

0.80 – 1.00	เป็นแบบทดสอบที่ง่ายมาก
0.60 – 0.79	เป็นแบบทดสอบที่ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
0.40 – 0.59	เป็นแบบทดสอบที่ยาก – ง่ายพอเหมาะ (ดี)
0.20 – 0.39	เป็นแบบทดสอบที่ค่อนข้างยาก (ใช้ได้)
0.00 – 0.19	เป็นแบบทดสอบที่ยากมาก

ดังนั้น ขอบเขตของค่าความยากง่ายของแบบทดสอบที่ยอมรับคือ ระหว่าง 0.20 – 0.80

3. หาค่าอำนาจจำแนกแบบทดสอบ(D) นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (D) โดยให้ขอบเขตค่าอำนาจจำแนกและความหมาย ดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538:211)

0.40 ขึ้นไป	อำนาจจำแนกสูง	คุณภาพของแบบทดสอบดีมาก
0.30 – 0.39	อำนาจจำแนกปานกลาง	คุณภาพของแบบทดสอบดี
0.20 – 0.29	อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	คุณภาพของแบบทดสอบพอใช้
0.00 – 0.19	อำนาจจำแนกต่ำ	คุณภาพของแบบทดสอบใช้ไม่ได้

ดังนั้น ขอบเขตของค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบที่ยอมรับคือ 0.30 ขึ้นไป

4. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (KR-20) ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมด โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder Richardson โดยให้ขอบเขตค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ และความหมายดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538:199)

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ มีค่าตั้งแต่ -1.00 ถึง +1.00

ค่าความเชื่อมั่น +1.00 หรือเข้าใกล้ +1.00 แสดงว่า แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นสูงสุด

ค่าความเชื่อมั่น 0.00 หรือใกล้เคียงกับ 0.00 แสดงว่า แบบทดสอบไม่มีค่าความเชื่อมั่น

ค่าความเชื่อมั่น -1.00 แสดงว่า แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นต่ำ

ดังนั้น ขอบเขตของค่าความเชื่อมั่นที่ยอมรับ คือ +1.00 หรือเข้าใกล้ +1.00

5. หาค่าเฉลี่ยของแบบประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทางด้านเทคนิคและด้านเนื้อหาของผู้ทรงคุณวุฒิ ในการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดเกณฑ์ระดับคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบแต่ละข้อได้ใช้เกณฑ์กำหนดช่วงคะแนนเฉลี่ยไว้เพื่อสะดวกในการแปลความหมาย ดังต่อไปนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538:73)

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.50 – 5.00 หมายถึง คุณภาพของสื่ออยู่ในระดับดีมาก  
 คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.50 – 4.49 หมายถึง คุณภาพของสื่ออยู่ในระดับดี  
 คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 2.50 – 3.49 หมายถึง คุณภาพของสื่ออยู่ในระดับปานกลาง  
 คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.50 – 2.49 หมายถึง คุณภาพของสื่ออยู่ในระดับพอใช้  
 คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.00 – 1.49 หมายถึง คุณภาพของสื่ออยู่ในระดับควรปรับปรุง  
 ดังนั้น ขอบเขตของคะแนนเฉลี่ยของแบบประเมินที่ยอมรับคือ ระหว่าง 3.50 – 5.00  
 จากนั้นนำแบบประเมินที่ออกแบบไว้ไปให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ และนำมาแก้ไขข้อบกพร่อง

6. หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน E1 : E2

7. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน t – test

### 3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.6.1 สถิติที่ใช้วิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.6.1.1 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC)

$$IOC = \sum R / N$$

เมื่อ IOC = ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบ

$\sum R$  = ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

$N$  = จำนวนผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

3.6.1.2 สถิติที่ใช้ในการหาความยากง่าย (Difficulty) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538:210-211)

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

เมื่อ  $P$  = ความยากง่าย

$R$  = จำนวนคนที่ทำถูก

3.6.1.3 สถิติที่ใช้ในการหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ(ล้วน สายยศ และ  
อังคณา สายยศ. 2538:210-217)

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

เมื่อ  $D$  = อำนาจในการจำแนก

$R_U$  = จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบถูกในกลุ่มเก่ง

$R_L$  = จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบถูกในกลุ่มอ่อน

$N$  = จำนวนคนที่ทำแบบทดสอบรวมทั้งกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

3.6.1.4 สถิติที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่น (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538:  
210-211)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right\}$$

เมื่อ  $r_{tt}$  = ความเชื่อมั่น

$n$  = จำนวนแบบทดสอบ

$P$  = สัดส่วนที่คนตอบแบบทดสอบถูกในแต่ละข้อ (จำนวนคนทำ  
ถูก/จำนวนคนทำทั้งหมด)

$q$  = สัดส่วนที่คนตอบแบบทดสอบผิดในแต่ละข้อ ( $1 - P$ )

$S^2$  = ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

3.6.2 สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน  
(ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2520:136)

$$E_1 = \frac{\sum x}{N} \times 100$$

$$\sum F$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้  $E_2 = \frac{N}{B} \times 100$  เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ  $E_1$  = คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนคิดเป็นร้อยละ (ประสิทธิภาพของกระบวนการ)

$E_2$  = คะแนนเฉลี่ยของผู้ศึกษาที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบท้ายบทศึกษาคิดเป็นร้อยละ (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

$\sum X$  = คะแนนรวมที่ตอบถูกของแบบทดสอบระหว่างเรียน

A = คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน

$\sum F$  = คะแนนรวมที่ตอบถูกของแบบทดสอบหลังเรียน

B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

N = จำนวนผู้เรียน

### 3.6.3 สถิติพื้นฐาน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538:78 - 79)

#### 3.6.3.1 การหาค่าเฉลี่ย

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$$

#### 3.6.3.2 การหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

### 3.6.4 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนทั้ง 2กลุ่ม ใช้ t-test (Independent Sample) (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538:211-212)

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

เมื่อ  $\bar{x}_1$  = คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 (กลุ่มศึกษาด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$\overline{x}_2$  = คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 (กลุ่มเรียนด้วยการสอนแบบปกติ)

$s_1^2$  = ค่าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1

$s_2^2$  = ค่าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2

$n_1$  = ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ 1

$n_2$  = ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ 2



## บทที่ 4

# ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รวมถึงการเปรียบเทียบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนปกติ ในรายวิชาเขียนแบบเครื่องกล รหัสวิชา 01100001 เรื่อง การเขียนแบบเฟืองตรงฟันค้ำงอินโวลูท ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2544 กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ดังนี้

4.1 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

4.2 การเปรียบเทียบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการเรียนโดยวิธีปกติ

### 4.1 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาเขียนแบบเครื่องกล รหัสวิชา 01100001 เรื่อง การเขียนแบบเฟืองตรงฟันค้ำงอินโวลูท ผู้วิจัยได้นำไปทดลองใช้กับนักศึกษาชั้น ปวส. วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษก มหานคร เพื่อทำการปรับปรุงให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด ได้รับผลการทดลองดังนี้

#### 4.1.1 ผลการทดลองหนึ่งต่อหนึ่ง

ในการทดลองหนึ่งต่อหนึ่งโดยกำหนดผู้เรียนจำนวน 3 คน คือ เก่ง ปานกลาง อ่อน ค่าคะแนนที่ได้จากการทดลองระหว่างเรียนมีค่าเฉลี่ย 13.00 คิดเป็นประสิทธิภาพของขบวนการ (E1) เท่ากับ 65.00 และคะแนนที่ได้จากการทดลองหลังเรียนมีค่าเฉลี่ย 12.67 คิดเป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E2) เท่ากับ 63.33 แสดงให้เห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นมีประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์คือ 80:80 (ภาคผนวก ค.ตาราง ค.7 หน้า 99) ผู้วิจัยจึงได้ทำการปรับปรุงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นบางส่วนคือ

1. เปลี่ยนคำบรรยายให้เกิดความชัดเจนยิ่งขึ้น
2. เปลี่ยนสีและขนาดของตัวอักษร

#### 4.1.2 ผลการทดลองของกลุ่มเล็ก

ผลจากการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำการทดลองกลุ่มเล็ก โดยใช้ผู้เรียนจำนวน 9 คน กระบวนการหาประสิทธิภาพ โดยทำการทดลองเป็นกลุ่มเล็กมี ค่าคะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียน เท่ากับ 15.00 คิดเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ (E1) เท่ากับ 75.00 ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E2) เท่ากับ 72.20 จากตัวเลขดังกล่าวแสดงถึงบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังมีประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80:80 (ดูในภาคผนวก ค. ตาราง ค.8 หน้า 99) ผู้วิจัยทำการปรับปรุงแก้ไขดังนี้คือ

1. ด้านเวลาของการนำเสนอให้เร็วขึ้น
2. เปลี่ยนคำบรรยายให้กระชับและชัดเจนยิ่งขึ้น

#### 4.1.3 ผลการทดลองภาคสนาม (กลุ่มทดลองที่1)

ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งทำการทดลองภาคสนามโดย ให้เรียนตามบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำนวน 20 คน ผลการทดลองดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกลุ่มทดลองที่ 1

รายการ	คะแนนระหว่างเรียน	คะแนนหลังเรียน
คะแนนเต็ม	20	20
คะแนนเฉลี่ย	17.05	16.50
คิดเป็นร้อยละ	85.25	82.50
ประสิทธิภาพ	E <sub>1</sub> = 85.25	E <sub>2</sub> = 82.50

จากตารางที่ 4.1 ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E<sub>1</sub>) มีค่าเท่ากับ 85.25 ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E<sub>2</sub>) มีค่าเท่ากับ 82.50 ซึ่งหมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ (E<sub>1</sub>) : (E<sub>2</sub>) มีค่าเท่ากับ 80:80

## 4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ

ตารางที่ 4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ

วิธีการสอน	n	$\bar{X}$	$S^2$	SD	t
กลุ่มทดลอง	20	16.50	4.26	2.06	2.24*
กลุ่มควบคุม	20	15.20	2.56	1.60	

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ( df=38 t=1.69 )

จากตารางที่ 4.2 เป็นผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการเรียนโดยการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับวิธีการสอนแบบปกติ นำคะแนนมาวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร t-test Independent Sample แบบ Pooled variance พบว่ามีความแตกต่างระหว่างคะแนนของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ค่า t ที่ได้จากการคำนวณ เท่ากับ 2.24 เมื่อเปรียบเทียบค่า t ในตาราง t มีค่าเท่ากับ 1.69 ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หมายความว่า นักศึกษาที่เรียนโดยการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคะแนนเฉลี่ย ( $\bar{X} = 16.50$ ) มากกว่านักศึกษาที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติมีคะแนนเฉลี่ย ( $\bar{X} = 15.20$ ) จึงมีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักศึกษาเรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย ข้อเสนอแนะ และอภิปรายผล

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาเขียนแบบเครื่องกล รหัสวิชา 01100001 เรื่อง การเขียนแบบเฟืองตรงฟันโค้งอินโวลูท ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2544 กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ดังนี้

- 5.1 วัตถุประสงค์การวิจัย
- 5.2 สมมติฐานการวิจัย
- 5.3 วิธีดำเนินการวิจัย
- 5.4 สรุปผลการวิจัย
- 5.5 อภิปรายการวิจัย
- 5.6 ข้อเสนอแนะ

#### 5.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเขียนแบบเฟืองตรงฟันโค้งอินโวลูท วิชาเขียนแบบเครื่องกล สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง(ปวส.)
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับวิธีการสอนแบบปกติ วิชาเขียนแบบเครื่องกล เรื่องการเขียนแบบเฟืองตรงฟันโค้งอินโวลูท

#### 5.2 สมมติฐานการวิจัย

1. ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเขียนแบบเครื่องกล เรื่อง การเขียนแบบเฟืองตรงฟันโค้งอินโวลูทมีประสิทธิภาพสูงตามเกณฑ์ 80:80
2. นักเรียนที่เรียนในวิชาเขียนแบบเครื่องกล เรื่อง การเขียนแบบเฟืองตรงฟันโค้งอินโวลูท โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ

เลขที่..... 29 75 2546  
วันที่..... 3.1 31.1 2546  
เวลา..... 10.00 น.



ที่ ทม 1504/ 0073

คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

10 มกราคม 2546

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษก มหานคร

สิ่งที่ส่งมาด้วย 1. ประกาศผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ฉบับ  
2. แบบทดสอบ เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นางไทรแก้ว กลิ่นคำ นักศึกษาระดับปริญญาโท คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเขียนแบบเฟืองตรงฟันโค้งอิน วาลูท” และได้รับอนุมัติหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์แล้ว เมื่อวันที่ 19 พฤศจิกายน 2545 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมจึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นางไทรแก้ว กลิ่นคำ เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยภายในสถานศึกษาของท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่าน มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดี ฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

31 ม.ค. 46

เอกสารนี้หน่วยบัณฑิตศึกษา ขอไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่า โทร. 737-3000 ต่อ 3692 ไม่มีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โทรสาร. 3264325

## 5.3 วิธีการดำเนินการวิจัย

### 5.3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง(ปวส.) แผนกช่างเขียนแบบเครื่องกล คณะวิชาช่างกล วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษก มหานคร กรมอาชีวศึกษา กรุงเทพมหานคร จำนวน 80 คน นำมาเป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวนทั้งสิ้น 40 คน แล้วทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม โดยแบ่งกลุ่มทดลองดังนี้ กลุ่มที่ 1 ใช้ทดลองหาประสิทธิภาพและให้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำนวน 20 คน และกลุ่มที่ 2 ให้เรียนจากวิธีการสอนแบบปกติจำนวน 20 คน

### 5.3.2 เครื่องมือที่ใช้ทำการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเขียนแบบเครื่องกล เรื่อง การเขียนแบบเฟืองตรงฟันโค้งอินโวลูท ซึ่งเป็นวิชาชีพบังคับที่ใช้สอนในแผนกเขียนแบบเครื่องกล นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สังกัด กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ มีดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาเขียนแบบเครื่องกล เรื่องการเขียนแบบเฟืองตรงฟันโค้งอินโวลูท

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ผ่านการคัดเลือกให้ได้ค่า P และ D และค่า KR 20 ใน จำนวน 20 ข้อ โดยมีค่าความยากง่าย (P) ตั้งแต่ 0.42-0.77 ค่าอำนาจการจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.30-0.55 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ KR 20 เท่ากับ 0.75

แบบทดสอบย่อยวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ผ่านการคัดเลือกให้ได้ค่า P และ D และค่า KR 20 จำนวน 20 ข้อ โดยมีค่าความยากง่าย (P) ตั้งแต่ 0.57-0.75 ค่าอำนาจการจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.30-0.50 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ KR 20 เท่ากับ 0.76

3. แบบประเมินผลสื่อของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยมีค่าประเมินเฉลี่ยดังนี้

ด้านเนื้อหา มีค่าเท่ากับ 4.61 และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ มีค่าเท่ากับ 4.54 มีค่าเฉลี่ยที่ได้อยู่ในเกณฑ์ดีมาก

## 5.4 สรุปผลการวิจัย

ในการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนครั้งนี้จะมีผลการหาประสิทธิภาพและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดังนี้

### 5.4.1 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E<sub>1</sub>) มีค่าเท่ากับ 85.25

ประสิทธิภาพของผลสัมฤทธิ์ (E<sub>2</sub>) มีค่าเท่ากับ 82.50 ซึ่งหมายถึงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ  $E_1 : E_2 = 80:80$

### 5.4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการเรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักศึกษาที่เรียน โดยการใช้โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักศึกษาที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ ผลปรากฏว่ากลุ่มนักศึกษาที่เรียนโดยการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยของทั้ง 2 วิธี จะเห็นว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มนักศึกษาที่เรียนโดยการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติแสดงให้เห็นว่า การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักศึกษาที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้

## 5.5 อภิปรายผลการวิจัย

### 5.5.1 ด้านประสิทธิภาพ

ผลจากการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาเขียนแบบเครื่องกล เรื่อง การเขียนแบบเฟืองตรงฟันโค้งอินโวลูท ที่สร้างขึ้นมานั้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80:80 โดยพิจารณาผลจากการทดลองภาคสนามกับนักศึกษา จำนวน 20 คน ได้ประสิทธิภาพของกระบวนการและประสิทธิภาพของผลสัมฤทธิ์ เท่ากับ 85.25 : 82.50 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเขียนแบบเฟืองตรงฟันโค้งอินโวลูท มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด เหตุที่ทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพนั้นเนื่องจาก มีการวางแผนและการจัดการเตรียมการล่วงหน้ามาก่อนนี้ และจัดการเตรียมเนื้อหาที่เหมาะสมกับเวลาที่ทำการเรียนรู้ด้วยตัวเอง มีการโต้ตอบระหว่างเรียน รวมถึงผู้ที่ทำการวิจัยได้นำข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านสื่อ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และผู้ใช้เรียนเพื่อทำการทดลองนั้นมาปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สมบูรณ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ในด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทเรียนดังกล่าวนี้มีประสิทธิภาพสูงตามเกณฑ์ที่กำหนด(กิดานันท์ มลิทอง. 2516:187-191) การสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น จะมีการป้อนข้อมูลกลับ (Feedback) ทันที หลังจากตอบคำถามเป็นการเสริมแรง (Reinforcement ) กระบวนการเช่นนี้ ทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้และความเข้าใจมากขึ้นและได้ทราบผลการเรียนรู้ทันที (วสันต์ อดิศักดิ์. 2530 : 75-90) คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ยังทำให้การเรียนการสอนมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ เนื่องจากบทเรียนนั้นสามารถสร้างขึ้นได้ด้วยตัวอักษร มีการเคลื่อนไหว รวมทั้งเสียง ทำให้ผู้เรียนสนุกกับการเรียน โดยไม่รู้จักรับเบื่อหน่าย

### 5.5.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับวิธีการสอนแบบปกติ

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับวิธีการสอนแบบปกติ ของนักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษก มหานคร แผนกวิชาช่างเขียนแบบเครื่องกลระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง(ปวส.)โดยใช้สูตร  $Poivariences$  Independent Samples t-test ค่า t ที่ได้จากการคำนวณ เท่ากับ 2.24 เมื่อเปรียบเทียบค่า t จากตารางที่ระดับนัยสำคัญ .05 ค่า df = 38 จะมีค่า t เท่ากับ 1.69 ยิ่งแสดงว่า การเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการเรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นการแสดงให้เห็นว่าการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นนั้นมีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าวิธีการสอนแบบปกติ ผลการเปรียบเทียบครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ประเมศวร์ รัตนเวฬุ (2544:58) ทำการวิจัยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเขียนแบบรูปทรงปริมาตรตัดตรง สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.2) สาขาวิชาออกแบบการผลิต มีประสิทธิภาพ 83.33:82.83 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับวิธีการสอนแบบปกติวิชาเขียนแบบเครื่องกล เรื่อง การเขียนแบบเพื่องตรงพื้นโค้งอินโวลูท นำไปใช้กับนักศึกษาระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.1) วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษก มหานคร กรุงเทพมหานคร ก็พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นนั้นมีประสิทธิภาพสูงตามเกณฑ์ที่กำหนดและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่านักศึกษาที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ โดยที่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นนั้นได้ยึดหลักขั้นตอนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดัดแปลงมาจากกระบวนการสอนของกาเย่ 9 ขั้นตอน ดังนี้

การเร่งเร้าความสนใจขั้นแรกก็คือ นำเสนอบทนำ เรื่องของบทเรียน จะมีเหมือนผังก้างปลาให้เลือกหัวข้อได้ โดยสร้างให้มีการโต้ตอบกับผู้เรียน ๆ อยากรู้ต่อไปคลิก ใช้เมาส์คลิก

ไม่ว่าการณ์ใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลือกปุ่มที่ต้องการเรียนรู้ เข้าไปพบวัตถุประสงค์การเรียนรู้ก่อนเข้าสู่บทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบล่วงหน้าเรื่องที่จะเรียน ผู้เรียนจึงเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ขึ้น ในการเรียนรู้จะจัดให้มีแบบทดสอบระหว่างเรียน ซึ่งเป็นการประเมินความรู้ของผู้เรียน เพื่อทบทวนเนื้อหาเดิมที่เคยศึกษามาแล้ว เมื่อมีเนื้อหาใหม่ จะแสดงภาพและภาพเคลื่อนไหวของเฟืองตรงที่หมุนซบกันกับเนื้อหาประกอบพร้อมทั้งคำบรรยายสั้นๆ เข้าใจง่ายขึ้น ในการยกตัวอย่างจะชี้แนวทางในการเรียนรู้ของผู้เรียนจะแยกแยะความแตกต่างและเข้าใจเนื้อหาต่างๆ ได้ชัดเจน ผู้เรียนเลือกเรียนและเลือกตอบได้เอง เพื่อเรียกความสนใจของผู้เรียนด้วย ผู้เรียนทราบว่าตอบถูกหรือตอบผิดจะแสดงผลเป็นสัญลักษณ์ให้เห็นเป็นการให้ผลย้อนกลับ มีการทดสอบความรู้ ใช้แบบทดสอบระหว่างเรียน และหลังเรียนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าผ่านเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่การนำไปใช้จากใบงานที่ผู้วิจัยแนบมาให้ฝึกปฏิบัติและสามารถนำความรู้ใหม่ไปใช้ได้

## 5.6 ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยได้แบ่งลักษณะของการเสนอแนะเป็นข้อๆ ดังนี้

### 5.6.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ผู้สร้างมีโปรแกรมตอบสนองบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว ควรจะมีโปรแกรมอื่นๆ เข้ามาเสริมเพื่อช่วยให้การทำภาพหรือตัวอักษรประเภทกราฟิกหลากหลายจะเป็นตัวช่วยให้เกิดการกระตุ้นต่อการเรียนของผู้เรียนได้เร็วขึ้น
2. เมื่อผู้วิจัยได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหนึ่งหน่วยแล้ว ควรสร้างในเนื้อหาที่ต่อเนื่องและมีความสัมพันธ์กัน เพื่อเก็บไว้เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชานั้นๆ
3. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีประสิทธิภาพสูงขึ้นได้ ควรส่งเสริมสถานที่ที่ใช้ในการค้นคว้าและเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเมื่อต้องการทบทวนวิชานั้นๆ
4. เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการสร้างหรือใช้เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็ควรจะเป็นเครื่องที่มีความเร็วสูง ในการอ่านยิ่งเร็วมากเท่าไรได้ยิ่งกระตุ้นต่อการเรียนของผู้เรียนมากขึ้นตามลำดับ

### 5.6.2 ข้อเสนอแนะเพื่อทำการวิจัยครั้งต่อไป

1. การวิจัยนี้เป็นการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับวิธีการสอนแบบปกติ และครั้งต่อไปควรมีบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้เผยแพร่ทางอินเทอร์เน็ตได้ เพื่อการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอีกทางหนึ่ง

2. การวิจัยนี้เป็นการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับวิธีการสอนแบบปกติ และครั้งต่อไปควรทำการวิจัยเกี่ยวกับ ความคงทน หรือความชอบของเทคนิคหรือภาพกราฟิกในรูปแบบต่างๆในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



## บรรณานุกรม

กิดานันท์ มลิทอง. 2536. เทคโนโลยีการศึกษาพร้อมสมัย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ :  
เอ็ดิสันเพรส โพรดักส์.

