

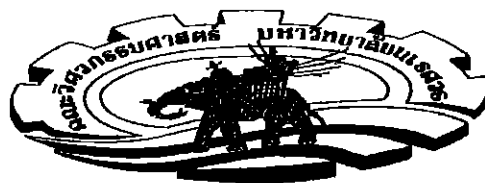


การออกแบบและสร้างสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์  
กรณีศึกษาวิชาวิศวกรรมการทำความเย็น  
Design and Fabrication of E-learning Case Study  
Refrigeration Engineering

นายอติชาติ สุวรรณวัฒน์  
นายธนาคาร นพเก้า  
นายสุเมธ จันทรแสงศรี

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ.....14/ก.ค. 2553.....
เลขทะเบียน.....15073๐๕ x.....
เลขเรียกหนังสือ.....๒1๖๔๐.....
มหาวิทยาลัยนเรศวร ๖55๖

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร  
ปีการศึกษา 2552



## ใบรับรองโครงการวิศวกรรม

หัวข้อโครงการ : การออกแบบและสร้างสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ กรณีศึกษา  
 วิชา วิศวกรรมการทำความเย็น  
 : Design and Fabrication of E-learning Case Study Refrigeration  
 Engineering

ผู้ดำเนินโครงการ : นายอดิชาติ สุวรรณวัฒน์ รหัสบันทึก 49362390  
 นายธนาการ นพเก้า รหัสบันทึก 49363526  
 นายสุเมธ จันทรแสงศรี รหัสบันทึก 49363809

อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ศิษย์ภักดิ์ แคนลา  
 ภาควิชา : วิศวกรรมเครื่องกล  
 ปีการศึกษา : 2552

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ อนุมัติให้โครงการวิจัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
 ของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะกรรมการสอบโครงการ

..... ประธานกรรมการ

(อาจารย์ศิษย์ภักดิ์ แคนลา)

..... กรรมการ

(ผศ.ดร.อุบลยา กนกजारูวิจิตร)

..... กรรมการ

(ดร.ศลิษา วีรพันธุ์)

หัวข้อ โครงการงาน	: การออกแบบและสร้างสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ กรณีศึกษาวิชาวิศวกรรมการทำควมเย็น
ผู้ดำเนินโครงการงาน	: นายอดิชาติ สุวรรณวังษ์ รหัสสนិត 49362390 นายชนาการ นพเก้า รหัสสนិត 49363526 นายสุเมธ จันทร์แสงศรี รหัสสนិត 49363809
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการงาน	: อาจารย์ศิษย์ภูมิกัญจน์ แคนลา
ภาควิชา	: วิศวกรรมเครื่องกล
ปีการศึกษา	: 2552

#### บทคัดย่อ

ในปัจจุบันวิชาวิศวกรรมการทำควมเย็น เป็นรายวิชาที่เป็นส่วนหนึ่งใน กลุ่มวิชา วิศวกรรมหลักเฉพาะ สำหรับสาขาวิศวกรรมเครื่องกล หมวดที่ 6 ของใบประกอบวิชาชีพ (ก.ว.) ซึ่ง นิสิตจะต้องทำการสอบในการขอใบประกอบวิชาชีพ (ก.ว.) ด้วยสาเหตุที่กล่าวมาข้างต้นจึงได้ทำ สร้างสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ วิชาวิศวกรรมการทำควมเย็น เพื่อให้ นิสิต นักศึกษา สามารถเข้ามาศึกษาหาความรู้ในรายวิชาวิศวกรรมการทำควมเย็น ได้ด้วยตนเอง โดยภายในแต่ละ บทจะแสดงภาพจริง, ภาพเคลื่อนไหว, ตาราง, กราฟ และตัวอย่างการคำนวณประกอบความ บรรยาย เพื่อช่วยให้เข้าใจเนื้อหามากขึ้น