กัญจนา ลินทรัตน์ศิริกุล. 2526. เอกสารการสอนชุดวิชา สถิติ วิจัย และการประเมินผลการ  
ศึกษา. สำนักเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

กำพล ดำรงค์วงศ์. 2538. "การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย ในราย  
วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จากการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน2วิธี."  
วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทร  
วิโรฒ ประสานมิตร.

คณิต ไช้มุก. 2527. "คอมพิวเตอร์กับการศึกษา." สื่อ. (เมษายน – มิถุนายน 2527) : 21-31.

ชาติรี เกิดธรรม. 2544. อยากทำวิจัยในชั้นเรียนแต่เขียนไม่เป็น. กรุงเทพฯ : เลียงเชียง.

ช่วงโชติ พันธุ์เวช. 2535. การออกแบบและสร้างบทเรียนด้วยคอมพิวเตอร์. กรุงเทพฯ :  
มหาวิทยาลัยรามคำแหง

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ. 2520. ระบบสื่อการสอน. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ณรงค์ บุญมี. 2529. การใช้คอมพิวเตอร์ในกระทรวงศึกษาธิการ. 8. MIS/CE/CA. กรุงเทพฯ :  
สสวท. (เอกสารอัดสำเนา).

ทักษิณา สนวนานนท์. 2529. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

ทักษิณา สนวนานนท์. 2530. คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว

ธีระยุทธ สุวรรณประทีป. 2538. เขียนแบบวิศวกรรมเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : วิทย์พัฒนา.

ธัญญลักษณ์ ก้องสมุท. 2535. เขียนแบบเครื่องกล 2. กรุงเทพฯ : เจริญธรรม.

นิพนธ์ สุขปริดี. 2526. "ไม่มีใครคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา." วารสารคณะกรรมการแห่งชาติว่า  
ด้วยการศึกษาและสหประชาชาติ. ( กันยายน – ตุลาคม ) : 40 – 47.

นิภา เมธาวิชัย. 2536. การประเมินผลการเรียน. กรุงเทพฯ : สำนักส่งเสริมวิชาการสถาบัน  
ราชภัฏธนบุรี.

บรรเลง ศรีนิล. 2524. ตารางงานโลหะ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
พระนครเหนือ.

บุญญศักดิ์ ใจจงกิจ. 2518. ทฤษฎีงานเครื่องมือกล. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้วนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. 2531. เทคนิคการสร้างเครื่องมือนวัตกรรมข้อมูลสำหรับการวิจัย. กรุงเทพฯ : ศรีอนันต์.
- ปรเมศวร์ รัตนเวฬุ. 2544. "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การเขียนแบบรูปทรงพีรามิดตัดตรง." วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวศึกษาและเทคโนโลยีศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ผกาทิพย์ ศุขวัฒน์. 2529. "คำหำนามจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3." วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- ผดุง อาระยะวิญญู. 2527. ไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- ยี่น ภู่วรรณ. 2531. การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : เสียงอักษร.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- เรื่องเดช วงศ์หล้า. 2528. "คอมพิวเตอร์กับการแก้ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์." บัณฑิตทำอัฐ. (ตุลาคม 2528-มีนาคม 2529):97-107.
- วสันต์ อดิศักดิ์. 2530. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. ศึกษาศาสตร์.8 (กุมภาพันธ์-พฤษภาคม 2530) :17-26.
- วสันต์ อดิศักดิ์. 2530. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. วารสารศึกษาศาสตร์.3 (9)
- วัลลภ พัฒนพงษ์. 2538. "การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและบทเรียนโปรแกรมในการเขียนแบบงานท่อ." วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- วิเชียร ชิวพิมาย. 2526. บทเรียนแบบโปรแกรม. พิมพ์ครั้งที่ 2. ขอนแก่น : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วีระ ไทยพานิช. 2526. บทบาทและปัญหาของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพฯ : ศูนย์เทคโนโลยีการศึกษา กรมการศึกษานอกโรงเรียน.
- วินัย รังสินันท์. 2526. สถิติ วิจัย และการประเมินผลการศึกษา. เอกสารการสอน สำนักเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

สมาน พิมพ์พิเศษสาร. 2544. "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การเขียนแบบแผ่นคัลี่ โดยวิธีการอาศัยเส้นขนาน." วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สมจิตรา เรื่องศรี. 2540. เอกสารประกอบการบรรยายระเบียบวิธีวิจัยทางการศึกษา (MR793). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

สมชัย ชินะตระกูล. 2531. คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ : กรมการศาสนา.

สมชาย วจนจิรพงศ์. 2526. เขียนแบบเครื่องกล 1. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

สมบุรณ์ สุริยวงศ์. 2540. ระเบียบวิธีวิจัยทางการศึกษา. เอกสารประกอบการบรรยาย มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

สมศักดิ์ อินธิรัตนสุนทร. 2519. เขียนแบบทั่วไป. กรุงเทพฯ : เจริญธรรม.

สรพัส ยี่มนวล. 2538. CAI กรมอาชีวศึกษา. สถาบันพัฒนาครูอาชีวศึกษา 4 (8) : 27-32

สุกรี รอดโพธิ์ทอง. 2532. " การใช้คอมพิวเตอร์ในโรงเรียน." โครงการตำราเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์บุรีรัมย์. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุพิทย์ กาญจนพันธุ์. 2542. เอกสารประกอบการเรียนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

แสงอากาศ พิมพ์ศรี. 2545. "คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง สัญลักษณ์ในงานเขียนแบบ." วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

อธิพร ศรียมก. 2532. การประเมินผลสื่อการสอน. เอกสารประกอบการสอน วิชาสื่อการสอน ระดับมัธยมศึกษา, กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช.

โอวาท พูลศิริ. 2542. เอกสารประกอบการเรียนวิชาการสอนแบบโปรแกรม. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

Gagne, R.M. and Briggs. L.J. 1988 Principles of Instruction Design. 2nd ed. New York : Holt Richard and Winston.

Hakes, Adrinne Mansfield. 1896. "A Computer Between Two Method of Individualized Mathematics Instruction with Potential High School Drop Outs in Continuation Program." "Dissertation Abstracts International."

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์เพื่อการศึกษาค้นคว้า ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Hall Keith A 1982 Computer – Based Education. Encyclopedia of Education Research.
- Merritt, Robert.L.1983 " Achievement with and without Computer – Assisted Instruction in the Middle School.W" Dissertation Abstract international.
- Lee. Yi Jen D. 1989. "The Effects of feedback and second try in computer – assisted instruction for a rule – learning task." Dissertation Abstracts International. 50. June.
- Oden, Robin Earl. 1982 " An assessment of the Effectiveness of Computer Assisted Instruction for Teaching a visual Discrimination task to Learning Disabled Students." Dissertation Abstracts International.
- Sickler. Nancy Gibbs. 1988. "The Effects of Different Modes of Instruction and Feedback on the Achievement of Students with Differing Levels of Locus of Control." Dissertation Abstracts International. 48 ( June ) : 3045-A
- Wright, Pamela A. 1984. " Study of Computer Assisted Instruction for Remediation in Mathmatics On the secondary level. " Dissertation Abstracts International.



## ภาคผนวก ก

### หนังสือราชการต่างๆ

หนังสือผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

หนังสือขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

หนังสือขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาทดลองเครื่องมือเพื่อการวิจัย

หนังสือขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย



ประกาศบัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา ที่ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการดังนี้

นางไทรแก้ว กลิ่นคำ รหัสประจำตัว 44064521 ให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเขียนแบบเฟืองตรงฟันโค้งอินโวลูท (COMPUTER-ASSISTED INSTRUCTION ON INVOLUTE TEETH SPUR GEAR DRAFTING)" โดยมี ผศ.อรรถพร ฤทธิเกิด เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

ซึ่งได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 19 พฤศจิกายน 2545

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของบัณฑิตวิทยาลัย

ประกาศ ณ วันที่ ๑๑ พฤศจิกายน พ.ศ.2545

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร้อยเอก วีระเชษฐ ชันเงิน)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ทม 1504/ 4285

คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๖ ธันวาคม 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์ช่อเนก ชมฉ่ำ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบด้านเนื้อหา เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นางไทรแก้ว กลิ่นคำ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา  
ทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเขียน  
แบบเฟืองตรงฟันโค้งอินโวลูท”

คณะกรรมการอุดมศึกษาพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง  
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้  
ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวม  
ข้อมูลของ นางไทรแก้ว กลิ่นคำ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณ  
เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน้าบัณฑิตศึกษา

โทร. 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 3264325



ที่ ทม 1504/ 4285

คณะกรรมการอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

6 ธันวาคม 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์รัชชาติ แสงวงศ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบด้านเนื้อหา เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นางไทรแก้ว กลิ่นคำ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา  
ทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเขียน  
แบบเฟืองตรงฟันโค้งอิน โวลูท”

คณะกรรมการอุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง  
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้  
ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวม  
ข้อมูลของ นางไทรแก้ว กลิ่นคำ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณ  
เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน้าบัณฑิตศึกษาที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

โทร. 737-3000 ต่อ 3692 ห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โทรสาร. 3264325



ที่ ทม 1504/ 4285

คณะกรรมการอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

6 ธันวาคม 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน รศ.ดร.ชม กิมปาน

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบด้านเทคนิคการผลิตสื่อ เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นางไทรแก้ว กลิ่นคำ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา  
ทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเขียน  
แบบเฟืองตรงฟัน โค้งอิน โวลูท”

คณะกรรมการอุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง  
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้  
ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวม  
ข้อมูลของ นางไทรแก้ว กลิ่นคำ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณ  
เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 737-31000 ต่อ 3692

โทรสาร. 3264325



ที่ ทม 1504/ 4285

คณะกรรมการอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

6 ธันวาคม 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผศ.ดร.พิศิษฐ์ โภคารัตน์กุล

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบด้านเทคนิคการผลิตสื่อ เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นางไทรแก้ว กลิ่นคำ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา  
ทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเขียน  
แบบเฟืองตรงฟันโค้งอิน โวลูท”

คณะกรรมการอุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง  
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้  
ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวม  
ข้อมูลของ นางไทรแก้ว กลิ่นคำ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณ  
เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน้าบัณฑิตศึกษา

เอกสารที่ 1737-3000 ต่อ 3692 สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไมโครสารที่ 03264325 อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ทม 1504 / 0018

คณะกรรมการอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

6 มกราคม 2546

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาทดลองเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษก มหานคร

ด้วย นางไทรแก้ว กลิ่นคำ นักศึกษาระดับปริญญาโท คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชา  
เทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีพและเทคโนโลยี จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์  
ช่วยสอน เรื่อง การเขียนแบบเฟืองตรงฟันโค้งอินโวลูท” คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมจึงขอความอนุเคราะห์  
ท่านได้โปรดอนุญาตให้ นางไทรแก้ว กลิ่นคำ ทดลองเครื่องมือเพื่อการวิจัยภายในสถานศึกษาของท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่าน  
มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยวิทยบริการ

โทร. 7373000 ต่อ 3692

โทรสาร 3264325 ที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ใช้เพื่อประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

31ม.ค. 46

29 75 ม.ค. 6  
3.1 ม.ค. 2546  
10.00 น.



ที่ ทม 1504/ 0073

คณะกรรมการอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

10 มกราคม 2546

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษก มหานคร

- สิ่งที่ส่งมาด้วย
1. ประกาศผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ฉบับ
  2. แบบทดสอบ เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นางไทรแก้ว กลิ่นคำ นักศึกษาระดับปริญญาโท คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเขียนแบบเฟืองตรงฟันโค้งอิน โวลูท” และได้รับอนุมัติหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์แล้ว เมื่อวันที่ 19 พฤศจิกายน 2545 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมจึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นางไทรแก้ว กลิ่นคำ เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยภายในสถานศึกษาของท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณ ในความอนุเคราะห์ของท่าน มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดี ฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

อ.ค.๗  
ค.วิ  
31 ม.ค. 46



## ภาคผนวก ข

**แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน  
ตารางวิเคราะห์แบบทดสอบ**

## แบบประเมินสื่อการสอนสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ

### คำชี้แจง

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเขียนแบบเครื่องกล เรื่อง การเขียนแบบเฟืองตรงฟันโค้งอินโวลูท (Computer - Assisted Instruction on Involute Teeth Spur Gear Drafting) ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2544 กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ผู้วิจัยได้จัดทำสื่อขึ้นเพื่อเป็นการนำความรู้ตามหลักสูตรไปสู่ผู้เรียน โดยเราให้ผู้เรียนเกิดความต้องการการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการนำเสนอ จึงขอให้ผู้ทรงคุณวุฒิโปรดพิจารณาเทคนิคการนำเสนอสื่อนี้อย่างละเอียดรอบคอบอย่างยิ่ง แล้วแสดงความคิดเห็นของท่านลงในแบบประเมินที่แนบมาพร้อมนี้

วิจารณ์ญาณที่ละเอียดถี่ถ้วนและการแสดงความคิดเห็นอย่างตรงไปตรงมาของท่านจะมีคุณค่าอย่างยิ่งในการปรับปรุงเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ให้บังเกิดประโยชน์สูงสุด



ตาราง ข.1 แบบประเมินสื่อการสอน (ด้านเนื้อหา)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเขียนแบบเฟืองตรงฟันโค้งอินโวลูท

เรื่องที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก 5	ดี 4	ปานกลาง 3	พอใช้ 2	ควรปรับปรุง 1
<b>เนื้อหาและการนำเสนอ</b> - เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเชิง พฤติกรรม ..... - ความถูกต้องของเนื้อหา ..... - ความถูกต้องในการลำดับเนื้อหาตามขั้นตอน ..... - ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน ..... - ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา ..... - ความชัดเจนในการสรุปเนื้อหา ..... <b>ภาพและภาษา</b> - ความถูกต้องของภาพที่นำมาใช้ ..... - ความถูกต้องของภาษาที่ใช้ ..... - ความสอดคล้องระหว่างภาพกับคำบรรยาย <b>เวลา</b> - ความเหมาะสมของเวลากับเนื้อหา ..... - ความเหมาะสมของเวลากับคำบรรยาย ..... - ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอบท เรียนทั้งหมด .....					

ความคิดเห็นอื่น ๆ (โปรดระบุ)

.....  
 .....

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข.2 แบบประเมินสื่อการสอน (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเขียนแบบเฟืองตรงฟันโค้งอินโวลูท

เรื่องที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก 5	ดี 4	ปานกลาง 3	พอใช้ 2	ควรปรับปรุง 1
<p><b>เร้าความสนใจ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- บทเรียนมีลักษณะรูปร่าง น่าสนใจ ในการเรียน</li> <li>- การวางรูปแบบของหน้าจอ</li> <li>- การออกแบบข้อความได้สวยงามและเร้าใจ</li> <li>- ความเหมาะสมของกราฟิก</li> <li>- ความเหมาะสมของเสียงและจังหวะ</li> <li>- ระยะเวลาในการนำเสนอ</li> </ul> <p><b>บอกวัตถุประสงค์</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ลักษณะตรงตามเนื้อหาวิชา</li> <li>- ข้อความถูกต้องตามเนื้อหาและหลักเกณฑ์</li> <li>- ภาษาที่ใช้กะทัดรัดและเข้าใจง่าย</li> </ul> <p><b>ทบทวนความรู้เดิม</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- มีลักษณะสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน</li> </ul> <p><b>การนำเสนอเนื้อหาใหม่</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ความถูกต้องของเนื้อหาและหลักเกณฑ์</li> <li>- สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน</li> <li>- ความยาวของเนื้อหาและบทเรียนเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน</li> <li>- เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ควบคุมทิศทางและความเร็วซ้ำในการเรียน</li> <li>- ความเหมาะสมในการนำเสนอเข้าสู่เนื้อหาวิชา</li> </ul>					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่องที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก 5	ดี 4	ปานกลาง 3	พอใช้ 2	ควรปรับปรุง 1
<p><b>การนำเสนอเนื้อหาใหม่ (ต่อ)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ความเหมาะสมในรูปแบบหรือวิธีการนำเสนอ</li> <li>- เทคนิคการนำเสนอทำให้ความต่อเนื่องของเนื้อหา</li> <li>- ใช้ภาษาที่สั้นกระชับ ถูกต้อง และเหมาะสมกับระดับผู้เรียน</li> <li>- ความเหมาะสมในการใช้ภาพและเสียง</li> <li>- ความเหมาะสมของภาพในด้านสื่อความหมาย</li> <li>- ความสอดคล้องระหว่างปริมาณภาพกับปริมาณเนื้อหา</li> <li>- ความเหมาะสมของสี ขนาด และรูปร่างของตัวอักษร</li> <li>- คุณภาพของภาพ กราฟิก เสียง และภาพเคลื่อนไหว ประกอบบทเรียน</li> </ul> <p><b>การชี้แนวทางในการเรียนรู้</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- บอกวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ก่อนเข้าบทเรียน</li> <li>- เครื่องหมายหรือสัญลักษณ์ในการชี้แนวทาง</li> </ul> <p><b>กระตุ้นการตอบสนอง</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในบทเรียนตลอดการเรียน</li> <li>- ความหลากหลายและความเหมาะสมรูปแบบของการมีปฏิสัมพันธ์</li> <li>- ความหลากหลายของการกระตุ้นตอบสนองความต้องการของผู้เรียน.</li> </ul>					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่องที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก 5	ดี 4	ปานกลาง 3	พอใช้ 2	ควรปรับปรุง 1
<p><b>ให้ข้อมูลย้อนกลับ</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ความเหมาะสมและความถูกต้องตามหลักการให้ผลย้อนกลับ</li> </ul> <p><b>มีการทดสอบความรู้</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- มีการประเมินแบบฝึกหัดเป็นระยะๆ เพื่อประเมินความเข้าใจของผู้เรียนพร้อมทั้งให้คำชี้แนะที่เหมาะสม</li> <li>- มีจำนวนคำถามครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์</li> <li>- เปิดโอกาสให้ผู้เรียนทดสอบก่อนหรือหลังเรียนเพื่อวัดระดับความรู้</li> <li>- มีเทคนิคการออกแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัดที่ถูกต้องตามหลักการวัดและประเมินผล</li> <li>- ผู้เรียนสามารถทราบระดับความสามารถของตนเอง</li> </ul> <p><b>การจำแนกและการนำไปใช้</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ลักษณะแหล่งข้อมูลที่มีประโยชน์</li> <li>- การสรุปประเด็นที่ชัดเจน กระชับรัด</li> </ul>					

ความคิดเห็นอื่น ๆ (โปรดระบุ)

.....

.....

.....

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบสื่อการสอน

ในการตรวจสอบสื่อการสอน (บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน) ได้แบ่งการประเมินออกเป็น 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ดังมีรายนามผู้ทรงคุณวุฒิดังต่อไปนี้

### ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

- 1) อาจารย์ เอนก ชมฉ่ำ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (วิศวกรรมเครื่องกล)  
จบการศึกษาจาก สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
ตำแหน่ง หัวหน้าคณะวิชาช่างกล วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษก มหานคร
- 2) อาจารย์ รักชาติ แสงวงศ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมเครื่องกล)  
จบการศึกษาจาก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
ตำแหน่ง หัวหน้าสาขาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- 3) อาจารย์ อติรักษ์ กาญจนหฤทัย วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมไฟฟ้า)  
จบการศึกษาจาก จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ตำแหน่ง หัวหน้าสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต

### ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

- 1) รศ.ดร. ชม กัมปาน วิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต (วิศวกรรมไฟฟ้า)  
จบการศึกษาจาก สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ตำแหน่ง อาจารย์ประจำคณะสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม
- 2) ผศ.ดร. พิเศษฐ์ โภคารัตน์กุล วิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต (วิศวกรรมไฟฟ้า)  
จบการศึกษาจาก สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ตำแหน่ง รองคณบดีฝ่ายพัฒนาสิ่งเอื้ออำนวยความสะดวกและสารสนเทศ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
- 3) อาจารย์ สมชาย เกตุพันธุ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต (วิศวกรรมเครื่องกล)  
ตำแหน่ง หัวหน้าแผนกวิชาเทคนิคพื้นฐาน วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษก มหานคร

## 1. ลักษณะวิชา

วิชา เขียนแบบเครื่องกล รหัสวิชา 01100001 หน่วยกิต 2 (1-3)  
สาขาวิชา ช่างเขียนแบบเครื่องกล ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 1

## 2 คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเขียนแบบ ชิ้นส่วนมาตรฐาน ภาพตัด แฉ่นคลี่ จิ๊กและฟิกเจอร์ งานเชื่อม งานย้ำหมุด งานโครงสร้าง เขียนแบบสั่งงาน

## 3.วัตถุประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในการเขียนแบบสั่งงานหลักการทักษะในการเขียนแบบชิ้นส่วนมาตรฐาน ภาพตัด แฉ่นคลี่ จิ๊กและฟิกเจอร์ งานเชื่อม งานย้ำหมุด งานโครงสร้าง

## 4.วัตถุประสงค์เฉพาะ (เขียนแบบเฟืองตรงฟันคိုင်อินโวลูท)

- อธิบายชนิด รูปร่างลักษณะเฟืองได้
- การเลือกใช้ตารางได้
- บอกวิธีเขียนเฟืองและใช้อุปกรณ์เขียนแบบได้
- สามารถเขียนแบบเฟืองได้

## 5. หน่วยการสอนทฤษฎีและปฏิบัติ

รหัสวิชา 01100001

วิชา เขียนแบบเครื่องกล (1-3 - 2)

ทฤษฎีรวม 18 คาบ

ปฏิบัติรวม 54คาบ

สัปดาห์ที่ / หน่วย	ชื่อหน่วย	ทฤษฎี/ปฏิบัติ	
1/01	ความรู้เกี่ยวกับงานเขียนแบบ	1	3
2/02	พิกัดความเผื่อและระบบงานสวม	1	3
3/03	การกำหนดคุณสมบัติผิวงาน	1	3
4/04	เขียนแบบแผ่นคลี่และงานท่อ	1	3
5/05	เขียนแบบงานยำหมุดและงานเชื่อม	1	3
6/06	เขียนแบบภาพตัด	1	3
7/06	เขียนแบบภาพตัด (ต่อ )	1	3
8/07	เขียนแบบโครงสร้าง	1	3
9	สอบกลางภาคเรียน		4
10/07	เขียนแบบโครงสร้าง	1	3
11/08	เขียนแบบชิ้นส่วนมาตรฐาน	1	3
12/08	เขียนแบบชิ้นส่วนมาตรฐาน (ต่อ) ***	1	3
13/08	เขียนแบบชิ้นส่วนมาตรฐาน (ต่อ)	1	3
14/09	เขียนแบบจิ๊กและฟิกเจอร์	1	3
15/09	เขียนแบบจิ๊กและฟิกเจอร์ (ต่อ)	1	3
16/10	เขียนแบบสั่งงาน	1	3
17/10	เขียนแบบสั่งงาน (ต่อ)	1	3
18	สอบปลายภาคเรียน		4

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้หน่วยเรียนที่ 08 สัปดาห์ที่ 12 นำไปทำการสร้างบทเรียนการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ตาราง ข.3 ตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมแบบทดสอบ (1)

เนื้อหา	ความรู้/ ความจำ	ความ เข้าใจ	นำไป ใช้	วิ เคราะห์	สัง เคราะห์	ประ เมินค่า	รวม	อันดับความสำคัญ
	10	10	10	10	10	10		
1. อธิบาย ชนิด รูปร่าง ลักษณะเพื่อง ได้	-	9	-	-	-	-	9	3
2. การเลือก ใช้ตารางได้	5	-	-	-	-	-	5	4
3. บอกวิธี เขียนแบบ เพื่องและใช้ อุปกรณ์ได้	4	16	-	-	-	-	20	2
4. สามารถ เขียนแบบ เพื่องได้	20	28	-	-	-	-	48	1
รวม	29	53	-	-	-	-	82	
ลำดับสำคัญ	2	1						

จากตาราง ข.3 ผู้วิจัยได้ออกข้อสอบจำนวน 82 ข้อ ต้องการใช้จริงจำนวน 40 ข้อ โดยคิด  
ค่านวนหาค่าได้ เช่น

จำนวนข้อสอบ 82 ข้อ ใช้วัดความเข้าใจ	9	ข้อ
.. 40 ข้อ ..	$(9 \times 40) / 82$	ข้อ
จำนวนข้อที่ใช้	4.39	ข้อ
จำนวนข้อสอบ 82 ข้อ ใช้วัดความรู้ ความจำ	5	ข้อ
.. 40 ข้อ ..	$(5 \times 40) / 82$	ข้อ
จำนวนข้อที่ใช้	2.44	ข้อ
จำนวนข้อสอบ 82 ข้อ ใช้วัดความรู้ ความจำ	4	ข้อ
.. 40 ข้อ ..	$(4 \times 40) / 82$	ข้อ
จำนวนข้อที่ใช้	1.95	ข้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนข้อสอบ 82 ข้อ ใช้วัดความเข้าใจ	16	ข้อ
.. 40 ข้อ ..	( 16x40 )/82	ข้อ
จำนวนข้อที่ใช้	7.80	ข้อ
จำนวนข้อสอบ 82 ข้อ ใช้วัดความรู้ ความจำ	20	ข้อ
.. 40 ข้อ ..	( 20x40 )/82	ข้อ
จำนวนข้อที่ใช้	9.76	ข้อ
จำนวนข้อสอบ 82 ข้อ ใช้วัดความเข้าใจ	28	ข้อ
.. 40 ข้อ ..	( 28x40 )/82	ข้อ
จำนวนข้อที่ใช้	13.66	ข้อ

ผลจากการคำนวณที่ได้นำไปกรอกลงใน ตาราง ข.4



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข.4 ตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมแบบทดสอบ (2) จุดทศนิยม

เนื้อหา	ความรู้/ ความจำ	ความ เข้าใจ	นำไป ใช้	วิ เคราะห์	สัง เคราะห์	ประ เมินค่า	รวม ข้อสอบ ที่ใช้	อันดับความสำคัญ
	10	10	10	10	10	10		
1. อธิบาย ชนิด รูปร่าง ลักษณะเฟือง ได้	-	4.39	-	-	-	-	4.39	3
2. การเลือก ใช้ตารางได้	2.44	-	-	-	-	-	2.44	4
3. บอกวิธี เขียนแบบ เฟืองและใช้ อุปกรณ์ได้	1.95	7.80	-	-	-	-	9.75	2
4. สามารถ เขียนแบบ เฟืองได้	9.76	13.66	-	-	-	-	23.42	1
รวม	14.15	25.85	-	-	-	-	40	
ลำดับสำคัญ	2	1						

จาก 4.39 บัดเป็นเลขจำนวนเต็ม 4

2.44 " 2

1.95 " 2

7.80 " 8

9.76 " 10

13.66 " 14

จากตาราง ข.4 ผู้วิจัยได้คิดจำนวนข้อสอบจากมีจุดทศนิยมได้ปรับตัวเลขจำนวนเต็มทั้งหมดแล้วนำไปกรอกลงใน ตาราง ข.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข.5 ตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมแบบทดสอบ (3) ปรับตัวเลขจำนวนเต็ม

เนื้อหา	ความรู้/ ความจำ	ความ เข้าใจ	นำไป ใช้	วิ เคราะห์	สัง เคราะห์	ประ เมินค่า	รวม ข้อสอบ ที่ใช้	อันดับความสำคัญ
	10	10	10	10	10	10		
1. อธิบาย ชนิด รูปร่าง ลักษณะเฟือง ได้	-	4	-	-	-	-	4	3
2. การเลือก ใช้ตารางได้	2	-	-	-	-	-	2	4
3. บอกวิธี เขียนแบบ เฟืองและใช้ อุปกรณ์ได้	2	8	-	-	-	-	10	2
4. สามารถ เขียนแบบ เฟืองได้	10	14	-	-	-	-	24	1
รวม	14	26	-	-	-	-	40	
ลำดับสำคัญ	2	1						

ผลจากการปัดเป็นเลขจำนวนเต็มจากตาราง ข.4 จึงได้จำนวนข้อสอบที่ใช้จริงตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการวัดจำนวน 40 ข้อ



## ภาคผนวก ค

### รายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูลสถิติที่เกี่ยวข้อง

ตาราง ค.1 วิเคราะห์ค่าความสอดคล้องของข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 20 ข้อ

ข้อสอบ	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ							
	ด้านเทคนิคผลดีข้อ(บฝ.)			ค่าเฉลี่ย	ด้านเนื้อหา(แบบทดสอบ)			ค่าเฉลี่ย
	คนที่				คนที่			
	1	2	3	1	2	3		
1	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
2	+1	+1	0	0.67	+1	+1	+1	1
3	+1	+1	+1	1	+1	0	+1	0.67
4	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
5	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
6	+1	+1	+1	1	+1	+1	0	0.67
7	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
8	0	+1	+1	0.67	+1	+1	+1	1
9	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
10	+1	+1	+1	1	+1	+1	0	0.67
11	+1	0	+1	0.67	+1	+1	+1	1
12	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
13	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
14	+1	0	+1	0.67	+1	+1	+1	1
15	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
16	+1	+1	+1	1	+1	0	+1	0.67
17	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
18	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
19	+1	+1	+1	1	+1	+1	+1	1
20	+1	+1	+1	1	0	+1	+1	0.67

เทคนิคหาค่าเฉลี่ย IOC (Index Of Congruence)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น โปรดอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค.2 แสดงคะแนนจากการทดลองใช้ (Tryout) เพื่อทดสอบหาคุณภาพของแบบฝึกหัด  
เรื่อง การเขียนแบบเฟืองตรงฟันโค้งอินโวลูท

คนที่ (N)	x	x <sup>2</sup>	คนที่ (N)	x	x <sup>2</sup>
1	8	64	21	14	196
2	13	169	22	19	361
3	20	400	23	11	121
4	11	121	24	18	324
5	17	289	25	14	196
6	9	81	26	9	81
7	13	169	27	11	121
8	10	100	28	13	169
9	18	324	29	17	289
10	13	169	30	8	64
11	10	100	31	19	361
12	14	196	32	10	100
13	18	324	33	11	121
14	11	121	34	19	361
15	13	169	35	19	361
16	9	81	36	17	289
17	17	289	37	10	100
18	19	361	38	13	169
19	14	196	39	10	100
20	8	64	40	11	121
			รวม	538	7792

ตาราง ค.3 แสดงค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) ค่าเชื่อมั่น ( $r_u$ ) แบบฝึกหัด  
เรื่อง การเขียนแบบเฟืองตรงฟันคังอินโวลูท

ข้อที่	$R_u$ (20คน)	$R_L$ (20คน)	D	P	$q = 1-P$	$Pq$
1	15	9	0.30	0.60	0.40	0.24
2	17	11	0.30	0.70	0.30	0.21
3	18	12	0.30	0.75	0.25	0.18
4	17	10	0.30	0.67	0.33	0.22
5	15	8	0.35	0.57	0.43	0.24
6	16	9	0.35	0.63	0.37	0.23
7	17	11	0.30	0.70	0.30	0.21
8	18	11	0.35	0.72	0.28	0.20
9	17	11	0.30	0.70	0.30	0.21
10	16	10	0.30	0.65	0.35	0.22
11	17	10	0.35	0.67	0.33	0.23
12	18	11	0.35	0.72	0.28	0.20
13	19	10	0.45	0.72	0.28	0.20
14	16	10	0.30	0.65	0.35	0.22
15	17	9	0.40	0.65	0.35	0.22
16	16	10	0.30	0.65	0.35	0.22
17	18	8	0.50	0.65	0.35	0.22
18	18	12	0.30	0.75	0.25	0.18
19	16	10	0.30	0.65	0.35	0.22
20	16	9	0.35	0.63	0.37	0.23
					$\Sigma Pq$	4.29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$n = 20$$

$$N = 40$$

$$\sum Pq = 4.29$$

$$(\sum x)^2 = (538)^2$$

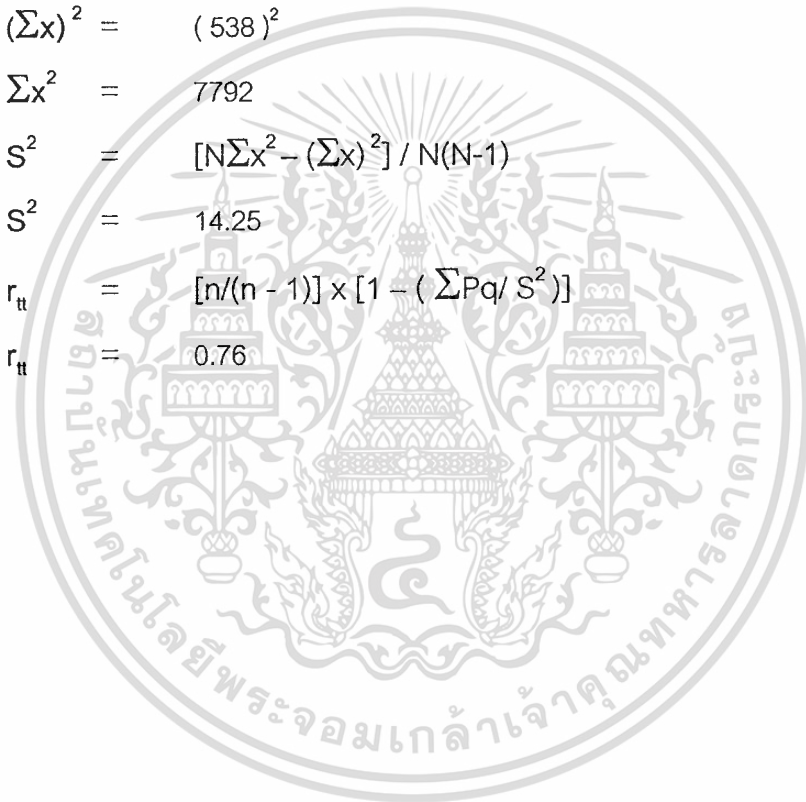
$$\sum x^2 = 7792$$

$$S^2 = \frac{[N\sum x^2 - (\sum x)^2]}{N(N-1)}$$

$$S^2 = 14.25$$

$$r_{tt} = \frac{[n/(n-1)] \times [1 - (\sum Pq / S^2)]}{}$$

$$r_{tt} = 0.76$$



ตาราง ค.4 แสดงคะแนนจากการทดลองใช้ (Tryout) เพื่อทดลองหาคุณภาพของแบบทดสอบ  
เรื่อง การเขียนแบบเฟืองตรงฟันค้ำอินโวลูท

คนที่ (N)	x	x <sup>2</sup>	คนที่ (N)	x	x <sup>2</sup>
1	10	100	21	14	196
2	14	196	22	15	225
3	11	121	23	9	81
4	9	81	24	7	49
5	7	49	25	19	361
6	13	169	26	18	324
7	10	100	27	9	81
8	15	225	28	13	169
9	11	121	29	18	324
10	15	225	30	16	256
11	9	81	31	10	100
12	7	49	32	13	169
13	16	256	33	7	49
14	13	169	34	9	81
15	11	121	35	7	49
16	13	169	36	16	256
17	11	121	37	19	361
18	14	196	38	13	169
19	16	256	39	14	196
20	18	324	40	10	100
			<b>รวม</b>	<b>499</b>	<b>6750</b>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค.5 แสดงค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) ค่าเชื่อมั่น ( $r_u$ ) แบบทดสอบ  
เรื่อง การเขียนแบบเฟืองตรงฟันคိုင်อินโวลูท

ข้อที่	$R_u$ (20คน)	$R_L$ (20คน)	D	P	$q = 1-P$	Pq
1	16	7	0.45	0.57	0.43	0.24
2	16	10	0.30	0.65	0.35	0.22
3	17	11	0.30	0.70	0.30	0.21
4	15	8	0.35	0.57	0.43	0.24
5	19	10	0.45	0.73	0.27	0.19
6	17	10	0.35	0.67	0.33	0.22
7	16	10	0.30	0.65	0.35	0.22
8	15	8	0.35	0.57	0.43	0.24
9	19	12	0.35	0.77	0.23	0.17
10	18	7	0.55	0.62	0.38	0.23
11	13	7	0.30	0.50	0.50	0.25
12	18	12	0.30	0.75	0.25	0.18
13	13	6	0.35	0.47	0.53	0.24
14	17	8	0.45	0.63	0.37	0.23
15	13	6	0.35	0.48	0.52	0.25
16	18	12	0.30	0.75	0.25	0.18
17	12	5	0.35	0.42	0.37	0.23
18	18	12	0.30	0.75	0.25	0.18
19	18	9	0.45	0.67	0.33	0.22
20	14	7	0.35	0.53	0.47	0.25
					$\Sigma Pq$	4.39

$$n = 20$$

$$N = 40$$

$$\sum Pq = 4.39$$

$$(\sum x)^2 = (499)^2$$

$$\sum x^2 = 6750$$

$$S^2 = [N\sum x^2 - (\sum x)^2] / N(N-1)$$

$$S^2 = 14$$

$$r_{tt} = [n/(n-1)] \times [1 - (\sum Pq / S^2)]$$

$$r_{tt} = 0.75$$



ตาราง ค.6 แสดงคะแนนการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เรื่อง การเขียนแบบเฟืองตรงฟันคังอินโวลูท

คนที่ (20)	แบบฝึกหัด					แบบทดสอบ (20)
	ตอนที่ 1 (2)	ตอนที่ 2 (1)	ตอนที่ 3 (5)	ตอนที่ 4 (12)	รวม (20)	
1	1	1	3	9	14	14
2	1	1	2	9	13	13
3	1	1	2	9	13	13
4	1	1	2	10	13	14
5	1	1	3	10	15	14
6	1	1	4	10	16	15
7	2	1	3	10	16	15
8	2	1	4	10	17	16
9	2	1	5	10	18	17
10	2	1	4	11	18	18
11	2	1	4	11	18	17
12	1	1	4	12	18	18
13	2	1	4	11	18	17
14	2	1	4	11	18	18
15	2	1	5	11	19	18
16	2	1	4	12	19	18
17	2	1	4	12	19	18
18	2	1	5	11	19	19
19	2	1	5	12	20	19
20	2	1	5	12	20	19
N = 20					$\Sigma X = 341$	$\Sigma F = 330$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$E_1 = \frac{[(\sum X) / N] \times 100}{A}$$

$$= 85.25$$

$$E_2 = \frac{[(\sum F) / N] \times 100}{B}$$

$$= 82.50$$

ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน =  $E_1 : E_2$

$$= 85.25 : 82.50$$

**ตาราง ค.7 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบหนึ่งต่อหนึ่ง**

รายการ	คะแนนระหว่างเรียน	คะแนนหลังเรียน
คะแนนเต็ม	20	20
คะแนนเฉลี่ย	13.00	12.67
คิดเป็นร้อยละ	65.00	63.33
<b>ประสิทธิภาพ</b>	<b>E1 = 65.00</b>	<b>E2 = 63.33</b>

จากตาราง ค.7 ผลการทดลองระหว่างเรียน คิดเป็นประสิทธิภาพของขบวนการ จะได้ค่า (E1):(E2) = 65.00:63.33 แสดงว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นมีประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์ คือ 80:80 ผู้เรียนต้องการให้ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นบางส่วน คือ

1. เปลี่ยนคำบรรยายให้เกิดความชัดเจนและเข้าใจยิ่งขึ้น
2. เปลี่ยนสีให้เรียบสบายตาและขนาดของตัวอักษรเหมาะสมกับวัยเรียน
3. ตัดภาพที่ไม่ชัดเจนออกเพื่อจะไม่เสียเวลามองหาความหมายของภาพ

**ตาราง ค.8 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกลุ่มเล็ก**

รายการ	คะแนนระหว่างเรียน	คะแนนหลังเรียน
คะแนนเต็ม	20	20
คะแนนเฉลี่ย	15.00	14.44
คิดเป็นร้อยละ	75.00	72.20
<b>ประสิทธิภาพ</b>	<b>E1 = 75.00</b>	<b>E2 = 72.20</b>

จากตาราง ค.8 ผลการทดลองเรียนกลุ่มเล็ก คิดเป็นประสิทธิภาพของขบวนการจะได้ค่า (E1):(E2) = 75.00 : 72.20 แสดงว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นมีประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์ คือ 80:80 ผู้เรียนต้องการให้ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นบางส่วนเพิ่มเติม คือ

1. ด้านเวลาของการนำเสนอก่อนเข้าสู่บทเรียนให้เร็วยิ่งขึ้น
2. เปลี่ยนคำบรรยายให้กระชับสั้นๆ เข้าใจง่าย ชัดเจนยิ่งขึ้น

ตาราง ค.9 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่ม  
เรื่อง การเขียนแบบเฟืองตรงฟันโค้งอินโวลูท

คนที่	กลุ่มทดลองที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คะแนนเต็ม 20 คะแนน ( $x_1$ )	กลุ่มทดลองที่เรียนจากการสอนปกติ คะแนนเต็ม 20 คะแนน ( $x_2$ )
1	14	14
2	13	15
3	13	17
4	14	13
5	14	16
6	15	14
7	15	16
8	16	14
9	17	17
10	18	13
11	17	15
12	18	16
13	17	17
14	18	14
15	18	13
16	18	17
17	18	15
18	19	13
19	19	18
20	19	17
$\Sigma X$	330	304
$\bar{X}$	16.50	15.20
SD	2.06	1.6
$S^2$	4.26	2.56
N	20	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สมมติฐานการวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สูงกว่า กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

ตั้งสมมติฐานทางสถิติ  $H_0$  และ  $H_1$

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

โดยที่  $\mu_1$  คือ กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

$\mu_2$  คือ กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

กำหนดระดับนัยสำคัญ

ระดับนัยสำคัญ ( $\alpha$ ) = .05 หมายความว่า การทดสอบครั้งนี้มีระดับความเชื่อมั่นอยู่ที่ 95%

คำนวณหาค่า t-test Independent Sample

การคำนวณหาค่า t กลุ่มทดลองเป็นกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก ( $N \leq 30$ ) และค่าความแปรปรวนของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 มีค่าเท่ากัน ดังนั้นจึงเลือกใช้สูตร t-test independent sample แบบ Pooled variance

สมมติฐาน

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

ให้  $\alpha = .05$

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1) S_1^2 + (n_2 - 1) S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left[ \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]}}$$

$$t = 2.24$$

หาค่า t จาก ตาราง t

$$\text{ที่ } \alpha = .05$$

$$df = n_1 + n_2 - 2 = 20 + 20 - 2 = 38$$

$$t = 1.69$$

ดังนั้นค่า t ที่คำนวณได้ เท่ากับ 2.24 มากกว่า 1.69 จึงปฏิเสธ  $H_0$  และยอมรับ  $H_1$  นั่นคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง ค.10 แสดงคะแนนวิเคราะห์แบบประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหาทั้งหมด 3 ท่าน

เรื่องที่ประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ				ค่าเฉลี่ย		
	1	2	3	รวม	X	S.D	ความหมาย
<b>เนื้อหาและการนำเสนอ</b>							
- เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย							
เชิงพฤติกรรม.....	5	5	5	15	5	0	ดีมาก
- ความถูกต้องของเนื้อหา	4	5	4	13	4.33	0.58	ดี
- ความถูกต้องในการลำดับเนื้อหาตามขั้นตอน	5	5	5	15	5	0	ดีมาก
- ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน	5	5	5	15	5	0	ดีมาก
- ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	5	5	4	14	4.67	0.57	ดีมาก
- ความชัดเจนในการสรุปเนื้อหา	4	4	4	12	4	0	ดี
<b>ภาพและภาษา</b>							
- ความถูกต้องของภาพที่นำมาใช้	5	4	5	14	4.67	0.57	ดีมาก
- ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	4	4	5	13	4.33	0.58	ดี
- ความสอดคล้องระหว่างภาพกับคำบรรยาย	5	5	5	15	5	0	ดีมาก
<b>เวลา</b>							
- ความเหมาะสมของเวลากับเนื้อหา	4	5	4	13	4.33	0.58	ดี
- ความเหมาะสมของเวลากับคำบรรยาย	5	5	5	15	5	0	ดีมาก
- ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอบทเรียนทั้งหมด.....	4	4	4	12	4	0	ดี
<b>ค่าเฉลี่ย</b>					4.61	0.24	ดีมาก

ความคิดเห็นเพิ่มเติมของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

1. ควรมีการสรุปเนื้อหาของบทที่ต้องการเน้น
2. เนื้อหาในการจัดควรลดลงให้เหมาะสมกับเวลา
3. ลดเวลานำเสนอบทเรียนลง

ผลจากการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สรุปผลได้ ดังนี้

คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากด้านเนื้อหา = 4.61 (ดีมาก)

คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากด้านเทคนิคการผลิตสื่อ = 4.54 (ดีมาก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค.11 แสดงคะแนนแบบประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ 3 ท่าน

เรื่องที่ประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ				ค่าเฉลี่ย		
	1	2	3	รวม	X	S.D	ความหมาย
<b>เร้าความสนใจ</b>							
- บทเรียนมีลักษณะจูงใจน่าสนใจในการเรียน	5	4	5	14	4.67	0.57	ดีมาก
- การวางรูปแบบของหน้าจอ	4	4	5	13	4.33	0.58	ดี
- การออกแบบข้อความได้สวยงามและเร้าใจ	4	4	4	12	4	0	ดี
- ความเหมาะสมของกราฟิก	5	5	4	14	4.67	0.57	ดีมาก
- ความเหมาะสมของเสียงและจังหวะ	5	5	5	15	5	0	ดีมาก
- ระยะเวลาในการนำเสนอ	4	4	5	13	4.33	0.58	ดี
<b>บอกวัตถุประสงค์</b>							
- ลักษณะตรงตามเนื้อหาวิชา	5	5	5	15	5	0	ดีมาก
- ข้อความถูกต้องตามเนื้อหาและหลักเกณฑ์	5	4	5	14	4.67	0.57	ดีมาก
- ภาษาที่ใช้กะทัดรัดและเข้าใจง่าย	5	4	4	13	4.33	0.58	ดี
<b>ทบทวนความรู้เดิม</b>							
- มีลักษณะสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน	5	5	5	15	5	0	ดีมาก
- เปิดโอกาสให้ผู้เรียนศึกษาได้	5	4	5	14	4.67	0.57	ดีมาก
<b>การนำเสนอเนื้อหาใหม่</b>							
- ความถูกต้องของเนื้อหาและหลักเกณฑ์	5	5	5	15	5	0	ดีมาก
- สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน	5	4	4	13	4.33	0.58	ดี
- ความยาวของเนื้อหาและบทเรียนเหมาะสมกับระดับ ของผู้เรียน .....	5	4	5	14	4.67	0.57	ดีมาก
- เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ควบคุมทิศทางและความซ้ำเร็ว ในการเรียน.....	4	4	4	12	4	0	ดี
- ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่เนื้อหา	4	4	5	12	4	0	ดี
- ความเหมาะสมในรูปแบบหรือวิธีการนำเสนอ	4	5	5	14	4.67	0.57	ดีมาก
- เทคนิคการนำเสนอทำให้เห็นความต่อเนื่องของเนื้อหา	5	4	5	14	4.67	0.57	ดีมาก
- ใช้ภาษาสั้น กระชับ ถูกต้อง เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4	4	4	12	4	0	ดี
- ความเหมาะสมในการใช้ภาพเสียง และกราฟิกประกอบ	4	4	4	12	4	0	ดีมาก
- ความเหมาะสมในของภาพในด้านสื่อความหมาย	5	5	5	15	5	0	ดีมาก