ซึ่งสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ที่เขียนขึ้นประกอบไปด้วยเนื้อหาในรายวิชาการทำ ความเย็นทั้งหมด 13 บท ดังนี้ บทที่ 1 ก้าวแรกสู่การเป็นวิศวกรการทำควมเย็น, บทที่ 2 หลักการ พื้นฐานทางกายภาพของวิชา การทำควมเย็น, บทที่ 3 การวิเคราะห์แผนภูมิไซโครเมตริก, บทที่ 4 วัฏจักรการทำควมเย็นแบบอัดไอ, บทที่ 5 ระบบหลายความดันหรือความดันผสม, บทที่ 6 การ คำนวณภาระทางความร้อน, บทที่ 7 การวิเคราะห์และออกแบบเครื่องอัดสารทำควมเย็น, บทที่ 8 การวิเคราะห์และออกแบบคอยล์เย็น, บทที่ 9 การวิเคราะห์และออกแบบคอยล์ร้อน, บทที่ 10 การ วิเคราะห์และออกแบบวาล์วลดความดัน, บทที่ 11 การวิเคราะห์และออกแบบท่อในระบบทำควม เย็น, บทที่ 12 คุณสมบัติของสารทำควมเย็น และบทที่ 13 การวิเคราะห์การทำควมเย็นแบบดูดซึม

ซึ่งผลการทดลองการใช้งานของสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ และสอบถามความ คิดเห็นของนิสิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ ชั้นปีที่ 4 จำนวน 30 คน พบว่าผู้ทดลองใช้มีความพึงพอใจ ในด้านระบบการจัดการ, ด้านเนื้อหา, ด้านรูปแบบ และด้านการประเมินผลการเรียน ได้ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) เท่ากับ 3.64 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.41 โดยที่ค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.51 - 4.50 พบว่ามีความเห็นด้วยอยู่ในระดับ มาก

Project Title : Design and Fabrication of E-learning Case Study  
 Refrigeration Engineering

Project Operators : Mr.Atichat Suwannawat Student ID 49362390  
 Mr.Thanakan Noppakoa Student ID 49363526  
 Mr.Sumeth Junsangsri Student ID 49363809

Project Adviser : Mr.Sitphan Kanla

Department : Mechanical Engineering

Academic Year : 2009

**Abstract**

Nowadays, the subject of Refrigeration is a special topic for Mechanical Engineering, and has appeared in category 6 of License for Professional Practice Examination. The objective of this project is to make an electronics educational aid for self – learning. Each chapter shows pictures, graphic animation picture, tables and examples of calculation with detailed description.

This electronics educational aid includes 13 chapters: Chapter - 1 First Step to Refrigeration Engineering, Chapter - 2 Physical Principle in Refrigeration, Chapter - 3 Psychrometrics Chart Analysis, Chapter - 4 The Vapor-Compression Cycle, Chapter - 5 Multipressure Systems, Chapter - 6 Heating Load Calculation, Chapter - 7 Compressor Analysis and Design, Chapter - 8 Evaporators Analysis and Design, Chapter - 9 Condensers Analysis and Design, Chapter - 10 Expansion Valve Analysis and Design, Chapter - 11 Piping Refrigeration Analysis and Design, Chapter - 12 Properties of Refrigerants and Chapter - 13 Absorption Refrigeration Analysis.

In order to evaluate the e – learning aid, thirty final – year mechanical engineering students, were asked to fill our own – designed evaluation form. The scores are run from 1, which means minimum satisfaction through 5, meaning maximum satisfaction. After collecting the thirty filled forms, the mean satisfaction is  $\bar{X} = 3.64$  with standard deviation S.D. = 0.41.

**กิตติกรรมประกาศ**  
**(Acknowledgement)**

ผู้จัดทำโครงการขอขอบคุณทุกท่านและทุกหน่วยงานที่มีส่วนช่วยให้โครงการนี้สามารถประสบความสำเร็จไปได้ด้วยดี อันได้แก่