ตาราง ค.11 (ต่อ) แสดงคะแนนแบบประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ 3 ท่าน

เรื่องที่ประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ				ค่าเฉลี่ย		
	1	2	3	รวม	X	S.D	ความหมาย
- ความสอดคล้องระหว่างปริมาณภาพกับเนื้อหา	5	5	4	14	4.67	0.57	ดีมาก
- ความเหมาะสมของสี ขนาด และรูปร่างของตัวอักษร	5	5	5	15	5	0	ดีมาก
- คุณภาพของภาพ กราฟิก เสียง และภาพเคลื่อนไหวประกอบบทเรียน.....	4	5	4	13	4.33	0.58	ดี
<b>การชี้แนวทางในการเรียนรู้</b>							
- บอกวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ก่อนเข้าบทเรียน	5	4	5	14	4.67	0.57	ดีมาก
- เครื่องหมายหรือสัญลักษณ์ในการชี้แนวทาง	4	4	5	13	4.33	0.58	ดี
<b>การกระตุ้นการตอบสนอง</b>							
- เปิดโอกาสผู้เรียนมีส่วนร่วมในบทเรียนตลอดการเรียน	5	5	5	15	5	0	ดีมาก
- ความหลากหลายและความเหมาะสมรูปแบบของการมีปฏิสัมพันธ์.....	4	4	4	12	4	0	ดี
- การกระตุ้นตอบสนองความต้องการของผู้เรียนให้ข้อมูลย้อนกลับ.....	5	5	4	14	4.67	0.57	ดีมาก
- ความเหมาะสมและความถูกต้องตามหลักการให้ผลย้อนกลับ.....	5	4	5	14	4.67	0.57	ดีมาก
<b>มีการทดสอบความรู้</b>							
- มีการประเมินแบบฝึกหัดเป็นระยะๆ เพื่อประเมินความเข้าใจพร้อมทั้งให้คำชี้แนะที่เหมาะสม.....	4	4	5	13	4.33	0.58	ดี
- มีจำนวนคำถามครอบคลุมเนื้อหาและวัตถุประสงค์	4	5	5	14	4.67	0.57	ดีมาก
- เปิดโอกาสให้ผู้เรียนทดสอบก่อนหรือหลังเรียนเพื่อวัดระดับความรู้.....	4	4	4	12	4	0	ดี
- มีเทคนิคการออกข้อสอบหรือแบบฝึกหัดที่ถูกต้องตามหลักการวัดและประเมินผล.....	5	5	5	15	5	0	ดีมาก
- ผู้เรียนสามารถทราบระดับความสามารถของตนเอง	5	5	5	15	5	0	ดีมาก
<b>การจำแนกและการนำไปใช้</b>							
- ลักษณะแหล่งข้อมูลที่มีประโยชน์	5	4	4	13	4.33	0.58	ดี
- การสรุปประเด็นที่ชัดเจนกะทัดรัด	4	4	5	13	4.33	0.58	ดี
<b>ค่าเฉลี่ย</b>					<b>4.54</b>	<b>0.33</b>	<b>ดีมาก</b>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเขียนแบบเครื่องกล

เรื่อง การเขียนแบบเฟืองตรงฟันโค้งอินโวลูท

Computer Assisted Instruction on Involute Teeth Spur Gear Drafting

### จุดประสงค์ทั่วไป

- รู้และเข้าใจชนิด รูปร่าง เลือกลง
- รู้และเข้าใจวิธีการเขียนแบบเฟืองตรงฟันโค้งอินโวลูท

### จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- อธิบายชนิด รูปร่างลักษณะเฟืองได้
- การเลือกลงตารางได้
- บอกวิธีเขียนเฟืองและใช้อุปกรณ์เขียนแบบได้
- สามารถเขียนแบบเฟืองได้

### ตาราง ง.1 ตารางแยกพฤติกรรมที่ทำการวัด ( ประเมินด้านเนื้อหา )

ลำดับ ที่	รายละเอียดจุดประสงค์การเรียนรู้	แยกพฤติกรรมที่ทำการวัด		
		ความรู้/ ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้
1.	อธิบายชนิด รูปร่างลักษณะเฟืองได้		2	-
2.	การเลือกลงตารางได้	1		-
3.	บอกวิธีเขียนเฟืองและใช้อุปกรณ์เขียนแบบได้	1	4	-
4.	สามารถเขียนแบบเฟืองได้	5	7	-
		7	20	-

ตาราง ง.2 ตารางแยกข้อสอบตามจุดประสงค์การเรียนรู้

		ความรู้ ความจำ (ข้อที่)	ความเข้าใจ (ข้อที่)	รวม
1.	อธิบายชนิด รูปร่างลักษณะเฟืองได้		1,2	2
2.	การเลือกใช้ตารางได้	3		1
3.	บอกวิธีเขียนแบบเฟืองและใช้อุปกรณ์ได้	4	5,6,7,8	5
4.	สามารถเขียนแบบเฟืองได้	11,12,17 19,20	9,10,13,14 15,16,18	12
รวม		7	13	20

## แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเขียนแบบเฟืองตรงฟันคိုင်อินโวลูท

การหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้จากการให้ผู้ทรงคุณวุฒิเป็นผู้ตรวจสอบพิจารณา ความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้โดยมีหลักเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

+1 คะแนน สำหรับข้อคำถามที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

0 คะแนน สำหรับข้อคำถามที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

-1 คะแนน สำหรับข้อคำถามที่ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย / ลงในช่องตามความคิดเห็นของท่าน

ตาราง ง.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเขียนแบบเฟืองตรงฟันคိုင်อินโวลูท

หัวเรื่องที่สอน	การวัดพฤติ กรรม	การให้คะแนน			หมายเหตุ ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
<p>ชนิด รูปร่าง ลักษณะเฟือง</p> <p>1. เฟืองมีฟันมากโคนของฟันจะมีขนาดโตมีผล อะไร</p> <p>ก. เฟืองมีความแข็งแรงต่ำ</p> <p>ข. เฟืองมีความแข็งแรงปานกลาง</p> <p>ค. เฟืองมีความแข็งแรงสูง</p> <p>ง. ไม่มีผล</p>	ความเข้าใจ				
<p>2. เฟืองวงได้เจียบ เสียงดงน้อย สันสะเทือน น้อย ใ้รูปทรงของฟันที่เรียกกันว่าอะไร</p> <p>ก. เคิร์ฟไฮเปอร์      ข. เคิร์ฟอิริค</p> <p>ค. เคิร์ฟไซคอย      ง. เคิร์ฟอินโวลูท</p>	ความเข้าใจ				

หัวเรื่องที่สอน	การวัดพฤติ กรรม	การให้คะแนน			หมายเหตุ
		+1	0	-1	ข้อเสนอแนะ
<p>การเลือกใช้ตารางและประโยชน์</p> <p>3. เฟืองที่มีขนาดระยะพิตช์ของฟันเป็นกี่เท่า ของ <math>\pi</math> หมายถึงอะไร</p> <p>ก. Dp ของเฟือง      ข. โมดูลของเฟือง ค. Dp ของฟัน      ง. โมดูลของฟัน</p>	ความรู้/ ความจำ				
<p>วิธีการเขียนและอุปกรณ์</p> <p>4. อุปกรณ์ที่ใช้ในการแบ่งมุมครึ่งวงกลมมีกี่ องศา</p> <p>ก. 45 องศา      ข. 60 องศา ค. 90 องศา      ง. 180 องศา</p>	ความรู้/ ความจำ				
<p>5. <math>m \times Z =</math> ค่าอะไร</p> <p>ก. da      ข. dr ค. do      ง. du</p>	ความเข้าใจ				
<p>6. <math>do - 2(m + c) =</math> ค่าอะไร</p> <p>ก. da      ข. dr ค. do      ง. du</p>	ความเข้าใจ				
<p>7. <math>do + 2 \times m =</math> ค่าอะไร</p> <p>ก. da      ข. dr ค. do      ง. du</p>	ความเข้าใจ				
<p>8. <math>0.167 \times m =</math> ค่าอะไร</p> <p>ก. c      ข. b ค. h      ง. a</p>	ความเข้าใจ				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวเรื่องที่สอน	การวัดพฤติ กรรม	การให้คะแนน			หมายเหตุ ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
<p>สามารถเขียนแบบเฟือง</p> <p>9. ถ้าเราเขียนแบบเฟือง 30 ฟัน เราจะต้องแบ่งออกเป็นกี่ช่องในวงกลม</p> <p>ก. 30 ช่อง                      ข. 40 ช่อง</p> <p>ค. 50 ช่อง                      ง. 60 ช่อง</p>	ความเข้าใจ				
<p>10. มุม 6 องศา สามารถแบ่งวงกลมให้เขียนฟันเฟืองได้กี่ฟัน</p> <p>ก. 15 ฟัน                      ข. 30 ฟัน</p> <p>ค. 40 ฟัน                      ง. 50 ฟัน</p>	ความเข้าใจ				
<p>11. ไค์งอินโวลูทเริ่มเขียนจากวงกลมใดเป็นฐาน</p> <p>ก. Outside circle    ข. Base circle</p> <p>ค. Root circle        ง. Pitch circle</p>	ความรู้/ ความจำ				
<p>12. การเขียนแบบเฟืองตรงนิยมเขียนฟันเฟืองกี่ส่วน</p> <p>ก. 1/2                      ข. 1/4</p> <p>ค. 1/6                      ง. 4</p>	ความรู้/ ความจำ				
<p>13. ข้อใดเป็นการเขียนแบบเฟือง ขั้นตอนที่ 1</p> <p>ก. สร้างวงรี da do dr</p> <p>ข. สร้างวงกลม da do dr</p> <p>ค. สร้างไค์ง dp do dr</p> <p>ง. สร้างวงรี da dr du</p>	ความเข้าใจ				
<p>14. จุด A ลากเส้น Pressure line <math>75^\circ</math> อยู่ในขั้นตอนการเขียนเฟืองข้อใด</p> <p>ก. ขั้นตอนที่ 1              ข. ขั้นตอนที่ 2</p> <p>ค. ขั้นตอนที่ 3              ง. ขั้นตอนที่ 4</p>	ความเข้าใจ				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวเรื่องที่สอน	การวัดพฤติ กรรม	การให้คะแนน			หมายเหตุ ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
15. สูตรที่ใช้เขียนส่วนโค้งของฟันเฟืองด้วยรัศมีตรงกับข้อใด ก. $R = 1/18 \times d_o$ ข. $R = 1/6 \times d_a$ ค. $R = 1/8 \times d_o$ ง. $R = 1/80 \times d_a$	ความเข้าใจ				
16. สร้างวงกลมสัมผัสเส้น Pressure line ได้วงกลม ซึ่งเป็นจุด ศก. ส่วนโค้งฟันเฟืองอยู่ในชั้นตอนใดของการเขียนเฟือง ก. ชั้นตอนที่ 1                      ข. ชั้นตอนที่ 2 ค. ชั้นตอนที่ 3                      ง. ชั้นตอนที่ 4	ความเข้าใจ				
17. Pitch Point (จุด A) คืออะไร ก. จุดที่ฟันสึกหรอ ข. จุดที่เฟืองจากกัน ค. จุดที่เฟืองขบกัน ง. จุดที่สึกหน้าฟัน	ความรู้/ ความจำ				
18. การใช้ จุด A อยู่ในชั้นตอนใดของการเขียนแบบเฟือง ก. ชั้นตอนที่ 1                      ข. ชั้นตอนที่ 3 ค. ชั้นตอนที่ 2                      ง. ชั้นตอนที่ 4	ความเข้าใจ				
19. โดยทั่ว ๆ ไป นิยมเขียนเฟืองด้วยการใช้อะไรแทนการเขียนเฟือง ก. สัญลักษณ์                      ข. ISO ค. เหมือนจริง                      ง. JIS	ความรู้/ ความจำ				
20. การลากเส้นสัมผัสจะต้องทำมุมกี่องศา ก. 30 องศา                      ข. 45 องศา ค. 60 องศา                      ง. 90 องศา	ความรู้/ ความจำ				

ตาราง ง.4 เฉลยคำตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	คำตอบ
1	ข้อ ค. เพื่อมีความแข็งแรงสูง
2	ข้อ ง. เคิร์พินโวลูท
3	ข้อ ข. โมดูลของเฟือง
4	ข้อ ง. 180 องศา
5	ข้อ ค. do
6	ข้อ ข. dr
7	ข้อ ก. da
8	ข้อ ก. c
9	ข้อ ง. 60 องศา
10	ข้อ ข. 30 ฟัน
11	ข้อ ข. Base circle
12	ข้อ ข. 1/4
13	ข้อ ข. สร้างวงกลม da do dr
14	ข้อ ข. ชั้นตอนที่ 2
15	ข้อ ค. $R = 1/8 \times do$
16	ข้อ ข. ชั้นตอนที่ 2
17	ข้อ ค. จุดที่เฟืองขบกัน
18	ข้อ ค. ชั้นตอนที่ 2
19	ข้อ ก. สัญลักษณ์
20	ข้อ ง. 90 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบทดสอบย่อยวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเขียนแบบเฟืองตรงฟันโค้งอินโวลูท

การหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้จากการให้ผู้ทรงคุณวุฒิเป็นผู้ตรวจสอบพิจารณา ความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้โดยมีหลักเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

+1 คะแนน สำหรับข้อคำถามที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

0 คะแนน สำหรับข้อคำถามที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

-1 คะแนน สำหรับข้อคำถามที่ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย / ลงในช่องตามความคิดเห็นของท่าน

ตาราง ง.5 แบบฝึกหัดวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเขียนแบบเฟืองตรงฟันโค้งอินโวลูท

หัวเรื่องที่สอน	การวัดพฤติ กรรม	การให้คะแนน			หมายเหตุ ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
<p>ชนิด รูปร่าง ลักษณะเฟือง</p> <p>1. เฟืองที่ใช้ส่งกำลังขับเคลื่อนระหว่างเพลลา 2 เพลลา ขนานกันและฟันตรงขนานกับเพลลา คืออะไร</p> <p>ก. เฟืองตรง</p> <p>ข. เฟืองหนอน</p> <p>ค. เฟืองสะพาน</p> <p>ง. เฟืองดอกจอก</p>	ความเข้าใจ				
<p>2. ฟันโค้งที่ใช้เขียนแบบเฟืองตรงเรียกว่าอะไร</p> <p>ก. โค้งอินโวลูท</p> <p>ข. โค้งไซคอย</p> <p>ค. โค้งไฮเปอร์</p> <p>ง. โค้งอิริค</p>	ความเข้าใจ				

หัวข้อที่สอน	การวัดพฤติ กรรม	การให้คะแนน			หมายเหตุ ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
<b>การเลือกใช้ตารางและประโยชน์</b> 1. DIN เป็นมาตรฐานของประเทศใด ก. อังกฤษ ข. ฝรั่งเศส ค. เยอรมัน ง. รัสเซีย	ความรู้/ ความจำ				
<b>วิธีการเขียนและอุปกรณ์</b> 1.ระบบที่ใช้เขียนพื้นเพองมี 2 ระบบ คือ อะไร. ก. D.P. และ D.C. ข. โมดูล และ D.G. ช. D.P. และ P.D ง. D.P. และ โมดูล	ความรู้/ ความจำ				
2.จุดที่ได้มาใช้ในการเขียนส่วนโค้งเราใช้อุปกรณ์ ชื่ออะไร ก. Set                      ข. Template ค. Divider                ง. French Curves	ความเข้าใจ				
3.Compass คืออะไรในอุปกรณ์เขียนแบบ ก. แผ่นกั้นลบ      ข. เครื่องวงกลม ค. วงเวียน            ง. ฉาก	ความเข้าใจ				
4.โมดูล X จำนวนพื้น หาค่าอะไร ก. da                      ข. dr ค. do                      ง. du	ความเข้าใจ				
5.วงกลมที่เกิดจากโคนของร่องฟันเฟือง คือ อะไร. ก. Base circle      ข. Root circle ค. Pitch circle      ง. Outside circle	ความเข้าใจ				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวเรื่องที่สอน	การวัดพฤติ กรรม	การให้คะแนน			หมายเหตุ ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
<p><b>สามารถเขียนแบบเฟือง</b></p> <p>1. เส้นผ่าศูนย์กลางของวงกลม คือ เส้นอะไร</p> <p>ก. เส้นเต็มหนัก    ข. เส้นปะ</p> <p>ค. เส้นลูกโซ่หนา    ง. เส้นเต็มบาง</p>	ความเข้าใจ				
<p>2. มุมกตที่ใช้เขียนเฟืองทัวๆไปกี่องศา.</p> <p>ก. 10 – 18 องศา</p> <p>ข. 14.5 - 20 องศา</p> <p>ค. 16 – 22 องศา</p> <p>ง. 18 – 22 องศา</p>	ความเข้าใจ				
<p>3. ขนาดวงกลมโตสุดของเฟือง คืออะไร.</p> <p>ก. Base circle</p> <p>ข. Outside circle</p> <p>ค. Pitch circle</p> <p>ง. Root circle</p>	ความรู้/ ความจำ				
<p>4. เส้นที่ใช้เขียนส่วนโค้งฟันเฟือง คือ เส้นอะไร</p> <p>ก. เส้นเต็มหนัก</p> <p>ข. เส้นปะ</p> <p>ค. เส้นเต็มบาง</p> <p>ง. เส้นมือเปล่า</p>	ความรู้/ ความจำ				
<p>5. ข้อใดเขียนแบบเฟืองตรงในชั้นตอนที่ 1</p> <p>ก. สร้างวงรี da do dr</p> <p>ข. สร้างวงกลม da do dr</p> <p>ค. สร้างโค้ง dp do dr</p> <p>ง. สร้างวงรี da dr du</p>	ความเข้าใจ				

หัวเรื่องที่สอน	การวัดพฤติ กรรม	การให้คะแนน			หมายเหตุ ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
6.เส้นมือเปล่า ใช้ปากกาเขียนแบบเบอร์อะไร ก. 1.0                      ข. 0.25 ค. 0.5                        ง. 0.35	ความเข้าใจ				
7.เส้นที่ใช้ในการเขียนแบบเฟืองมี 2 เส้นคือ อะไร ก. เส้นเต็มหนัก , เส้นเต็มบาง ข. เส้นปะ , เส้นมือเปล่า ค. เส้นเต็มหนัก , เส้นปะ ง. เส้นเต็มเบาทั้งหมด	ความเข้าใจ				
8. จำนวนฟันของเฟืองที่ใช้งานทั่ว ๆ ไปเริ่มต้น แต่กี่ฟันขึ้นไป. ก. 17 ฟัน                      ข. 14 ฟัน ค. 12 ฟัน                        ง. 10 ฟัน	ความรู้/ ความจำ				
9. มุมที่ใช้เขียนเฟือง 30 ฟัน เป็นมุมกึ่งองศา ก. 35 องศา                      ข. 10 องศา ค. 8 องศา                        ง. 14 องศา	ความเข้าใจ				
10. เส้นเขียนแบ่ง 60 ช่อง ใช้เส้นอะไร ก. เส้นเต็มหนัก                      ข. เส้นปะ ค. เส้นเต็มบาง                        ง. เส้นมือเปล่า	ความรู้/ ความจำ				
11. จุดที่เฟืองขบกันอยู่ในขั้นตอนใด ก. ขั้นตอนที่ 1                      ข. ขั้นตอนที่ 2 ค. ขั้นตอนที่ 3                        ง. ขั้นตอนที่ 4	ความรู้/ ความจำ				
12. ฟันเฟืองที่ใช้เขียนแสดงเหมือนจริงกี่ส่วน ก. หนึ่งในสอง                      ข. สามในสี่ ค. หนึ่งในสาม                        ง. หนึ่งในสี่	ความเข้าใจ				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ง.6 เฉลยคำตอบแบบฝึกหัดวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	คำตอบ
1	ข้อ ก. เพ็องตรง
2	ข้อ ก. โค้งอินโวลูท
1	ข้อ ค. เฮอร์มัน
1	ข้อ ง. D.P. และ โมดุล
2	ข้อ ง. French Curves
3	ข้อ ค. วงเวียน
4	ข้อ ค. do
5	ข้อ ข. Root circle
1	ข้อ ง. เส้นเติมบาง
2	ข้อ ข. 14.5 - 20 องศา
3	ข้อ ข. Outside circle
4	ข้อ ก. เส้นเติมหนัก
5	ข้อ ข. สร้างวงกลม da do dr
6	ข้อ ข. 0.25
7	ข้อ ก. เส้นเติมหนัก , เส้นเติมบาง
8	ข้อ ค. 12 ฟัน
9	ข้อ ง. 14 องศา
10	ข้อ ค. เส้นเติมบาง
11	ข้อ ข. ชั้นตอนที่ 2
12	ข้อ ง. หนึ่งในสี่



## แผนการสอนทฤษฎีและปฏิบัติ

หน่วยที่ 8

วิชา เขียนแบบเครื่องกล

สัปดาห์ที่

11-13

ชื่อหน่วย เขียนแบบชิ้นส่วนมาตรฐาน

จำนวน 12 คาบ

## หัวข้อเรื่อง

หน่วยที่ 8 สัปดาห์ที่ 12 รวม 4 คาบ จะกล่าวถึงความรู้เกี่ยวกับการเขียนแบบชิ้นส่วนมาตรฐาน เพื่อตามหัวข้อเรื่องต่อไปนี้

1. ชนิดและรูปร่างลักษณะของเฟือง
2. การใช้ตารางขนาดโมดูลกับเฟือง
3. วิธีการเขียนแบบเฟือง
4. การเขียนแบบเฟือง

## จุดประสงค์การเรียนการสอน

## จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ ความเข้าใจในเรื่องชิ้นส่วนมาตรฐานและการทำงาน เพื่อที่จะเป็นพื้นฐานในการศึกษาบทต่อไป

## จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังจากนักศึกษาเรียนจบหน่วยนี้แล้วนักศึกษาสามารถ

- 1.) จำแนกชนิดและรูปร่าง ลักษณะของเฟืองได้
- 2.) ค้นหาตารางประกอบกับเฟืองได้
- 3.) รู้จักวิธีการเขียนแบบเฟืองได้
- 4.) เขียนแบบเฟืองได้