1. ขอขอบคุณ อาจารย์ศิษย์ภูมิกัญจน์ แคนลา อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำที่ดีในการจัดทำโครงการ
2. ขอขอบคุณ คร.กฤษยา กนกजारูวิจิตร และคร. ศลิษา วีรพันธุ์ ที่ช่วยในการตรวจสอบโครงการ
3. ขอขอบคุณเพื่อนๆ ที่ได้มีส่วนร่วมในการใช้งานและตอบแบบประเมินสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์
4. ขอขอบคุณ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวรที่เอื้อเพื่อสถานที่และอุปกรณ์เพื่อใช้สำหรับทำโครงการ และท้ายที่สุดขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่คอยให้การสนับสนุนในทุก ๆ ด้าน และเป็นกำลังใจด้วยดีตลอดมา

นายอดิชาติ สุวรรณวัฒน์  
นายธนากร นพเก้า  
นายสุเมธ จันทร์แสงศรี  
ผู้จัดทำโครงการ

## สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองโครงการวิศวกรรมเครื่องกล	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญรูปภาพ	ช
สารบัญกราฟ	ฉ
สารบัญตาราง	ญ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขต	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานและแผนการดำเนินงาน	4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
1.6 งบประมาณ	5
บทที่ 2 หลักการใช้งานพื้นฐานของ โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างสื่อการเรียนการสอน	
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับ โปรแกรม Adobe Flash CS3 Professional	6
2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับ โปรแกรม Adobe Photoshop CS3	20
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	
3.1 การศึกษาวิธีใช้โปรแกรม	30
3.2 เนื้อหาที่นำมาเขียนสื่อการเรียนการสอน	30
3.3 การประเมินผลการใช้สื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ (E-learning)	50
- ตัวอย่างแบบประเมินการใช้สื่อการเรียนการสอน	
อิเล็กทรอนิกส์ (E-learning)	51
บทที่ 4 ผลการดำเนินโครงการ	
4.1 การใช้งานสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ใน	
รายวิชาวิศวกรรมการทำความเป็น	54
4.2 ผลประเมินความคิดเห็น	58

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน	
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน	72
5.2 ข้อเสนอแนะของการทำงาน	73
บรรณานุกรม	74
ประวัติผู้ทำโครงการ	76



## สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงการเข้าใช้งาน โปรแกรม Adobe Flash CS3 วิธีที่ 1 (Start Menu)	7
รูปที่ 2.2 แสดงการเข้าใช้งาน โปรแกรม Adobe Flash CS3 วิธีที่ 2 (Short Cut)	8
รูปที่ 2.3 แสดงหน้าต่างของ โปรแกรม Adobe Flash CS3	8
รูปที่ 2.4 แสดงหน้าต่าง โปรแกรมที่พร้อมใช้งาน	9
รูปที่ 2.5 แสดงแถบเครื่องมือหลัก (Main Toolbar)	9
รูปที่ 2.6 แสดงแถบเครื่องมือ (Toolbox)	10
รูปที่ 2.7 แสดง Time line	10
รูปที่ 2.8 แสดงเฟรม (Frame)	11
รูปที่ 2.9 แสดงเลเยอร์ (Layer)	11
รูปที่ 2.10 แสดงการสร้าง New File	11
รูปที่ 2.11 แสดงขั้นตอนเริ่มต้นการกำหนดขนาด Stage	12
รูปที่ 2.12 แสดงการกำหนดขนาด และ Blackground ของ Stage	12
รูปที่ 2.13 แสดงปุ่ม New Symbol	13
รูปที่ 2.14 แสดงรายละเอียดในการ Create New Symbol	13
รูปที่ 2.15 แสดงการเปลี่ยนวัตถุเป็น Symbol	15
รูปที่ 2.16 แสดงตำแหน่งของ Text Tool	16
รูปที่ 2.17 แสดงกรอบพิมพ์ตัวอักษร	16
รูปที่ 2.18 แสดงหน้าต่างการสร้างปุ่มสำเร็จรูปแบบต่างๆ	17
รูปที่ 2.19 แสดงการสร้างปุ่ม	17
รูปที่ 2.20 แสดง Action Script Normal Mode	18
รูปที่ 2.21 แสดง Action Script Expert Mode	18
รูปที่ 2.22 แสดงการเลือกหัวข้อ Publish Setting...	19
รูปที่ 2.23 แสดงรายละเอียดของการกำหนดรูปแบบไฟล์ ตั้งชื่อไฟล์ และสถานที่ส่งออก	20
รูปที่ 2.24 แสดงการเข้าใช้งาน โปรแกรม Adobe Photoshop CS3 วิธีที่ 1 (Start Menu)	21
รูปที่ 2.25 แสดงการเข้าใช้งาน โปรแกรม Adobe Flash CS3 วิธีที่ 2 (Short Cut)	21
รูปที่ 2.26 แสดงหน้าต่างพร้อมใช้งานของ โปรแกรม Adobe Photoshop	22



## สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 2.27 แสดงเมนูบาร์	22
รูปที่ 2.28 แสดงกลุ่มคำสั่งต่างๆ บน Toolbox	23
รูปที่ 2.29 แสดงหน้าต่างคำสั่งการสร้างไฟล์ใหม่	24
รูปที่ 2.30 แสดงการ open รูปภาพจากไฟล์อื่นๆ	25
รูปที่ 2.31 แสดงหน้าต่างเมนูการปรับขนาดภาพ	25
รูปที่ 2.32 แสดงการเลือกคำสั่ง Brightness / Contrast	26
รูปที่ 2.33 แสดงการปรับค่า Brightness / Contrast	27
รูปที่ 2.34 แสดงหน้าต่างการบันทึกไฟล์	28
รูปที่ 2.35 แสดงการปรับคุณภาพของภาพที่ทำการ Save	29
รูปที่ 4.1 ส่วนประกอบหน้าแรกของบทเรียน	54
รูปที่ 4.2 แสดงการเชื่อมโยงรายละเอียดจุดประสงค์การเรียนรู้	55
รูปที่ 4.3 แสดงการเชื่อมโยงรายละเอียดของเนื้อหา	55
รูปที่ 4.4 แสดงเนื้อหาของบทเรียน	56
รูปที่ 4.5 แสดงภาพเคลื่อนไหว ภาพจริงของอุปกรณ์ และการเชื่อมโยง คำอธิบายอุปกรณ์	56
รูปที่ 4.6 แสดงส่วนประกอบของตัวอย่าง	57
รูปที่ 4.7 แสดงการดูภาพอุปกรณ์ และดูตารางในตัวอย่าง	57
รูปที่ 4.8 แสดงส่วนของแบบฝึกหัด	58

## สารบัญกราฟ

หน้า

กราฟที่ 4.1 แสดงผลเฉลี่ยเหตุผลของการเข้ามาใช้สื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์

58



## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 แสดงระยะเวลาและแผนการปฏิบัติงาน	4
ตารางที่ 4.1 ความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ใน ภาพรวมของผู้ประเมินทั้งหมด	59
ตารางที่ 4.2 ความคิดเห็นต่อระบบการใช้งานของผู้ประเมินทั้งหมด	60
ตารางที่ 4.3 ความคิดเห็นต่อเนื้อหาของผู้ประเมินทั้งหมด	60
ตารางที่ 4.4 ความคิดเห็นต่อการออกแบบของผู้ประเมินทั้งหมด	61
ตารางที่ 4.5 การประเมินผลการเรียนของผู้ประเมินทั้งหมด	62
ตารางที่ 4.6 ความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ในภาพรวม ของผู้ที่เคยศึกษาในรายวิชาวิศวกรรมการทำความเย็น	63
ตารางที่ 4.7 ความคิดเห็นต่อระบบการใช้งานของผู้ที่เคยศึกษาใน รายวิชาวิศวกรรมการทำความเย็น	64
ตารางที่ 4.8 ความคิดเห็นต่อเนื้อหาของผู้ที่เคยศึกษาใน รายวิชาวิศวกรรมการทำความเย็น	65
ตารางที่ 4.9 ความคิดเห็นต่อการออกแบบของผู้ที่เคยศึกษาใน รายวิชาวิศวกรรมการทำความเย็น	66
ตารางที่ 4.10 การประเมินผลการเรียนของผู้ที่เคยศึกษาใน รายวิชาวิศวกรรมการทำความเย็น	67
ตารางที่ 4.11 ความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ในภาพรวม ของผู้ที่ไม่เคยศึกษาในรายวิชาวิศวกรรมการทำความเย็น	68
ตารางที่ 4.12 ความคิดเห็นต่อระบบการใช้งานของผู้ที่ไม่เคยศึกษาใน รายวิชาวิศวกรรมการทำความเย็น	69
ตารางที่ 4.13 ความคิดเห็นต่อเนื้อหาของผู้ที่ไม่เคยศึกษาใน รายวิชาวิศวกรรมการทำความเย็น	70
ตารางที่ 4.14 ความคิดเห็นต่อการออกแบบของผู้ที่ไม่เคยศึกษาใน รายวิชาวิศวกรรมการทำความเย็น	70
ตารางที่ 4.15 การประเมินผลการเรียนของผู้ที่ไม่เคยศึกษาใน รายวิชาวิศวกรรมการทำความเย็น	71

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมของประเทศไทยมีความจำเป็นที่จะต้องใช้ห้องเย็นในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกมาทั้งจำหน่ายภายในประเทศและส่งออกจำหน่ายในต่างประเทศซึ่งห้องเย็นที่ใช้ในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นั้นจะต้องควบคุมทั้ง อุณหภูมิ และ ความชื้นเพื่อการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ให้ได้ตามระยะเวลาที่ต้องการรวมถึงต้องคำนึงถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่เก็บด้วย เนื่องจากการสร้างห้องเย็นนั้นจำเป็นที่จะต้อง ใช้ความรู้ทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ในรายวิชา วิศวกรรมการทำความเย็น (Refrigeration Engineering) ในการออกแบบซึ่งเป็นรายวิชาที่มีความสำคัญมาก อีกทั้งรายวิชาดังกล่าวยังเป็นส่วนหนึ่งใน กลุ่มวิชาวิศวกรรมหลักเฉพาะ สำหรับ สาขาวิศวกรรมเครื่องกล หมวดที่ 6 ของใบประกอบวิชาชีพ (ก.ว.) ซึ่งนิสิตจะต้องทำการสอบในการขอใบประกอบวิชาชีพ (ก.ว.) ด้วยสาเหตุที่กล่าวมาข้างต้นเพื่อที่จะช่วยให้ นิสิตในคณะ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวรหรือต่างมหาวิทยาลัย และวิศวกรที่ทำงานแล้ว ตลอดจนผู้ที่มีความสนใจสามารถเข้ามาศึกษาหรือทบทวนบทเรียนได้ ซึ่งสื่อการเรียนการสอนนี้ทางด้านเนื้อหา จะเสริมด้วยภาพประกอบที่เป็นภาพจริงและด้านระบบการทำงานจะเสริมด้วยภาพเคลื่อนไหว เพื่อ เป็นการกระตุ้นและสร้างบรรยากาศให้เกิดความรู้ความเข้าใจได้ง่ายขึ้น ทางคณะผู้จัดทำจึง ได้เลือก รายวิชาวิศวกรรมการทำความเย็น (Refrigeration Engineering) มาจัดทำการสร้างสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์

### 1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อสร้างสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ วิชา วิศวกรรมการทำความเย็น (Refrigeration Engineering)

1.2.2 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมการทำความเย็น (Refrigeration Engineering) รวมถึงให้นิสิตในคณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวรหรือต่าง มหาวิทยาลัย วิศวกรที่ทำงานแล้ว ตลอดจนผู้ที่มีความสนใจได้สามารถเข้ามาศึกษาหรือทบทวนบทเรียนในสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์นี้ได้

### 1.3 ขอบเขต

1.3.1 ศึกษาการใช้โปรแกรม Adobe Flash CS3 Professional, Adobe Photoshop CS 3 เพื่อใช้ในการสร้างสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์

1.3.2 ศึกษาเนื้อหาวิชา วิศวกรรมทำความเย็น (Refrigeration Engineering) เพื่อใช้ในการเขียนเนื้อหาของสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์