## กิจกรรมการเรียนการสอน

- 4.5.1 บรรยายโดยใช้ตำราและใบเนื้อหาประกอบ
- 4.5.2 ให้นักศึกษาเขียนแบบตามใบงาน

## สื่อการเรียนการสอน

1. กระดานไวท์บอร์ด
2. แผ่นใส
3. ชี้นางาน
4. ใบเนื้อหา
5. ใบงาน

## การประเมินผล

1. ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบข้อเขียน ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวนให้เหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการทดสอบ
2. ผลงานที่กำหนดให้นักศึกษาทำตามใบงาน

## งานที่มอบหมาย/กิจกรรม

1. อ่านหนังสือค้นคว้าเพิ่มเติมจากมาตรฐานอื่น ๆ และให้ทำรายงานส่ง
2. เขียนแบบตามใบงาน

## เอกสารอ้างอิง (References)

1. บรรเลง ศรีนิล ผศ., ตารางงานโลหะ. กรุงเทพฯ : สจพ, 2524
2. บรรเลง ศรีนิล ผศ., เขียนแบบเครื่องกล 03. กรุงเทพฯ : สจพ, 2523
3. John A. Nelson. Handbook of Drafting Technology. New York , Van Nostrand Reinhold Company, 1981

## 4.10 บันทึกหลังการสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## หน่วยการสอนทฤษฎีและปฏิบัติ

รหัส 01100001

ชื่อวิชา เขียนแบบเครื่องกล

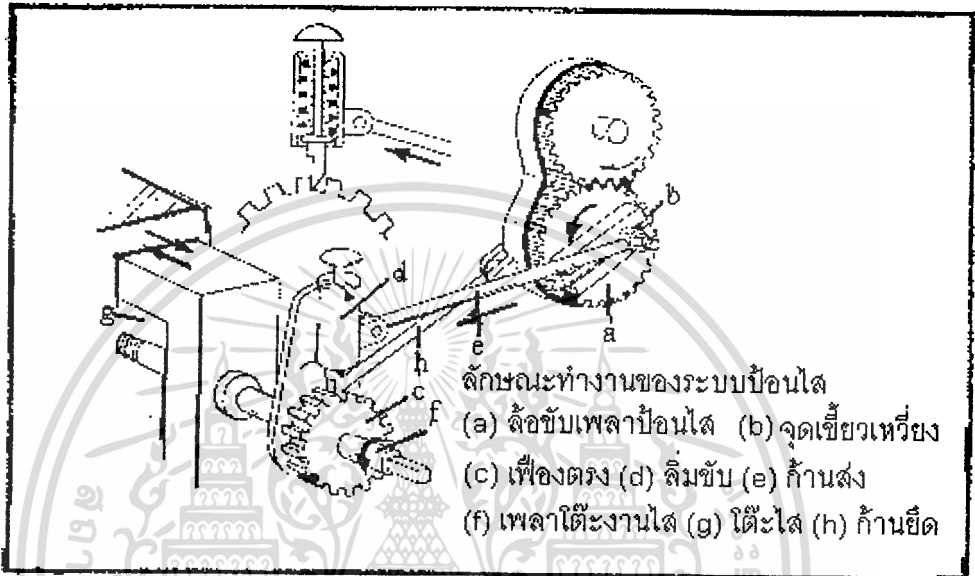
ท - ป - น

1 - 3 - 2

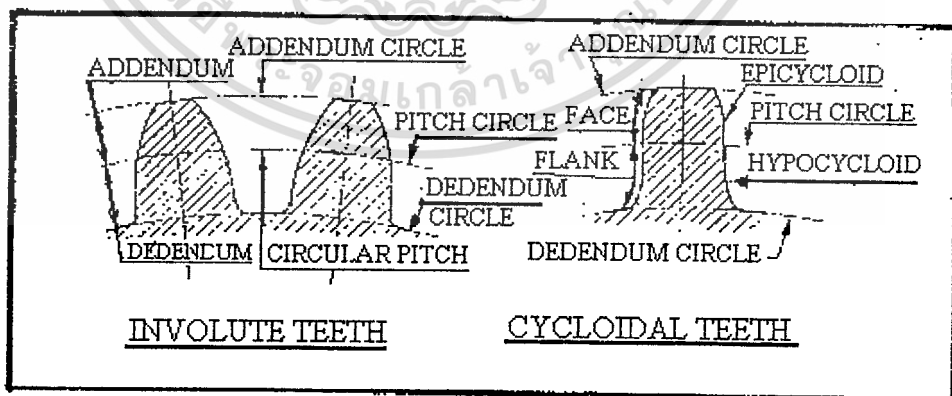
สัปดาห์ที่/หน่วยที่	ชื่อหน่วย	จำนวนคาบ
1/1	ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับงานเขียนแบบเครื่องกล	4
2/2	พิกัดความเผื่อและระบบงานสวม	4
3/3	การกำหนดคุณสมบัติผิวงาน	4
4/4	เขียนแบบแผ่นคลี่และงานท่อ	4
5/5	เขียนแบบงานย้าหมด , เขียนแบบงานเชื่อม	4
6/6	เขียนแบบภาพตัด	4
7/6	เขียนแบบภาพตัด (ต่อ)	4
8/7	เขียนแบบโครงสร้างเบื้องต้น	4
09	สอบกลางภาค	4
10/7	เขียนแบบโครงสร้างเบื้องต้น (ต่อ)	4
11/8	เขียนแบบชิ้นส่วนมาตรฐาน	4
12/8	เขียนแบบชิ้นส่วนมาตรฐาน (ต่อ)	4
13/8	เขียนแบบชิ้นส่วนมาตรฐาน (ต่อ)	4
14/9	เขียนแบบจิ๊กและฟิกเจอร์	4
15/9	เขียนแบบจิ๊กและฟิกเจอร์ (ต่อ)	4
16/10	เขียนแบบสั่งงานและให้รายการวัสดุ	4
17/10	เขียนแบบสั่งงานและให้รายการวัสดุ (ต่อ)	4
18	สอบปลายภาค	4
	<b>รวม</b>	<b>72</b>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อหาวิชาเขียนแบบเครื่องกล รหัสวิชา 01100001  
เรื่อง การเขียนแบบเฟืองตรงฟันโค้งอินโวลูท



ภาพ ๑.1 การทำงานของเฟืองตรง



ภาพ ๑.2 ลักษณะของฟันโค้งเฟือง

## บทนำ

เฟืองเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญส่วนหนึ่งของเครื่องมือกลและเครื่องจักรกลที่สำคัญในการถ่ายทอดกำลังในส่วนหนึ่งไปยังอีกส่วนหนึ่ง โดยมีอัตราทดของงานเป็นส่วนสำคัญในการส่งกำลัง เฟืองมีลักษณะในการทำงานเช่นเดียวกับเกลียวที่ใช้ส่งกำลังของเครื่องมือกลหรือเครื่องจักรกล เฟืองจะมีลักษณะที่แตกต่างจากเกลียวตรงที่ว่าเฟืองมีระยะห่างของฟันรูปรีศมีโค้งของวงกลม

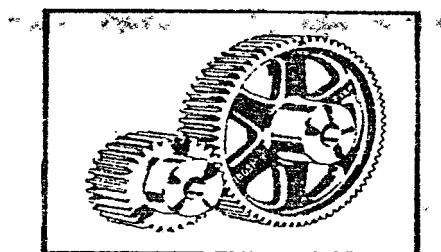
1. ชนิดและรูปร่างลักษณะของเฟือง
2. การใช้ตารางขนาดโมดูลกับเฟือง
3. วิธีการเขียนเฟือง
4. การเขียนแบบเฟืองตรงฟันโค้งอินโวลูท

### 1. ชนิดและรูปร่างลักษณะของเฟือง

เฟืองพอแบ่งได้โดยทั่วไปที่รู้จักกันมี 7 ชนิด คือ

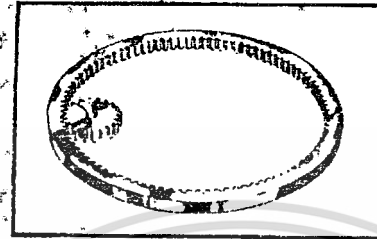
1. เฟืองตรง (Spur Gears)
2. เฟืองภายใน (Internal Gear)
3. เฟืองเฉียง (Helical Gear)
4. เฟืองก้างปลา (Herringbone Gear)
5. เฟืองดอกจอก (Bevel Gear)
6. เฟืองหนอน (Worm Gear)
7. เฟืองสะพาน (Rack Gear)

1.1 เฟืองตรง (Spur Gear) ภาพ ๑.3 เป็นเฟืองที่ใช้ส่งกำลังขับเคลื่อนระหว่างเพลาสองเพลานานานกัน ฟันเฟืองชนิดนี้มีลักษณะตรงและขนานกับเพลาสองตัวมันเอง เมื่อเฟืองสองตัวมีขนาดแตกต่างกันขับเคลื่อนเฟืองตัวใหญ่เรียกว่า เกียร์ (Gear) เฟืองตัวเล็กเรียกว่า Pinion เฟืองตรงจะใช้ส่งกำลังขับเคลื่อนสำหรับงานที่ต้องการความเร็วขับไม่มากนัก



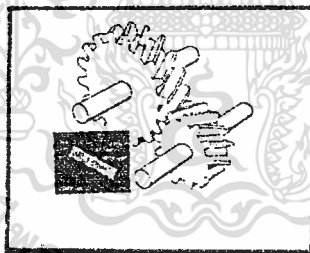
ภาพ ๑.3 เฟืองตรง

1.2. เฟืองภายใน (Internal Gear) ภาพ ๑.4 เป็นเฟืองที่ใช้ส่งกำลังชั่วคราวระหว่างเพลลาที่ขนานกัน เช่นกัน แต่มีระยะห่างระหว่างศูนย์กลางอยู่ใกล้กันมากจนไม่อาจจะใช้เฟืองตรงหรือเฟืองเฉียงได้ เฟืองชนิดนี้มักใช้กับงานที่ต้องการพื้นที่น้อยสำหรับลดความเร็วรอบ เฟืองภายในใช้กับงานประเภท Heavy Duty Tractor ซึ่งต้องการแรงบิด (Torque) สูง



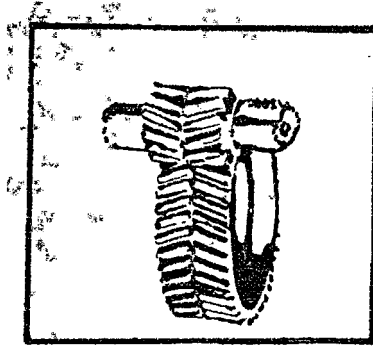
ภาพ ๑.4 เฟืองภายใน

1.3 เฟืองเฉียง (Helical Gear) ภาพ ๑.5 ใช้สำหรับการส่งกำลังชั่วคราวระหว่างเพลลาที่ขนานกัน หรือเพลลาทำมุมต่อกัน เฟืองเฉียงมีลักษณะการขับที่เรียบ และมีเสียงเสียดกว่าเฟืองตรง ในขณะที่มีขนาดและระยะพิตเท่ากัน อย่างไรก็ตามเมื่อเฟืองชนิดนี้หมุนจะทำให้เกิดแรงรูนที่ปลายเพลลา (End Thrust) จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องให้แบริงรองรับเพลลาเพื่อแก้ปัญหา



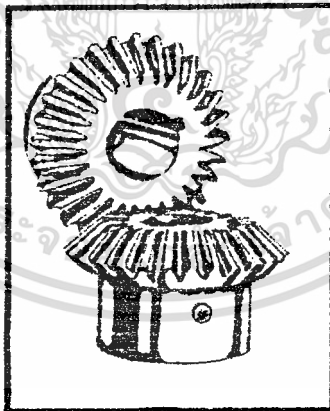
ภาพ ๑.5 เฟืองเฉียง

1.4 เฟืองก้างปลา (Herringbone Gear) ภาพ ๑.6 เฟืองชนิดนี้เปรียบเสมือนกับนำเฟืองเฉียง 2 ตัวมาประกบกัน ซึ่งข้างหนึ่งจะมีฟันบิดในทิศทางบิดขวาและอีกข้างหนึ่งจะมีทิศทางบิดซ้าย เฟืองชนิดนี้จะให้ปฏิกิริยาการส่งกำลังที่เรียกว่า เฟืองเฉียง และยังกำจัดอาการรูนแรงที่ปลายเพลลาให้หมดไปด้วย ดังนั้นเฟืองชนิดนี้จึงไม่จำเป็นต้องใช้แบริง ช่วยรองรับเพลลาในการส่งกำลัง



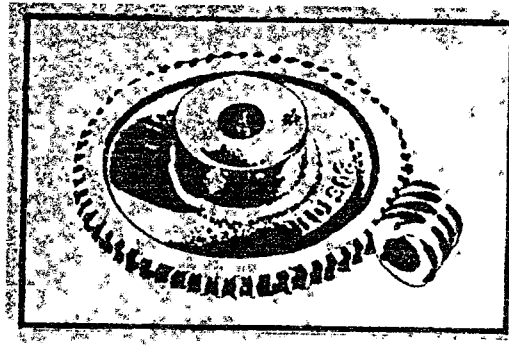
ภาพ ๑.6 เฟืองก้างปลา

1.5 เฟืองดอกจอก (Bevel Gear) ภาพ ๑.7 เมื่อเพลาสองเพลาวางทำมุมต่อกันสันแนวแกน ตัดกันเป็นมุม 90 องศา ปกติจะใช้เฟืองดอกจอกเป็นตัวส่งกำลัง เมื่อเพลาสองเพลากำหนดและเฟืองสองตัวมีขนาดเท่ากัน เราเรียกเฟืองดอกจอกชนิดนี้ว่า "Meter Gear" การส่งกำลังของเฟืองดอกจอกไม่จำเป็นที่เพลาสองเพลาสองจะตัดกันเป็นมุมมากหรือน้อยกว่าก็ได้ เราเรียกเฟืองดอกจอกชนิดนี้ว่า Angular Bevel Gear โดยปกติเฟืองดอกจอกนี้มีฟันตรงคล้ายกับเฟืองตรงมาก แต่ยังมีเฟืองดอกจอกอีกชนิดหนึ่ง มีรูปแบบของฟันบิดเฉียงเรียกเฟืองดอกจอกชนิดนี้ว่า Hypoid Gear เพลาสองเฟืองชนิดนี้จะทำมุม 90 องศาต่อกัน แต่ไม่อยู่แนวแกนเดียวกัน ดังนั้นเพลาสองจึงไม่ตัดกัน Hypoid Gear ใช้กับงานส่งกำลังในรถยนต์



ภาพ ๑.7 เฟืองดอกจอก

1.6 เฟืองหนอน (Worm Gear) เมื่อเพลาสองเพลาสองทำมุมฉากต่อกันและต้องคำนึงถึงการลดกำลังขับ เฟืองหนอนและเกลียวหนอน (Worm Gear and Worm Shaft) ภาพ ๑.8 เป็นชุดเฟืองที่เหมาะสมกับการใช้งาน เกลียวหนอนที่ใช้ขับล้อเฟืองหนอนปกติจะเป็นเกลียวปากเดียวหรืออาจจะมีหลายปากก็ได้ เกลียวหนอน 2 ปาก จะหมุนขับล้อเฟืองหนอนได้เร็วเป็นสองเท่าของเกลียวหนอนปากเดียว ขณะที่ระยะพิตเท่ากัน



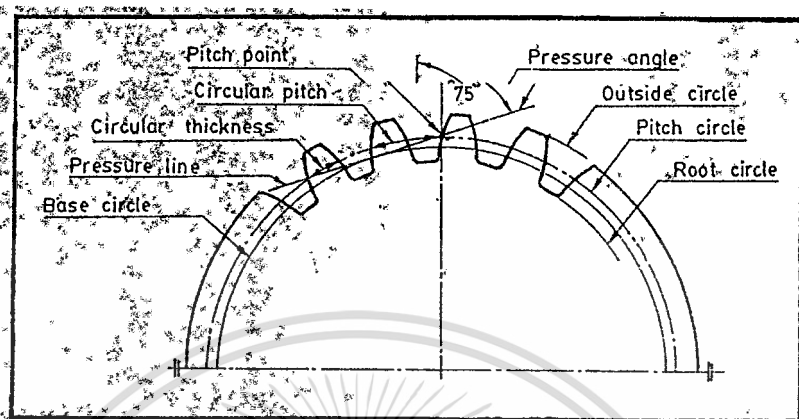
ภาพ ๑.8 เฟืองหนอน

1.7 เฟืองสะพาน (Rack Gear) ภาพ ๑.9 เป็นเฟืองที่ใช้ส่งกำลังขับเคลื่อนในแนวเส้นตรงที่มีลักษณะหมุนกลับไปกลับมา เฟืองชนิดนี้เป็นแผ่นเฟืองที่มีผิวราบแบบมีฟันตรง เพื่อขับเคลื่อนเฟืองตรงหรือฟันเฉียงเพื่อขับเคลื่อนเฟืองเฉียง



ภาพ ๑.9 เฟืองสะพาน

## รูปร่างของเฟืองตรง



ภาพ ๑.10 รูปร่างของเฟืองตรง

- Outside Circle \_\_\_\_\_ เส้นผ่าศูนย์กลางโตสุดของเฟือง ( da )
- Pitch Circle \_\_\_\_\_ เส้นผ่าศูนย์กลางวงกลมพิต ( do )
- Base Circle \_\_\_\_\_ เส้นผ่าศูนย์กลางวงกลมซึ่งเป็นที่ตั้งศูนย์กลางรัศมีโค้งเฟือง
- Root Circle \_\_\_\_\_ เส้นผ่าศูนย์กลางเล็กสุดของฟันเฟืองส่วนของโคนฟัน ( dr )
- Pitch Point \_\_\_\_\_ จุดสัมผัสระหว่างฟันเฟือง (เฟืองขบกัน)
- Circular Thickness \_\_\_\_\_ ความหนาของฟันเฟือง
- Circular Pitch \_\_\_\_\_ ระยะห่างระหว่างฟันเฟือง
- Pressure Line \_\_\_\_\_ เส้นที่ใช้ในการสร้าง Base Circle
- Pressure Angle \_\_\_\_\_ มุมที่ใช้ในการสร้าง Base Circle

มุม 14.5 องศา < 32 ฟัน      มุม 20 องศา < 18 ฟัน

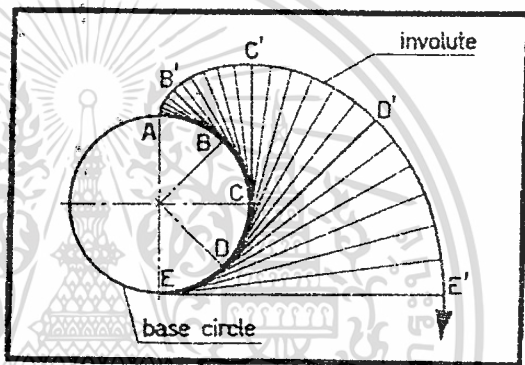
## ลักษณะฟันเฟือง

ลักษณะฟันเฟืองแบ่งออกเป็น 2 วิธีด้วยกัน คือ

1. แบบโค้ง Cycloid Gear
2. แบบโค้ง Involute Gear

เฟืองแบบโค้ง Cycloid Gear เป็นการเขียนที่อาศัยส่วนโค้งของวงกลมแต่ละวงในการหาจุดสัมผัสของงานโดยรอบ มีวิธีการเขียนที่ยุ่งยากและซับซ้อนมาก การเขียนต้องใช้เวลาานาน ดังนั้นจึงไม่นิยมเขียนกันด้วยวิธีนี้

เฟืองแบบโค้ง Involute Gear เป็นการเขียนเฟืองที่มีความง่ายและเหมาะสม ในการนำมาใช้งานมากที่สุด



ภาพ จ.11 ลักษณะของโค้ง Involute

ลักษณะเฟืองฟันโค้ง Involute เป็นการเขียนแบบที่มีความง่ายและเหมาะสม ในการนำมาใช้งานมากที่สุด โดยอาศัยทิศทางการส่งกำลังขับเคลื่อนของเฟืองในแบบฟันต่อฟัน ทั้งนี้ด้วยการใช้เส้น Pressure line ของงานที่ทำมุม Pressure angle (14.5-20 องศา) กับจุดศูนย์กลางเฟืองเป็นหลัก ดังจะได้กล่าวในรายละเอียดตลอดจนวิธีการเขียนตามลำดับต่อไปนี้

ลักษณะเฟืองฟันโค้ง Involute นี้ แบ่งวิธีการเขียนออกเป็น 2 ระบบ คือ

1. การเขียนแบบ Dp. (Diametral Pitch Gear) ตามระบบอเมริกา
2. การเขียนแบบโมดูล (Module) ตามระบบยุโรป

เนื่องจากการเรียนวิชาเขียนแบบเครื่องกลนี้ เป็นการเรียนในระบบเมตริก ซึ่งจะนิยมเขียนเฟืองแบบโมดูล (Module) ดังนั้นในบทเรียนต่อไปนี้จะเป็นการอธิบายวิธีการเขียนเฟืองแบบโมดูล (มม.) เท่านั้น

## 2. การใช้ตารางขนาดโมดูลกับเฟือง

โมดูลของเฟือง หมายถึง เฟืองที่มีขนาดระยะพิตซ์ของฟันเป็นกี่เท่าของ  $\pi$  เช่น 13  $\pi$

จากตารางโมดูล =  $3 \times 3.14 = 9.425$

จากตารางใช้ ค่า  $c = \frac{1}{6}m$

การเลือกใช้ค่า โมดูลตามแถวที่ 1. ขนาด  $h$ ,  $h_a$ ,  $h_f$

ตาราง จ.1 ขนาดโมดูล

ขนาดโมดูล เป็น มม.		DIN 780 T 1 u. 2 (5.77)			
โมดูล m		ระยะพิต p	ความสูงฟัน h	ความสูง ปลายฟัน $h_a$	ความสูง โคนฟัน $h_f$
แถวที่ 1	แถวที่ 2				
0.2		0.628	0.433	0.2	0.233
0.25		0.785	0.542	0.25	0.292
0.3		0.943	0.650	0.3	0.350
0.4		1.257	0.867	0.4	0.467
0.5		1.571	1.083	0.5	0.583
0.6		1.885	1.300	0.6	0.700
0.7		2.199	1.517	0.7	0.817
	0.75	2.356	1.625	0.75	0.875
0.8		2.513	1.733	0.8	0.933
0.9		2.827	1.950	0.9	1.050
1		3.142	2.167	1	1.167
1.25		3.927	2.708	1.25	1.458
1.5		4.712	3.250	1.5	1.750
	1.75	5.498	3.792	1.75	2.042
2		6.283	4.333	2	2.333
	2.25	7.069	4.875	2.25	2.625
2.5		7.854	5.417	2.5	2.917
	2.75	8.639	5.958	2.75	3.208
3		9.425	6.500	3	3.500
	3.5	10.996	7.583	3.5	4.083

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. วิธีการเขียนเฟือง

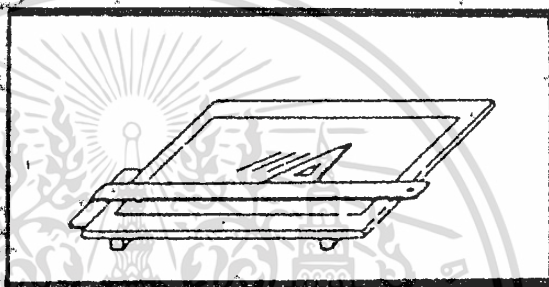
3.1 อุปกรณ์เขียนแบบ

3.2 เส้นและกำหนดขนาด

3.3 การคำนวณค่า  $d$  ที่ใช้ในตัวอย่าง

3.1 อุปกรณ์เขียนแบบ

อุปกรณ์ต่อไปนี้เป็นอุปกรณ์พื้นฐานที่ใช้ในงานเขียนแบบ ซึ่งบางอย่างอาจจำเป็นมากหรือน้อยต่างกัน ในงานเฉพาะบางงานอาจมีอุปกรณ์มากกว่านี้ แต่อุปกรณ์พื้นฐานในงานเขียนแบบมีอยู่ 5 อย่าง คือ



ภาพ จ.12 ไม้ที (T-Square)

1 ไม้ที (T-Square) รูปร่างเหมือนตัวทีใช้ประกอบกับขอบโต๊ะเขียนแบบ เลื่อนขึ้นเลื่อนลงเพื่อเขียนเส้นแนวนอน การเขียนเส้นแนวนอนบนโต๊ะเขียนแบบอาจใช้ไม้บรรทัดเลื่อนชนิดใช้กลไกของรอกได้ ไม้ทีแบบนี้เรียกว่า T-Slide จะติดตั้งไว้อย่างถาวรประจำโต๊ะเขียน

B = black = ดำ		HB = hard-black = แข็งปานกลาง	F = firm = แข็ง	H = hard = แข็ง				
3B	2B			B	HB	F	H	2H
อ่อนกว่า				แข็งกว่า				

ภาพ จ.13 ขนาดไล่และดินสอเขียนแบบ

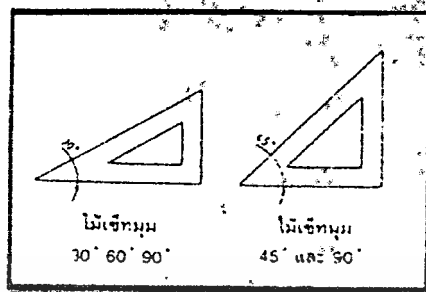
2 ดินสอเขียนแบบ มีทั้งแบบดินสอเปลือกไม้และดินสอทางกล (mechanical pencil) ดินสอแบบเปลือกไม้จะให้ความมั่นคงในการเขียนดีกว่าแต่ต้องเสียเวลาในการเหลาและลับคม ส่วนดินสอ

ทางกลสะดวกในการใช้มากกว่า การเลือกดินสอเขียนแบบต้องคำนึงถึงขนาดของไส้ดินสอและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาติให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

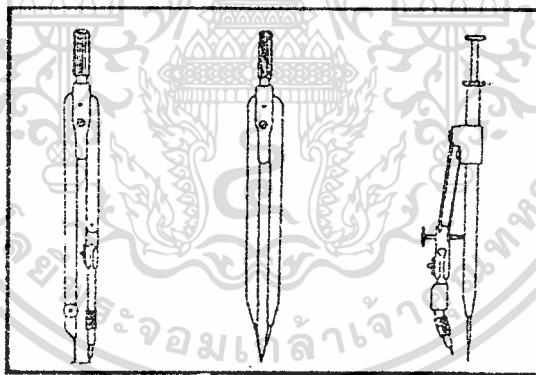
ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดความเข้มของเส้น ขนาดของไส้ดินสอที่ใช้ในงานเขียนแบบ ได้แก่ 0.3, 0.5, 0.7 และ 0.8 มม.