1.3.3 สร้างสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ในรายวิชา วิศวกรรมทำความเย็น (Refrigeration Engineering) ที่ประกอบด้วยเนื้อหา วัฏจักรทำความเย็นแบบต่างๆ คุณสมบัติของสารทำความเย็น การวิเคราะห์ค่าการระเหยทำความเย็น การออกแบบและการเลือกระบบทำความเย็น ส่วนประกอบของระบบทำความเย็น การคำนวณและการเลือกเครื่องอัด เครื่องทำระเหย เครื่องควบแน่น หอผึ้ง วาล์วลดความดัน การออกแบบท่อสารทำความเย็น ซึ่งประกอบด้วยบทเรียนทั้งหมด 13 บทดังนี้

- บทที่ 1 ก้าวแรกสู่การเป็นวิศวกรทำความเย็น (First Step to Refrigeration Engineering)

กล่าวถึงความหมายของการทำความเย็น, ระบบและชนิดของการทำความเย็น, วิศวกรรมทำความเย็น, ลักษณะภาระหน้าที่ของงาน, สมาคมวิชาชีพกับการประกอบอาชีพทางวิศวกรรม, กำหนดวิชาชีพวิศวกรรมและวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม สาขาวิศวกรรมเครื่องกล พ.ศ. 2550

- บทที่ 2 หลักการพื้นฐานทางกายภาพของวิชา การทำความเย็น (Physical Principle in Refrigeration)

กล่าวถึงหน่วยและการเปลี่ยนหน่วย, มวล แรง น้ำหนัก, ความดันและอุณหภูมิ, งาน กำลัง และพลังงาน, ความร้อน, เอนทาลปี, สมการพลังงาน (กฎข้อที่ 1 ทางเทอร์โมไดนามิกส์), ของเหลวไอและการเปลี่ยนสถานะ, การคำนวณเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงความร้อนแฝงและความร้อนสัมผัส, กฎของก๊าซในอุดมคติ, การอนุรักษ์พลังงาน (กฎข้อที่ 2 ทางเทอร์โมไดนามิกส์)

- บทที่ 3 การวิเคราะห์แผนภูมิไซโครเมตริก (Psychrometrics Chart Analysis)

กล่าวถึงคุณสมบัติของอากาศบนแผนภูมิไซโครเมตริก, ตำแหน่งของสภาวะอากาศบนแผนภูมิไซโครเมตริก, เส้นกระบวนการเปลี่ยนแปลงของสภาวะของอากาศบนแผนภูมิไซโครเมตริก, การคำนวณการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการความร้อนสัมผัสและความร้อนแฝง,

- บทที่ 4 วัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอ (The Vapor-Compression Cycle)

กล่าวถึงหลักการการทำความเย็นของวัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอ วัฏจักรคาร์โน รวมถึงวัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอจริง, ประสิทธิภาพการทำความเย็นของวัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอ, การออกแบบวัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอให้ใช้ได้จริง

- บทที่ 5 ระบบหลายความดันหรือความดันผสม (Multipressure Systems)

กล่าวถึงระบบการทำงานของการทำงานของการทำความเย็นแบบหลายความดัน หน้าที่หลักของระบบหลายความดัน คือ การแยกไอของสารทำความเย็นที่ออกจากคอนเดนเซอร์ ไปเข้าคอมเพรสเซอร์ โดยไม่ต้องผ่าน วาล์วลดความดัน และมี Intercooler ทำหน้าที่ในการเปลี่ยนสถานะของสารทำความเย็นที่ออกจากคอมเพรสเซอร์ตัวแรกจากไอคงเป็น ไออิ่มตัวแล้วส่งไปอัดในคอมเพรสเซอร์ตัวที่สองเพื่อเป็นการลดการใช้กำลังงานของคอมเพรสเซอร์ ตัวอย่างของระบบหลายความดันที่พบ เช่น โรงงานไอศกรีมและโรงงานนม เป็นต้น

- บทที่ 6 การคำนวณภาระทางความร้อน (Heating Load Calculations)