ภาพ จ.14 ฉากสามเหลี่ยม (Set square)

3 ฉากสามเหลี่ยม (Set square) ใช้สำหรับประกอบกับไม้ทึบเพื่อเขียนเส้นในแนวตั้งและเส้นตรงที่ทำมุมต่าง ๆ มีสองแบบคือ แบบปรับมุมได้ (adjustable set square) และแบบมุมคงทแบบปรับมุมได้จะสามารถปรับมุมเฉียงได้ ส่วนแบบมุมคงทจะมี 2 ขนาดคือ มุม 60 – 30 องศา และมุม 45 – 45 องศา



ภาพ จ.15 ชุดเครื่องมือเขียนแบบ

4 ชุดเครื่องมือเขียนแบบ หรือกล่องเครื่องมือเขียนแบบบรรจุในกล่อง ภายในมีอุปกรณ์หลัก ได้แก่ วงเวียน (compass) และตีไวเตอร์ นอกจากนั้นก็มียุอุปกรณ์อื่น ๆ อาจมีชุดเล็ก ชุดใหญ่ต่างกัน อุปกรณ์ที่บรรจุภายในก็แตกต่างกันไป

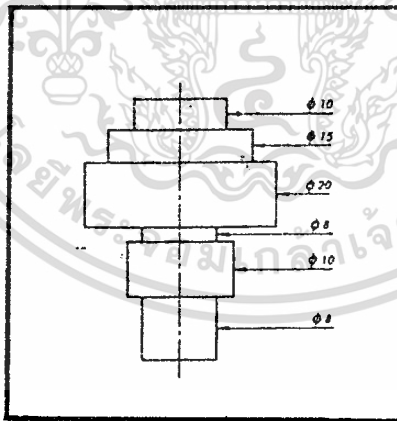


ภาพ จ.16 แผ่นทำโค้ง (French Curves)

5 แผ่นทำโค้ง (French Curves) เป็นแผ่นที่ใช้รองเป็นแบบ เพื่อสร้างเส้นโค้งที่มีรัศมี ความโค้งไม่สม่ำเสมอ กำหนด 3 จุด แล้วลากเส้นโค้งตามต้องการ

### 3.2 เส้นและกำหนดขนาด








การกำหนดขนาดของทรงกระบอก นิยมกำหนดไว้บนภาพด้านข้าง (side view)



ภาพ จ.17 การกำหนดขนาดไว้บนภาพด้านข้าง

## เส้นและกำหนดขนาด

เส้น ที่ใช้ในงานเขียนแบบตามมาตรฐาน ISO 128 – 1982(เส้น A – J มอก. 210 – 2520)

ขนาดเส้น	คำอธิบาย	การใช้งาน (ดูรูปหน้า )
A 	เส้นเต็มหนา	A1 เส้นขอบรูปที่มองเห็น
	เส้นเต็มบาง (ตรงหรือโค้ง)	B1 เส้นรอยขอบโค้ง B2 เส้นให้ขนาด B3 เส้นช่วยให้ขนาดและเส้นฉาย B4 เส้นนำ (leader lines) B5 เส้นแสดงสายตัด B6 เส้นแสดงรูปร่างหน้าตัด(ขอบรูป) B7 แสดงเป็นเส้นศูนย์สั้น
B 		
C 		
D 	เส้นมือเปล่า	C1 เส้นแสดงการจำกัดรูปและการตัด
	เส้นตรงจิกแซก	D1 แสดงรอยตัดด้วยระยะช่วงรูป
E 	เส้นประหนา	E1 เส้นขอบรูป (แบบใหญ่) ที่มองไม่เห็น
F 	เส้นประบาง	F1 เส้นขอบรูป (แบบเล็ก) ที่มองไม่เห็น
G 	เส้นลูกโซ่บาง (Chain thin)	G1 เส้นศูนย์กลาง G2 เส้นแสดงความสมมาตร G3 เส้นแสดงแนวการหมุนของชิ้นส่วน
	เส้นลูกโซ่บางหักมุม	H1 เส้นแสดงแนวตัด
	เส้นลูกโซ่หนา (Chain thick)	J1 แสดงบริเวณผิวหน้าที่ต้องทำงานพิเศษ เช่น ขุดแข็งบริเวณผิว
H 		
J 	เส้นลูกโซ่บางสองจุด (Chain thin double dashed)	K1 เส้นแสดงรูปร่างชิ้นที่อยู่ติดกันหรือถัดไป K2 เส้นแสดงตำแหน่งรูปร่างที่ชิ้นงานที่เคลื่อนที่ไปได้ K3 เส้นแสดงแนว centroid K4 เส้นแสดงรูปร่างชิ้นงาน ก่อนที่ขึ้นรูป
	K 	

ภาพ ๑.18 เส้นที่ใช้เขียนแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.3 การคำนวณค่า d ที่ใช้ในตัวอย่าง

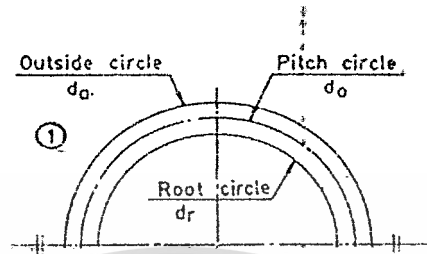
ตาราง จ.2 การคำนวณเฟืองตรง

การคำนวณเฟืองตรง		
โมดูล เป็น (มม.)	Module (mm.)	$m \frac{p}{\pi} = \frac{d_o}{z} = \frac{d_a}{z+2}$
ระยะพิต (มม.)	Pitch (mm.)	$p = m \cdot \pi = \frac{d_o \cdot \pi}{z} = \frac{d_a \cdot \pi}{z+2}$
จำนวนฟัน	Number of teeth	$z = \frac{d_o}{m} = \frac{d_o \cdot \pi}{p} = \frac{d - 2 \cdot m}{m}$
เส้นผ่านศูนย์กลางพิต (มม.)	Pitch circle $\varnothing$ (mm.)	$d_o = z \cdot m = \frac{p \cdot z}{\pi} = d_a - 2 \cdot m$
เส้นผ่าศูนย์กลางยอดฟัน (มม.)	Outside circle $\varnothing$ (mm.)	$d_a = d_o + 2 \cdot m = m \cdot (z + 2)$
ระยะห่างปลายฟัน (มม.)	Clearance (mm.)	$c = \frac{1}{6} \cdot m = 0,167 \cdot m$
ความสูงฟัน (มม.)	High of tooth (mm.)	$h = \frac{13}{6} \cdot m = 2,167 \cdot m$
ความสูงปลายฟัน (มม.)	Addendum (mm.)	$h_a = m = \frac{p}{\pi}$
ความสูงโคนฟัน (มม.)	Dedendum (mm.)	$h_d = \frac{7}{6} \cdot m = 1,167 \cdot m$
ความกว้างฟัน (มม.)	Width of tooth (mm.)	$b = 6 \dots 12 \cdot m$
ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางเฟือง	Center to center distance (mm.)	$a = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{m \cdot (z_1 + z_2)}{2}$
เส้นผ่าศูนย์กลางโคนฟัน (มม.)	Root circle $\varnothing$ (mm.)	$d_r = d_o - 2(m + c)$

ตัวอย่าง เฟืองโมดูล  $m = 3.5$  มม. จำนวนฟัน  $z = 30$  ฟัน ความกว้าง  $b = 10$ .m ระยะห่างระหว่างยอดฟัน  $c = 0.167 \cdot m$  จงหาขนาดของ  $d_o, d_a, d_r, h$  และ  $b$

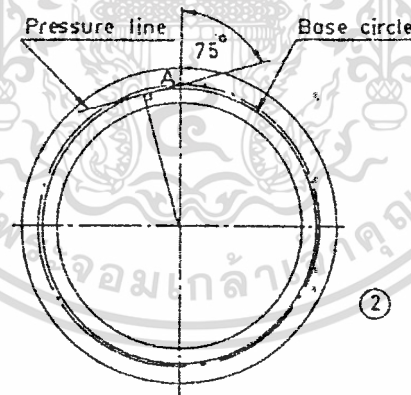
$$\begin{aligned}
 d_o &= m \cdot z &= 3.5 \times 30 &= 105 \text{ มม.} \\
 d_a &= d_o + 2 \cdot m &= 105 + (2 \times 3.5) &= 112 \text{ มม.} \\
 h &= 2.167 \cdot m &= 2.167 \times 3.5 &= 7.58 \text{ มม.} \\
 b &= 10 \cdot m &= 10 \times 35 &= 35 \text{ มม.} \\
 d_r &= d_o - 2(m + c) &= 105 - 2(3.5 + 0.167 \cdot m) &= 96.83 \text{ มม.}
 \end{aligned}$$

#### 4. การเขียนแบบเฟืองตรงฟันโค้งอินโวลูท



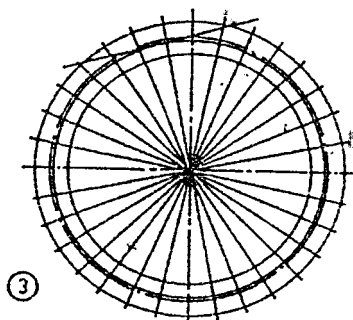
ภาพ จ.19 สร้างวงกลมเขียนเฟือง

- สร้างวงกลมโตสุด  $d_o$  ขนาด  $\varnothing = 112$  มม.
- สร้างวงกลมพิต  $d_o$  ขนาด  $\varnothing = 105$  มม.
- สร้างวงกลมโคนฟัน  $d_r$  ขนาด  $\varnothing = 97$  มม.



ภาพ จ.20 เขียนเส้น Pressure line

- ที่จุด A ลากเส้น Pressure line ทำมุมเอียง 75 องศา
- สร้างวงกลมให้สัมผัสเส้น Pressure line ได้วงกลม ซึ่งเป็นที่ตั้งจุดศูนย์กลางส่วนโค้งฟันเฟือง
- จุด A หรือ Pitch Point คือ จุดสัมผัสของเฟือง(จุดที่เฟืองขบกัน)



ภาพ ๑.21 การแบ่งวงกลม

- เนื่องจากจำนวนพื้นมี 30 พื้น ให้แบ่งวงกลมออกเป็น 60 ส่วนเท่า ๆ กัน



ภาพ ๑.22 เขียนส่วนโค้งพื้นเพ็อง

- เขียนส่วนโค้งของพื้นเพ็องด้วยรัศมีได้รัศมี  $R = 13,125$  มม.
- กางวงเวียน 13,125 มม. ให้เส้น Pressure line เป็นจุดศูนย์กลาง เขียนส่วนโค้งสัมผัสจุด ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการเขียนส่วนโค้งพื้นเพ็อง

ข้อสังเกตในการเขียนเพ็องนี้นั้น พื้นเพ็องมีจำนวนเท่าใด เมื่อจะแบ่งวงกลมเพื่อการเขียนพื้นให้แบ่งวงกลมออกเป็น 2 เท่าของจำนวนพื้นที่มีอยู่ทั้งหมด แต่มักจะนิยมเขียนเพ็องด้วยการใช้สัญลักษณ์ หรือหากจะมีการเขียนให้เหมือนของจริง ก็จะใช้เขียนแสดงพื้นเพ็องเพียง 1/4 ของจำนวนพื้นทั้งหมด

### ใบงาน

คำสั่ง.- เฟืองมีโมดูล  $m = 3.5$  มม. จำนวนฟัน 16 ฟัน ความกว้าง  $b = 10$ .m ระยะห่างระหว่างฟัน  $c = 0,167$ .m จงคำนวณหาขนาด  $d_o, d_a, d_r, h, b$  และจงเขียนแบบเฟืองตรงตามขนาดที่คำนวณได้ ให้สมบูรณ์

$d_o$	
$d_a$	
$d_r$	
$h$	
$b$	

มาตราส่วน 2 : 1





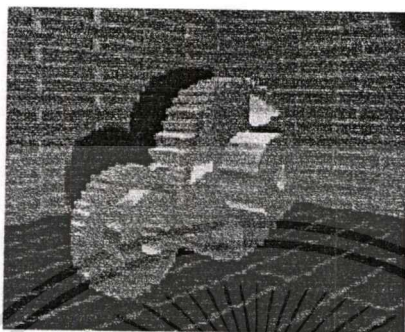
ภาคผนวก จ

ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

## เรื่อง การเขียนแบบเฟืองทรงฟันโค้งอิมโลก



ผู้ควบคุมวิชาเบสิกซ์ **ยศ. อรรณพ ฤทธิกิจ**

ผู้ควบคุมวิชาเบสิกซ์ร่วม **ดร. ศิริณี เจริญประสงค์**

### คำแนะนำก่อนเรียน

เมื่อเข้าโปรแกรม ผู้เรียนจะต้อง ป้อนรหัส และ ชื่อ สกุล ก่อนเข้าบทเรียนภายใน  
โปรแกรมบทเรียนจะประกอบไปด้วย ส่วนสำคัญที่นักเรียนควรเรียงลำดับดังนี้

1. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
2. เนื้อหา
3. แบบฝึกหัด
4. แบบทดสอบหลังเรียน

# กรรมาป้อนรหัสก่อน

รหัส 421900014

ป้อนรหัส(แล้วกด ENTER)

ชื่อ-สกุล ▶ นาย สมโภชน์ บินสลาม

พิมพ์ชื่อ-สกุล(แล้วกด ENTER)

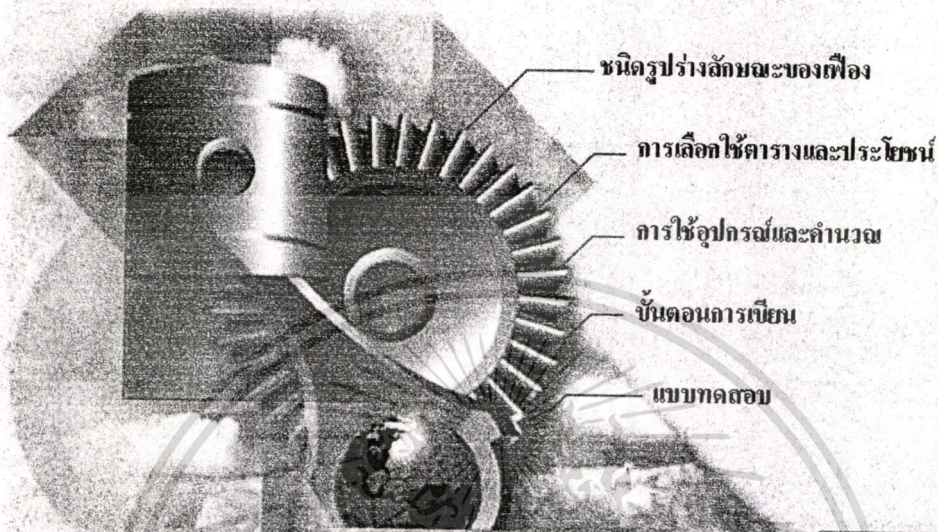
## การเขียนแบบเฟื่องทรงฟันโค้งอินโวลก

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังจากนักศึกษาเรียนจบหน่วยนี้แล้วนักศึกษาสามารถ

- 1.) จำแนกชนิดและรูปร่าง ลักษณะของเฟื่องได้
- 2.) ค้นหาตารางประกอบกับเฟื่องได้
- 3.) บอกประโยชน์ของเฟื่องได้
- 4.) รู้จักวิธีการเขียนแบบเฟื่องได้
- 5.) เขียนแบบเฟื่องได้

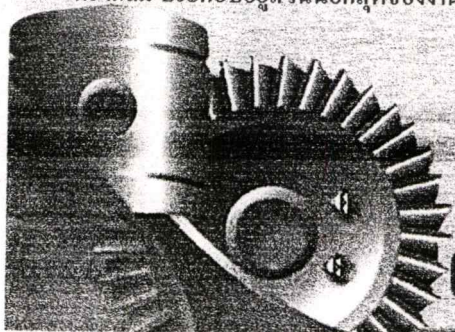
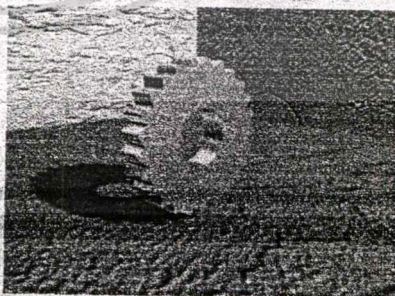
## การเขียนแบบเพื่อออตโรพิมพ์โค้อินโวลูท



ออกโปรแกรม

### บทนำ

เฟือง เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญส่วนหนึ่งของเครื่องมือกลและเครื่องจักรกลที่สำคัญในการถ่ายทอดกำลังในส่วนหนึ่งไปยังอีกส่วนหนึ่งโดยมีอัตราทดของงานเป็นส่วนสำคัญในการส่งกำลัง เฟืองมีลักษณะในการทำงานเช่นเดียวกับเกลียวที่ใช้ส่งกำลังของเครื่องมือกลหรือเครื่องจักรกลเฟืองจะมีลักษณะที่แตกต่างจากเกลียวตรงที่ว่าเฟืองมีระยะห่างของฟันในรูปที่เป็นรัศมีโค้งของวงกลม ดังนั้นฟันเฟืองจึงมีลักษณะเป็นทรงกลม ประกอบอยู่ส่วนนอกสุดของงานทั้งสิ้น



บทนำ

บทนำ

บทนำ

ออกโปรแกรม

## ชนิดรูปร่างลักษณะของเฟือง

ชนิดของเฟือง พอแบ่งออกได้โดยทั่วไปที่รู้จักกันมี 7 แบบ คือ

### 1. เฟืองตรง (Spur Gears)

### 2. เฟืองภายใน (Internal Gear)

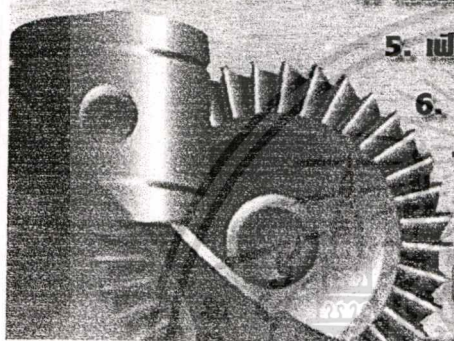
### 3. เฟืองเฉียง (Helical Gear)

### 4. เฟืองทำง่าปลา (Herringbone Gear)

### 5. เฟืองตอกออก (Bevel Gear)

### 6. เฟืองหนอน (Worm Gear)

### 7. เฟืองสะเทิน (Rack Gear)



เฟืองตรง

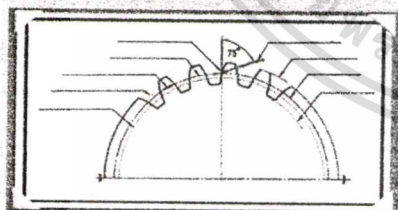
เฟืองภายใน

เฟืองเฉียง

เฟืองทำง่าปลา

เฟืองตอกออก

## ชนิดรูปร่างลักษณะของเฟือง



Outside Circle ——— เส้นผ่านศูนย์กลางโตสุดของเฟือง ( $d_a$ )

Pitch Circle ——— เส้นผ่านศูนย์กลางวงกลมพิต ( $d_o$ )

Base Circle ——— เส้นผ่านศูนย์กลางวงกลมซึ่งเป็นที่ตั้ง  
ศูนย์กลางรัศมีโค้งเฟือง

Root Circle ——— เส้นผ่านศูนย์กลางเล็กสุดของฟันเฟือง  
ส่วนของโคนฟัน ( $d_r$ )

Pitch Point ——— จุดสัมผัสระหว่างฟันเฟือง (เฟืองขบกัน)