กล่าวถึงลักษณะเฉพาะทางความร้อนของสิ่งก่อสร้าง เช่น ห้องเย็น, การคำนวณภาระทางความร้อนในแบบต่างๆ เช่น ภาระทางความร้อนผ่านผนังในทิศต่างๆ ภาระทางความร้อนที่ผ่านฉนวน ภาระทางความร้อนจากการรั่วไหลของอากาศ และภาระทางความร้อนจากผลิตภัณฑ์และภาระทางความร้อนจากอุปกรณ์ภายในห้องเย็น เพื่อใช้ในการออกแบบห้องเย็นให้เหมาะสมต่อความต้องการ

- บทที่ 7 การวิเคราะห์และออกแบบเครื่องอัดสารทำความเย็น (Compressor Analysis and Design)

กล่าวถึงการออกแบบและเลือกใช้อุปกรณ์คอมเพรสเซอร์ (Compressors) มาใช้ในระบบการทำงานทำความเย็นเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดทั้งในด้านการทำความเย็น, ด้านพลังงานและด้านการเงิน

- บทที่ 8 การวิเคราะห์และออกแบบคอยล์เย็น (Evaporators Analysis and Design)

กล่าวถึงการออกแบบและเลือกใช้อุปกรณ์คอยล์เย็น (Evaporators) มาใช้ในระบบการทำงานทำความเย็นเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดทั้งในด้านการทำความเย็น, ด้านพลังงานและด้านการเงิน

- บทที่ 9 การวิเคราะห์และออกแบบคอยล์ร้อน (Condensers Analysis and Design)

กล่าวถึงการออกแบบและเลือกใช้อุปกรณ์คอยล์ร้อน (Condensers) มาใช้ในระบบการทำงานทำความเย็นเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดทั้งในด้านการทำความเย็น, ด้านพลังงานและด้านการเงิน

- บทที่ 10 การวิเคราะห์และออกแบบวาล์วขยายตัว (Expansion Valve Analysis and Design)

กล่าวถึงการออกแบบและเลือกใช้อุปกรณ์วาล์วลดความดัน (Expansion Valve) มาใช้ในระบบการทำงานทำความเย็นเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดทั้งในด้านการทำความเย็น, ด้านพลังงานและด้านการเงิน

- บทที่ 11 การวิเคราะห์และออกแบบท่อในระบบทำความเย็น (Refrigeration Piping Analysis and Design)

กล่าวถึงการออกแบบและเลือกใช้อุปกรณ์ท่อสารทำความเย็น (Ducts Refrigerants) มาใช้ในระบบการทำงานทำความเย็นเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดทั้งในด้านการทำความเย็น, ด้านพลังงานและด้านการเงิน



## 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้สื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ วิชา วิศวกรรมการทำความเย็น (Refrigeration Engineering)

1.5.2 เพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอนในรายวิชา วิศวกรรมการทำความเย็น (Refrigeration Engineering) รวมถึงให้นิสิตในคณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวรหรือต่างมหาวิทยาลัย ตลอดจนผู้ที่มีความสนใจได้สามารถเข้ามาศึกษาหรือทบทวนบทเรียนในสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์นี้ได้

1.5.3 สามารถให้วิศวกรที่มีข้อสงสัยเข้ามาทบทวนในเนื้อหาของบทเรียนในสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์นี้ได้

## 1.6 งบประมาณ

ค่านั่งสื่อและซีดีสอนการใช้โปรแกรม Adobe Flash CS3 Professional	500	บาท
ค่านั่งสื่อและซีดีสอนการใช้โปรแกรม Adobe Photoshop CS 3	500	บาท
ค่าปริ้นเอกสารและถ่ายเอกสาร	500	บาท
สำหรับจัดทำปริญญาบัตร	1,500	บาท
<b>รวม</b>	<b>3,000</b>	<b>บาท</b>