Circular Thickness ——— ความหนาของฟันเฟือง

Circular Pitch ——— ระยะห่างระหว่างฟันเฟือง

Pressure Line ——— เส้นที่ใช้ในการสร้าง Base Circle

Pressure Angle ——— มุมที่ใช้ในการสร้าง Base Circle

มุม 14.5 องศา < 32 ฟัน

มุม 20 องศา < 18 ฟัน

เฟืองตรง

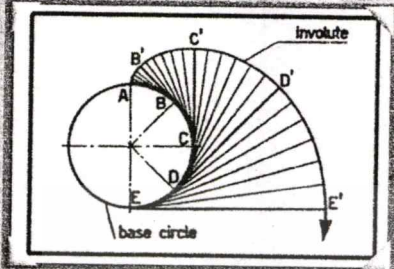
เฟืองภายใน

เฟืองเฉียง

เฟืองทำง่าปลา

เฟืองตอกออก

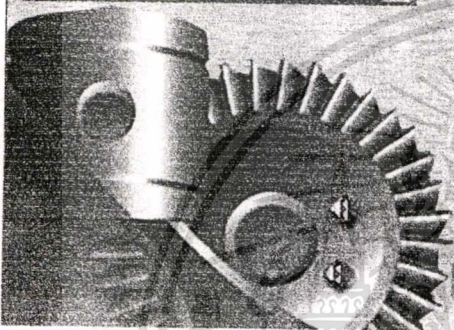
## ชนิดรูปร่างลักษณะของเฟือง



ลักษณะฟันเฟือง

แบ่งออกเป็น 2 วิธีด้วยกัน คือ

- เฟืองแบบโค้ง Cycloid Gear  
เป็นการเขียนที่อาศัยส่วนโค้งของวงกลมแต่ละวงในการหาจุดสัมผัสของงานโดยรอบ
- เฟืองแบบโค้ง Involute Gear  
เป็นการเขียนเฟืองที่มีความง่ายและเหมาะสมเพราะวงได้เสียบ เสียขดน้อย

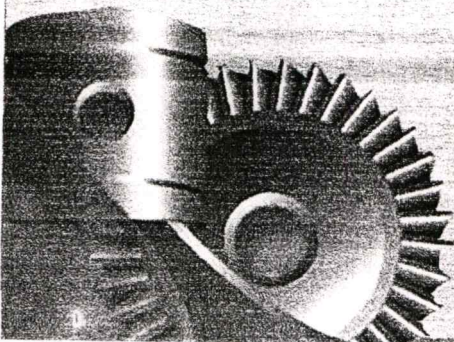


เขียนกลีบ    ลอนกลีบ    ขอบกลีบ    ขอบใบเฟือง

## แบบฝึกหัด

1. เฟืองที่ใช้ส่งกำลังขับเคลื่อนระหว่างเฟลา 2 เฟลาขนานกันและฟันตรงขนานกับเฟลา คืออะไร

- ก. เฟืองตรง
- ข. เฟืองหนอน
- ค. เฟืองสะพาน
- ง. เฟืองดอกจอก



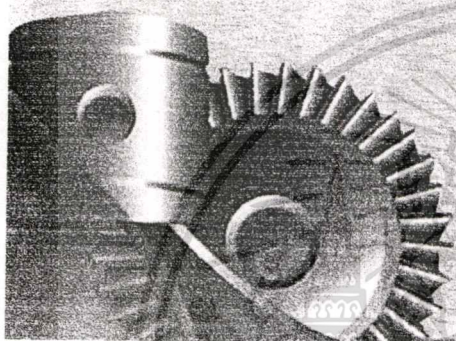
## แบบฝึกหัด

### สรุปผลการทำแบบฝึกหัด

ตอบถูก = 1 ข้อ

ตอบผิด = 1 ข้อ

ตอบถูกร้อยละ = 50 %



## การเลือกใช้ตารางและประโยชน์

ขนาดโมดูล เป็น มม.		DIN 780 T 1 n. 2 (5.77)			
แถวที่ 1	แถวที่ 2	ระยะพิท p	ความสูงที่น <sub>a</sub>	ความสูงช่องฟัน n <sub>a</sub>	ความสูงโคนฟัน n <sub>f</sub>
2.5	2.25	7.069	4.375	2.25	2.625
	2.75	7.854	5.417	2.5	2.917
3	2.75	8.639	5.958	2.75	3.208
	3.5	9.425	6.500	3	3.500
		10.966	7.583	3.5	4.083

โมดูลของเฟือง หมายถึง เฟืองที่มีขนาดระยะพิทซ์ของฟันเป็นกัเท่า เช่น

$$3 \text{ จากตารางโมดูล} = 3 \times 3.14 = 9.425$$

$$\text{จากตารางใช้ ค่า } C = \frac{1}{6} m$$

การเลือกใช้ค่า โมดูลตามแถวที่ 1.

ขนาด  $h$ ,  $h_a$ ,  $h_f$

เบบคลิก

สอนกลับ

แบบทดสอบ

ออกประเมิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบฝึกหัด

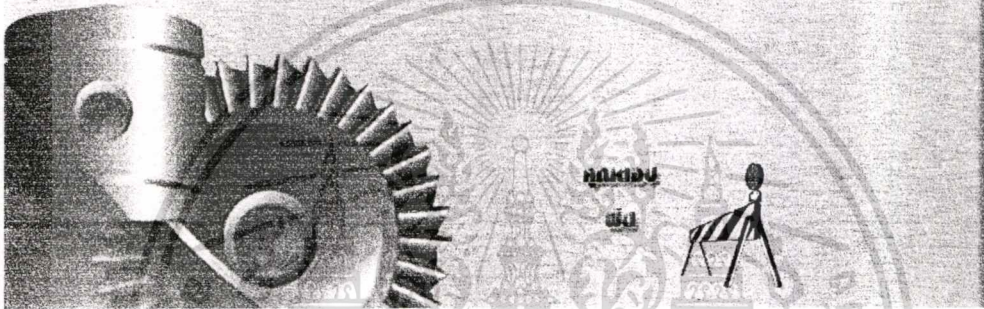
1. DIN เป็นมาตรฐานของประเทศใด

ก. อังกฤษ

ข. ฝรั่งเศส

ค. เยอรมัน

ง. รัสเซีย



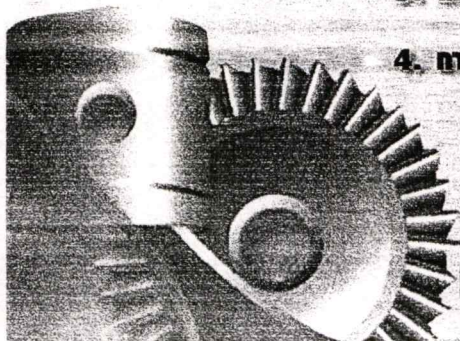
## เส้นและกำหนดขนาด

1. อุปกรณ์เขียนแบบ

2. เส้นและกำหนดขนาด

3. สัญลักษณ์

4. การคำนวณค่า  $d$  ที่ใช้ในตัวอย่าง



แบบฝึกหัด

แบบทดสอบ

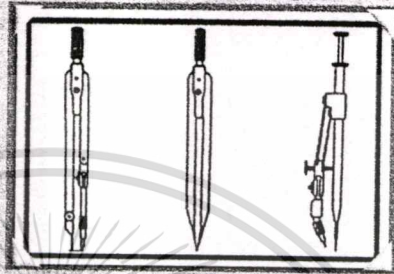
แบบทดสอบ

ออกใบเสร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## อุปกรณ์เขียนแบบ

4. ชุดเครื่องมือเขียนแบบ ภายในมีอุปกรณ์หลัก ได้แก่ วงเวียน (compass) และดีไวเดอร์



แบบคลิก

แบบกลิ้ง

แบบดอไม้

วงเวียนประกอบ

## เส้นและกำหนดขนาด

เส้น ที่ใช้ในงานเขียนแบบตามมาตรฐาน ISO 128 - 1982 (เส้น A - J มอก. 210 - 2520)

ขนาดเส้น	คำอธิบาย	การใช้งาน
A 	เส้นเต็มหนา	A1 เส้นขอบรูป ที่มองเห็น
B 	เส้นเต็มบาง (ตรงหรือโค้ง)	B1 เส้นรอยขอบโค้ง B2 เส้นให้ขนาด B3 เส้นช่วยให้ขนาดและเส้นฉาย B4 เส้นนำ (leader lines) B5 เส้นแสดงฉายตัด B6 เส้นแสดงรูปร่างหน้าตัด (ขอบรูป) B7 แสดงเป็นเส้นศูนย์สั้น

แบบคลิก

แบบกลิ้ง

แบบดอไม้

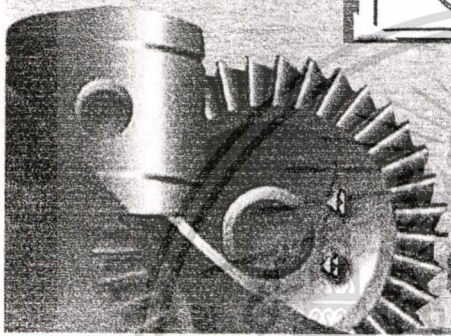
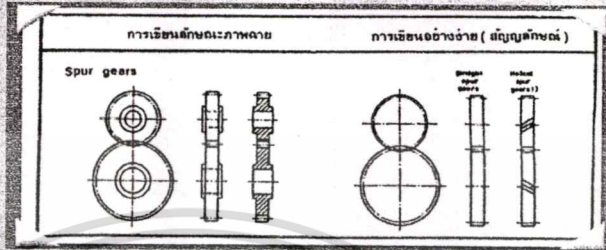
วงเวียนประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สัญลักษณ์

สัญลักษณ์แทนเฟือง

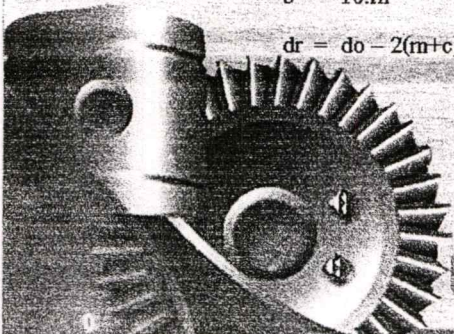


แบบแปลน    ขอบทวน    ขนาดย่อ    ลวดลายประกอบ

# การคำนวณเฟืองตรง

ตัวอย่างการคำนวณเฟืองตรง เฟือง โมดูล  $m = 3.5$  มม. จำนวนฟัน  $z = 30$  ฟัน ความกว้าง  $b = 10$  มม. ระยะห่างระหว่างยอดฟัน  $c = 0.167$  มม. จงหาขนาดของ  $d_o, d_a, d_r, h$  และ  $b$

$$\begin{aligned}
 d_o &= m \cdot z &= 3.5 \times 30 &= 105 && \text{มม.} \\
 d_a &= d_o + 2 \cdot m &= 105 + (2 \times 3.5) &= 112 && \text{มม.} \\
 h &= 2.167 \cdot m &= 2.167 \times 3.5 &= 7.58 && \text{มม.} \\
 b &= 10 \cdot m &= 10 \times 35 &= 35 && \text{มม.} \\
 d_r &= d_o - 2(m+c) &= 105 - 2(3.5 + 0.167 \cdot m) &= 96.83 && \text{มม.}
 \end{aligned}$$



แบบแปลน    ขอบทวน    ขนาดย่อ    ลวดลายประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบฝึกหัด

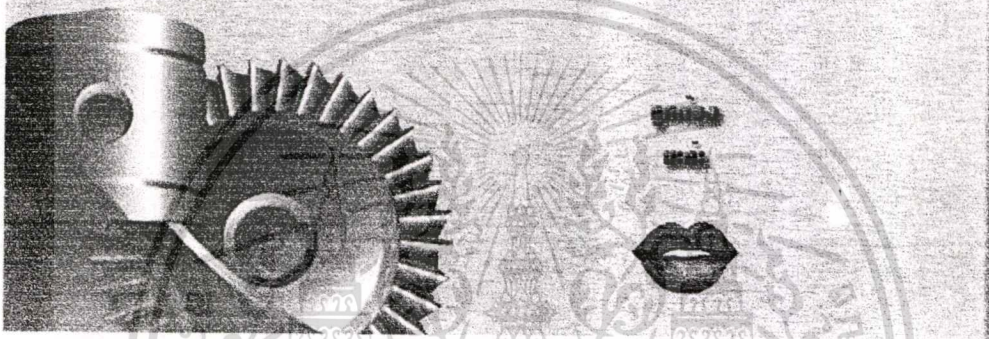
5. วงกลมที่เกิดจากโคนของร่อนฟันเฟือง คืออะไร

ก. Base circle

ข. Root circle

ค. Pitch circle

ง. Outside circle



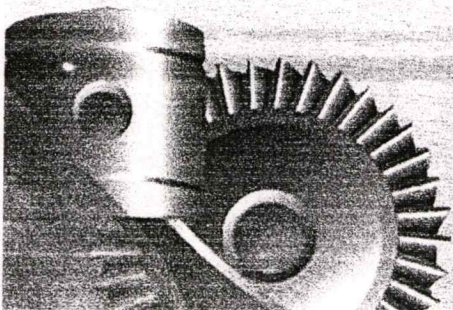
## แบบฝึกหัด

สรุปผลการทำแบบฝึกหัด

ตอบถูก = 5 ข้อ

ตอบผิด = 0 ข้อ

ตอบถูกร้อยละ = 100 %

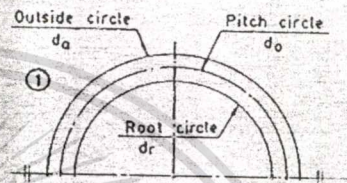
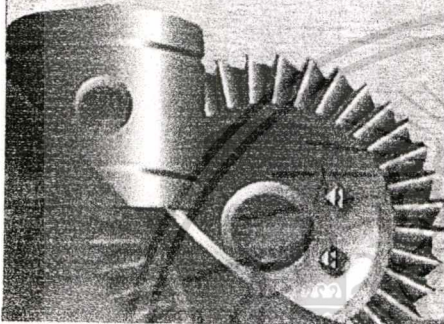


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ขั้นตอนการเขียนแบบ

### ขั้นตอนที่ 1

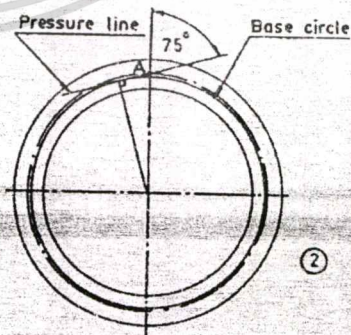
- สร้างวงกลมโตสุด  $d_a$  ขนาด = 112 มม.
- สร้างวงกลมพีช  $d_o$  ขนาด = 105 มม.
- สร้างวงกลมโคนฟัน  $d_r$  ขนาด = 97 มม.



## ขั้นตอนการเขียนแบบ

### ขั้นตอนที่ 2

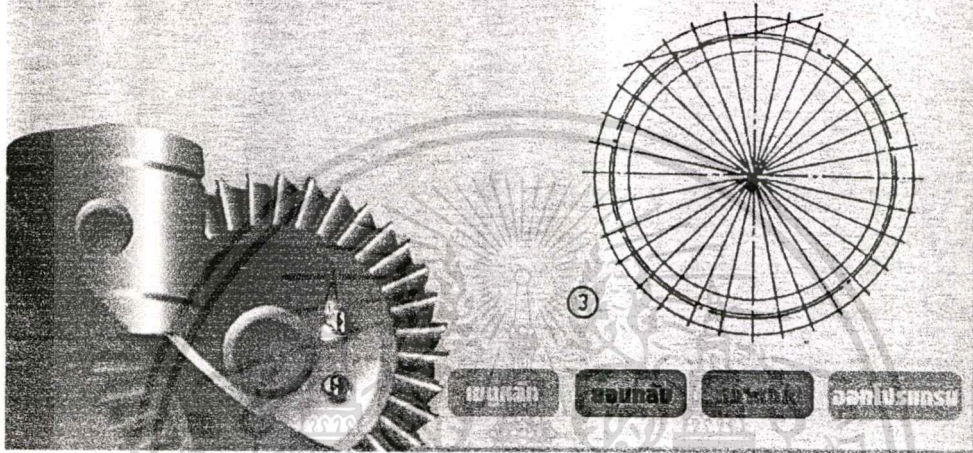
- ที่จุด A ลากเส้น Pressure line ทำมุมเอียง 75 องศา
- สร้างวงกลมให้สัมผัสเส้น Pressure line ได้วงกลมซึ่งเป็นที่ตั้งจุดศูนย์กลางส่วนโค้งฟันเฟือง
- จุด A หรือ Pitch Point คือจุดสัมผัสของเฟือง (จุดที่เฟืองขบกัน)



## ขั้นตอนการเขียนแบบ

### ขั้นตอนที่ 3

- เนื่องจากจำนวนฟันมี 30 ฟัน ให้แบ่งวงกลมออกเป็น 60 ส่วนเท่า ๆ กัน



## ขั้นตอนการเขียนแบบ

### ขั้นตอนที่ 4

- เขียนส่วนโค้งของฟันเฟืองด้วยรัศมี ได้รัศมี  $R = 13.125$  มม.
- กางวงเวียน  $13.125$  มม. ใช้เส้น Pressure line เป็นจุดศูนย์กลาง เขียนส่วนโค้งสัมผัสจุด ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการเขียนส่วนโค้งฟันเฟือง



## แบบฝึกหัด

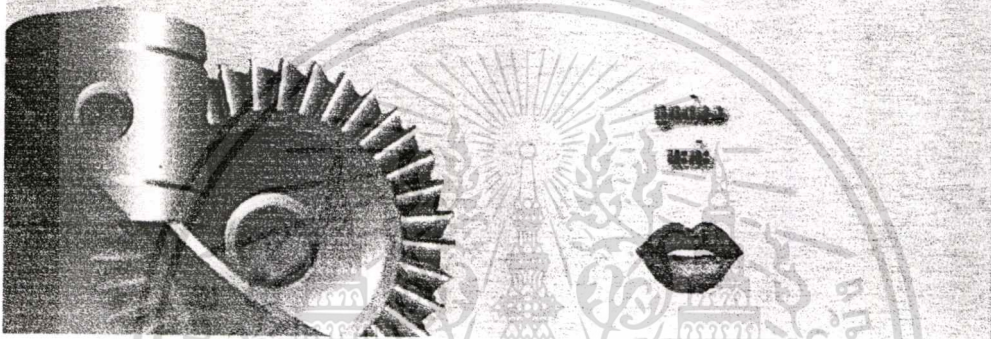
1. เส้นผ่าศูนย์กลางของวงกลม คือ เส้นอะไร

ก. เส้นเต็มหน้า

ข. เส้นปะ

ค. เส้นลูกโซ่

ง. เส้นเต็มบาง



## แบบฝึกหัด

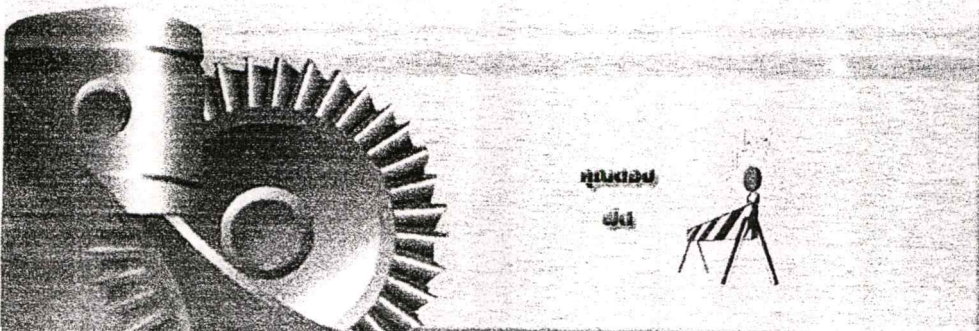
4. เส้นที่ใช้เขียนส่วนโค้งที่ฟันเฟือง คือ เส้นอะไร

ก. เส้นเต็มหน้า

ข. เส้นปะ

ค. เส้นเต็มบาง

ง. เส้นมือเปล่า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบฝึกหัด

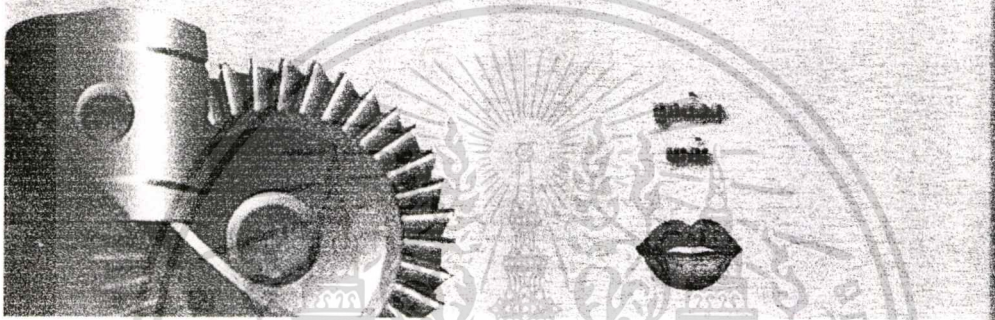
8. จำนวนฟันของเฟืองที่ใช้งานทั่ว ๆ ไปเริ่มตั้งแต่กี่ฟันขึ้นไป

ก. 17 ฟัน

ข. 14 ฟัน

ค. 12 ฟัน

ง. 10 ฟัน



12. ฟันเฟืองที่ใช้เขียนแสดงเหมือนจริงก็ส่วน

ก. หนึ่งใบสอง

ข. สามใบสี่

ค. หนึ่งใบสาม

ง. หนึ่งใบสี่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

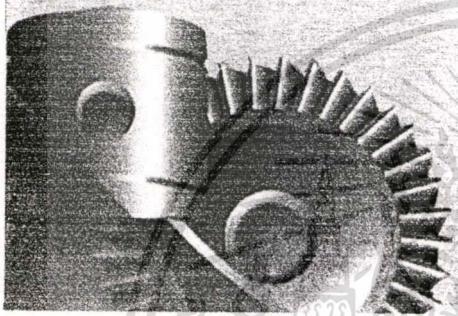
แบบฝึกหัด

## สรุปผลการทำแบบฝึกหัด

ตอบถูก = 10 ข้อ

ตอบผิด = 2 ข้อ

ตอบถูกร้อยละ = 83.33%



แบบทดสอบ

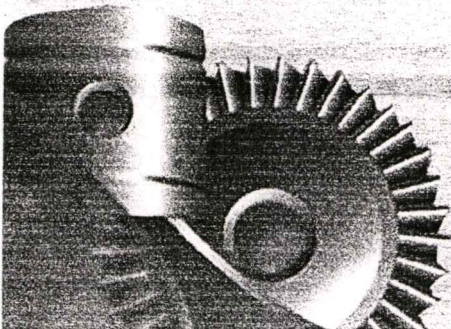
1. เพื่อมีพินมาก โคนของพินจะมีขนาดโตมีผลอะไร

ก. เพื่อมีความแข็งแรงต่ำ

ข. เพื่อมีความแข็งแรงปานกลาง

ค. เพื่อมีความแข็งแรงสูง

ง. ไม่มีผล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### แบบทดสอบ

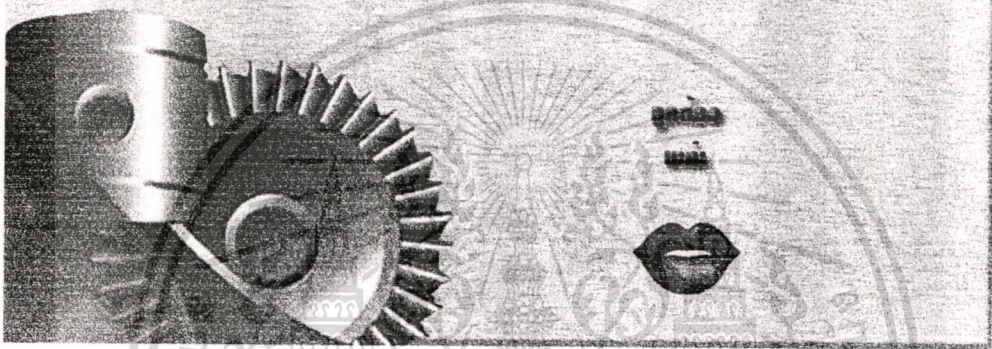
2. เฟืองวงได้เฉียบ เลียงคังน้อย สันสะเทือนน้อย ใช้รูปทรงของฟันที่เรียกกันว่าอะไร

ก. เคิร์ฟไฮเปอร์

ข. เคิร์ฟอริค

ค. เคิร์ฟไซคอย

ง. เคิร์ฟอิน โวลูท



### แบบทดสอบ

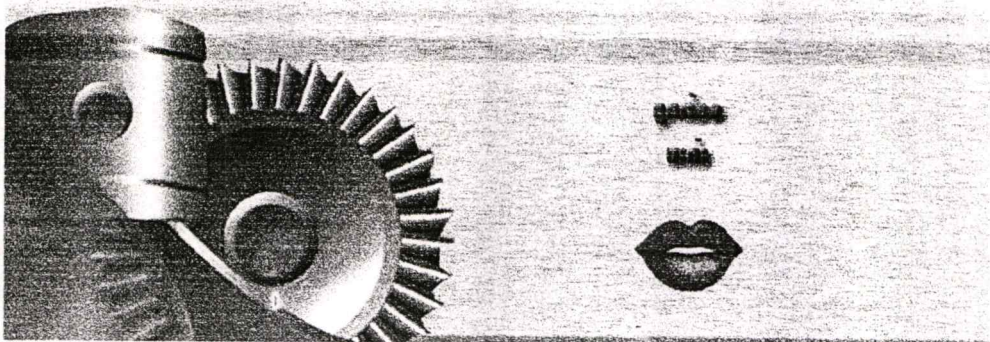
3. เฟืองที่มีขนาดระยะพิคซ์ของฟันเป็นกึ่งเท่าของ  $\pi$  หมายถึงอะไร

ก. Dp ของเฟือง

ข. โมดูลของเฟือง

ค. Dp ของฟัน

ง. โมดูลของฟัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบทดสอบ**

4. อุปกรณ์ที่ใช้ในการแบ่งมุมครึ่งวงกลมมีกี่องศา

ก. 45 องศา

ข. 60 องศา

ค. 90 องศา

ง. 180 องศา



**แบบทดสอบ**

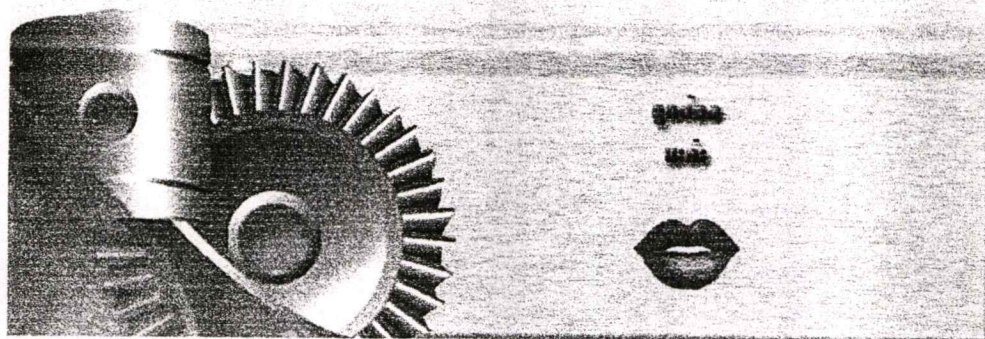
5.  $m \times Z =$  คำอะไร

ก. da

ข. dr

ค. do

ง. du



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบทดสอบ

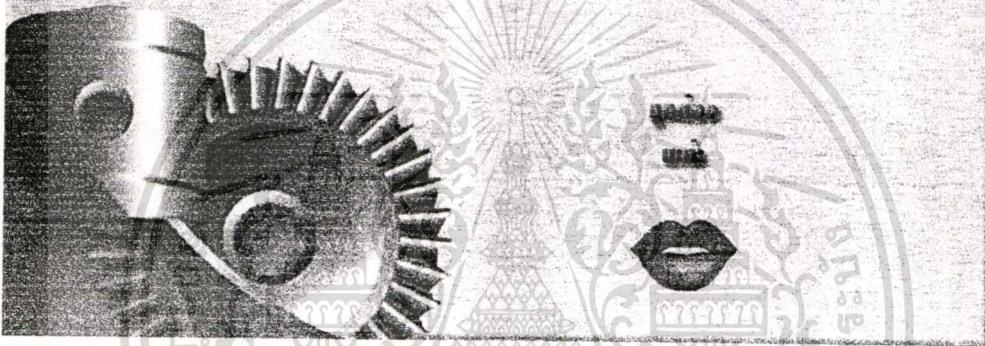
6. do-2 (m+c) = คำอะไร

ก. da

ข. dr

ค. do

ง. du



## แบบทดสอบ

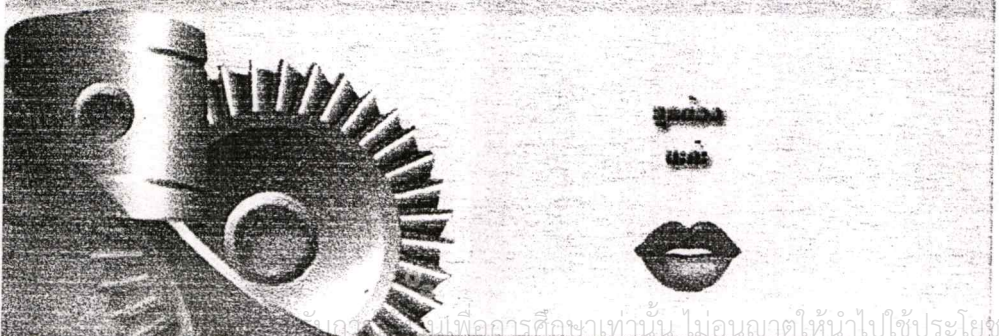
7. do + 2 x m = คำอะไร

ก. da

ข. dr

ค. do

ง. du



## แบบทดสอบ

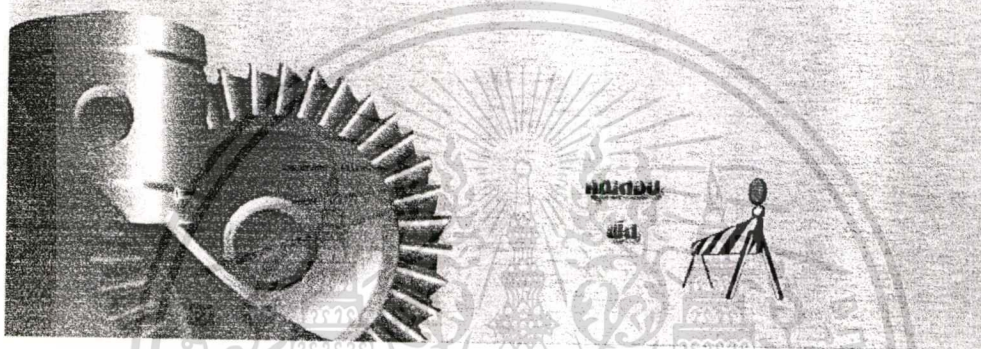
8.  $0.167 \text{ x m} =$  ค่าอะไร

ก. c

ข. b

ค. h

ง. a



## แบบทดสอบ

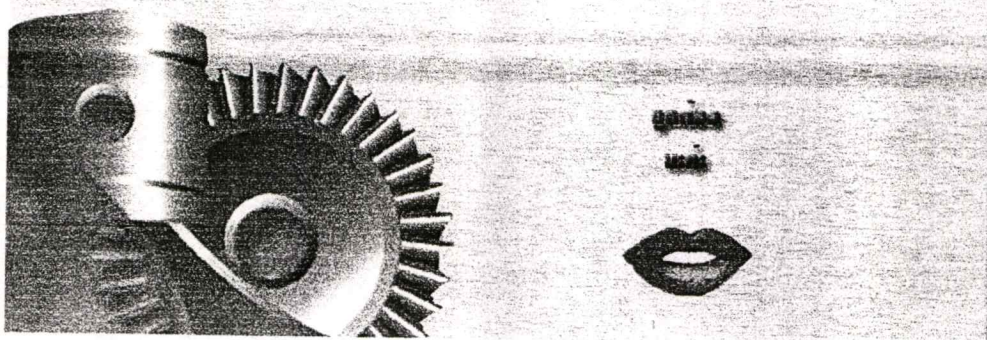
9. ถ้าเราเขียนแบบเฟือง 30 ฟัน เราจะต้องแบ่งออกเป็นกี่ช่องในวงกลม

ก. 30 ช่อง

ข. 40 ช่อง

ค. 50 ช่อง

ง. 60 ช่อง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบทดสอบ**

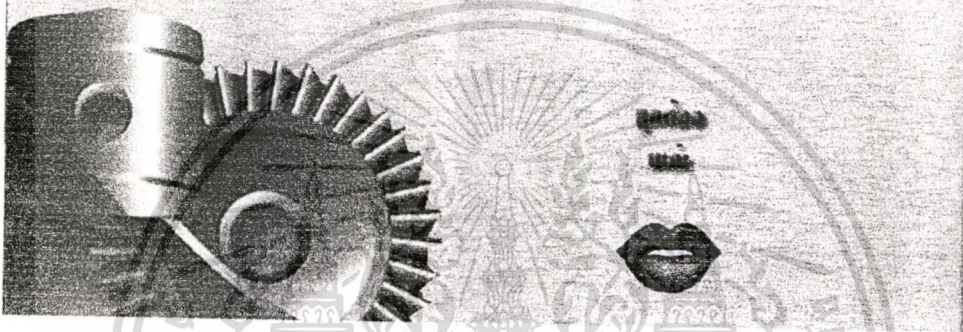
10. มุม 6 องศา สามารถแบ่งวงกลม ใช้เขียนฟันเฟือง ได้กี่ฟัน

ก. 15 ฟัน

ข. 30 ฟัน

ค. 40 ฟัน

ง. 50 ฟัน



**แบบทดสอบ**

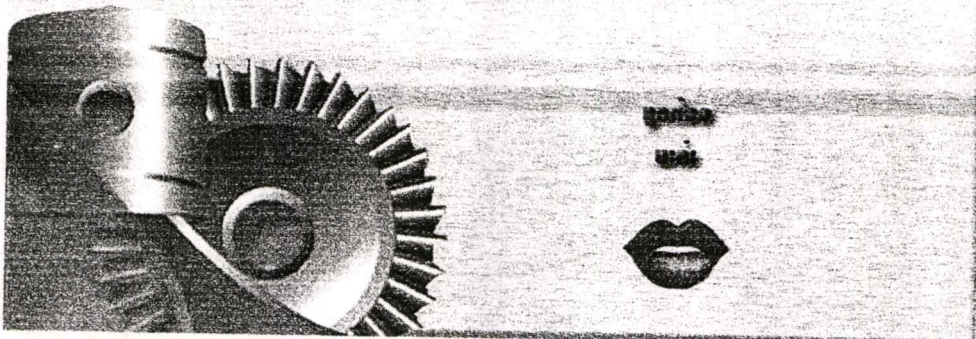
11. โค้งอินโวลูทเริ่มเขียนจากวงกลมใดเป็นฐาน

ก. Outside circle

ข. Base circle

ค. Root circle

ง. Pitch circle



## แบบทดสอบ

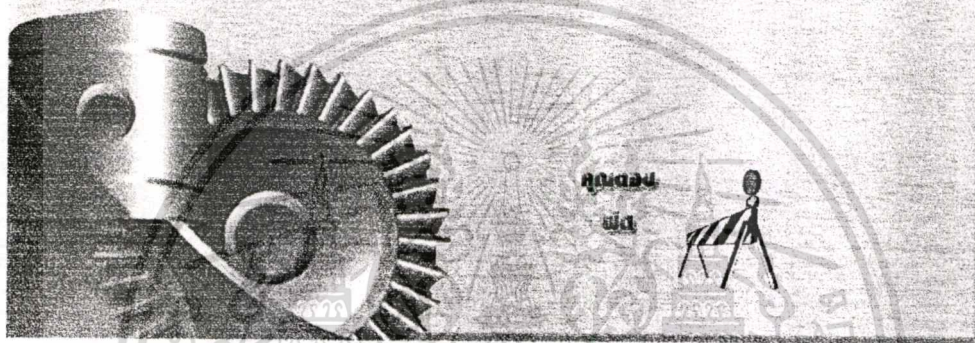
12. การเขียนแบบเฟืองตรงนิยมเขียนฟันเฟืองที่ส่วน

ก.  $1/2$

ข.  $1/4$

ค.  $1/6$

ง. 4



## แบบทดสอบ

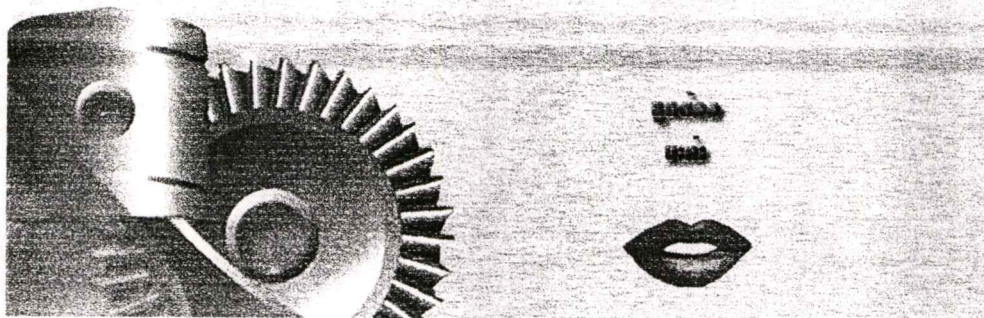
13. ข้อใดเป็นการเขียนแบบเฟือง ชั้นตอนที่ 1

ก. สร้างวงรี da do dr

ข. สร้างวงกลม da do dr

ค. สร้างโค้ง dp do dr

ง. สร้างวงรี da dr du



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบทดสอบ

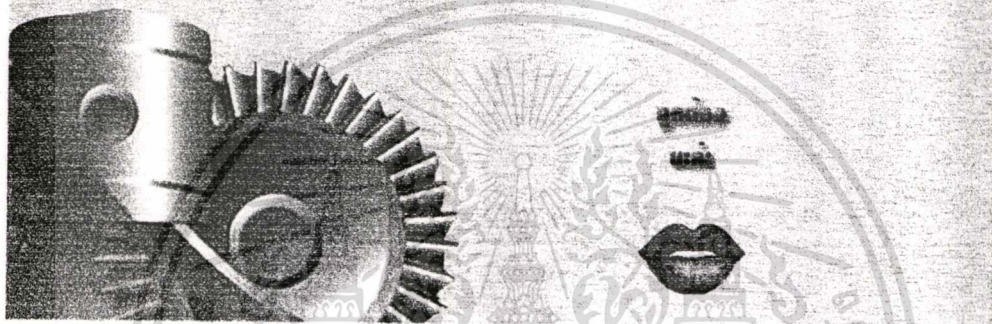
14. จุด A ลากเส้น Pressure line  $75^\circ$  อยู่ในขั้นตอนการเขียนเฟืองข้อใด

ก. ขั้นตอนที่ 1

ข. ขั้นตอนที่ 2

ค. ขั้นตอนที่ 3

ง. ขั้นตอนที่ 4



## แบบทดสอบ

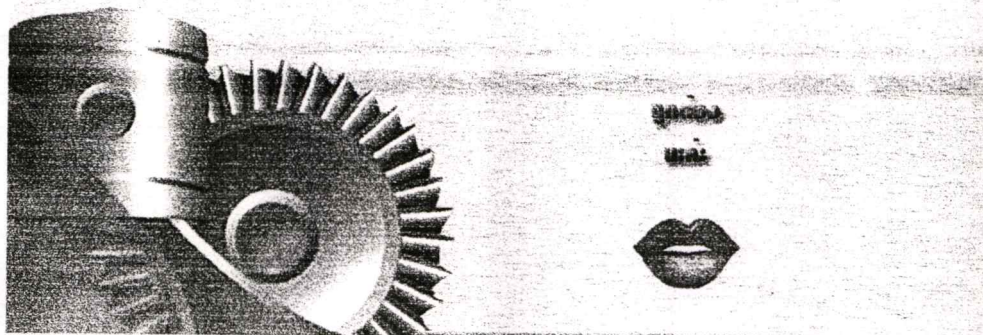
15. สูตรที่ใช้เขียนส่วนโค้งของฟันเฟืองด้วยวิธีตรงกับข้อใด

ก.  $R = 1/18 \times d_o$

ข.  $R = 1/6 \times d_a$

ค.  $R = 1/8 \times d_o$

ง.  $R = 1/80 \times d_a$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบทดสอบ**

16. สร้างวงกลมสัมผัสเส้น Pressure line ได้วงกลม ซึ่งเป็นจุด สก. ส่วน ไก่พื้นเพื่องอยู่ในขั้นตอนใดของการเขียนเฟือง

ก. ขั้นตอนที่ 1

ข. ขั้นตอนที่ 2

ค. ขั้นตอนที่ 3

ง. ขั้นตอนที่ 4



หมุน

เส้น



**แบบทดสอบ**

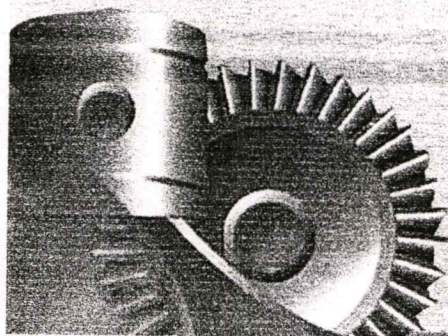
17. Pitch Point (จุด A) คืออะไร

ก. จุดที่ฟันสึกหรือ

ข. จุดที่เฟืองจากกัน

ค. จุดที่เฟืองขบกัน

ง. จุดที่สึกหน้าฟัน



หมุน

เส้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบทดสอบ**

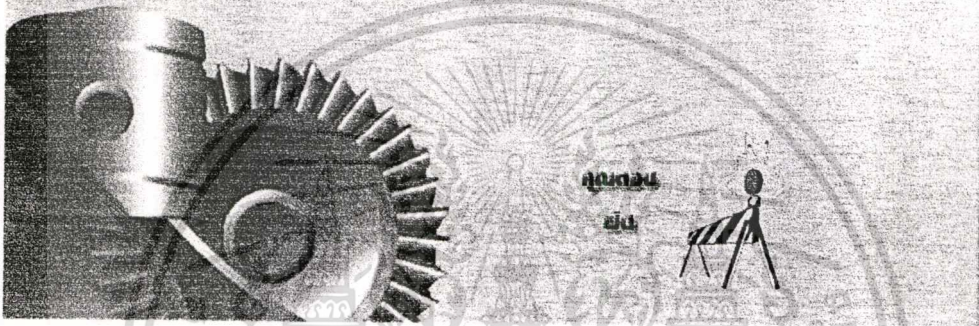
18. การใช้จุด A อยู่ในขั้นตอนใดของการเขียนแบบเฟือง

ก. ขั้นตอนที่ 1

ข. ขั้นตอนที่ 2

ค. ขั้นตอนที่ 3

ง. ขั้นตอนที่ 4



**แบบทดสอบ**

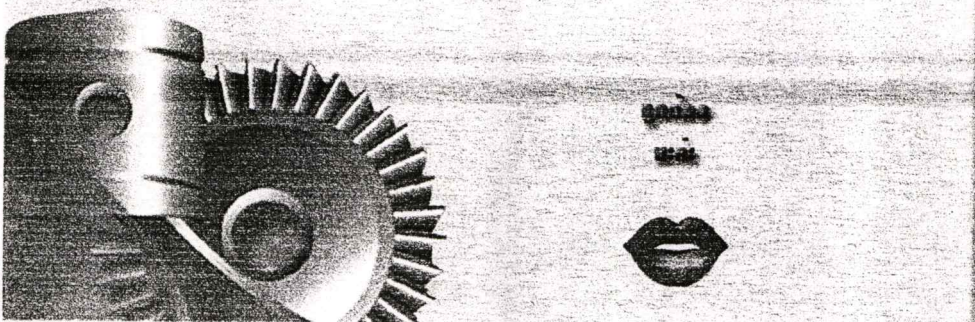
19. โดยทั่วไป ไปนิยมเขียนเฟืองด้วยการใช้อะไรแทนการเขียนเฟือง

ก. สัญลักษณ์

ข. ISO

ค. เหมือนจริง

ง. JIS



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบทดสอบ

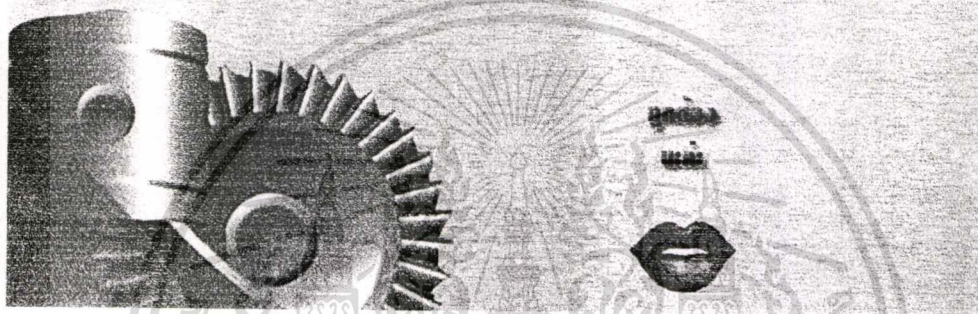
20. การลากเส้นสัมผัสจะต้องทำมุมกี่องศา

ก. 30 องศา

ข. 45 องศา

ค. 60 องศา

ง. 90 องศา



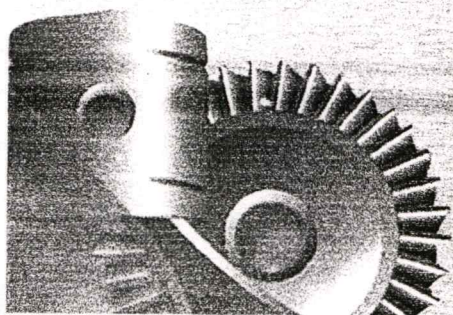
## แบบทดสอบ

สรุปผลการทำแบบฝึกหัด

ตอบถูก = 15 ข้อ

ตอบผิด = 5 ข้อ

ตอบถูกร้อยละ = 75 %



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เฟืองตรงฟันโค้งอินโฮก

### กราบขอบคุณ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางไทรแก้ว กลิ่นคำ
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 7 มกราคม 2506
สถานที่อยู่อาศัย	36/1 ซอยรามคำแหง 21 (νωศรี 5) วังทองหลาง กรุงเทพมหานคร 10310
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษก มหานคร ถนนสุขุมวิทวงศ์ กม.7 บึงใหญ่ แสนแสบ มีนบุรี กรุงเทพมหานคร
ตำแหน่ง	อาจารย์ 1 ระดับ 5
ประวัติการศึกษา	การศึกษาระดับ ปวส. สาขาเขียนแบบเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ การศึกษาระดับปริญญาตรี อส.บ.(เทคโนโลยีการผลิต) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