## บทที่ 2

### หลักการใช้งานพื้นฐานของโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างสื่อการเรียนการสอน

การสร้างสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ E-learning จำเป็นที่จะต้องใช้โปรแกรมต่างๆ เพื่อที่จะนำมาสร้างข้อความ ภาพนิ่ง ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว ภาพสามมิติ และส่วนประกอบต่างๆอีกมากมาย โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้เลือกนำมาใช้ในการสร้างสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ E-learning ในรายวิชา Refrigeration มีอยู่ 2 โปรแกรม คือ

- Adobe Flash CS3 Professional

- Adobe Photoshop CS3

เหตุผลที่นำโปรแกรม Adobe Flash CS3 Professional มาใช้

- เป็น โปรแกรมที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลาย ในการสร้างสื่อการเรียนการสอน อิเล็กทรอนิกส์

- เป็น โปรแกรมที่ทางผู้จัดทำ ได้เคยผ่านการศึกษาเรียนรู้ และพอที่จะมีความรู้ความเข้าใจ

บ้างในบางส่วน

- ทางคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์มีลิขสิทธิ์ของโปรแกรม Adobe Flash ทำให้การเผยแพร่ทางอินเทอร์เน็ต ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

เหตุผลที่นำโปรแกรม Adobe Photoshop CS3 มาใช้

- เป็น โปรแกรมที่ใช้งานเกี่ยวกับรูปภาพได้อย่างหลากหลาย เช่น การแก้ไขตกแต่งภาพถ่าย, ออกแบบสร้างสรรค์งานกราฟิก, สร้างและออกแบบภาพสำหรับนำไปใช้บนเว็บไซต์ เป็นต้น

- เป็น โปรแกรมที่ใช้งานได้ง่าย และทางผู้จัดทำ ได้เคยผ่านการศึกษาเรียนรู้ และพอที่จะมีความรู้ความเข้าใจบ้างในบางส่วน

#### 2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรม Adobe Flash CS3 Professional

อะโดบีแฟลช (Adobe Flash) เป็น โปรแกรมที่ใช้ในการเขียนสื่อในรูปแบบมัลติมีเดีย ต่างๆ เช่น การสร้างสื่อการเรียนรู้ออนไลน์ การสร้างงานกราฟิก ทั้งภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหวไว้สำหรับการนำเสนอผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และโปรแกรมอะโดบีแฟลช (Adobe Flash) ยังมีฟังก์ชันช่วยอำนวยความสะดวก ในการสร้างผลงานหลากหลายรูปแบบ ตลอดจนชุดคำสั่งโปรแกรม Flash Action Script ที่เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน และยังสามารถในการบีบอัดไฟล์ให้มีขนาดเล็กลง มีผลทำให้แสดงผลได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ยังสามารถแปลงไฟล์ไปอยู่ในฟอร์แมตอื่นได้หลากหลาย เช่น

รูปแบบไฟล์และนามสกุลไฟล์ที่เกี่ยวข้อง

นามสกุลไฟล์	ความสามารถหรือลักษณะเฉพาะ
.swf	เป็นไฟล์ที่สมบูรณ์, ถูก compiled และ published แล้ว ไม่สามารถแก้ไขด้วย Adobe Flash อีกต่อไป
.fla	เป็นไฟล์ต้นฉบับของของโปรแกรม Flash สามารถใช้ Adobe Flash แก้ไขและ compiled ให้เป็น .swf ได้
.flv	เป็นไฟล์วิดีโอ Flash วึ่งสร้างขึ้นโดย Adobe Flash ซึ่ง Flash สามารถสร้างไฟล์ในรูปแบบนี้ได้
.avi	เป็นไฟล์วิดีโอ Flash วึ่งสร้างขึ้นโดย Adobe Flash ซึ่ง Flash สามารถสร้างไฟล์ในรูปแบบนี้ได้
.spa	เป็นไฟล์เอกสารของ FutureSplash
.xml	เป็นไฟล์ configuration ของ flash ซึ่งใช้เก็บข้อมูลที่ไม่ต้องการคอมไพล์ใหม่ เช่น link เป็นต้น

\*หมายเหตุ ไฟล์ .flv และ .avi เป็นไฟล์วิดีโอเหมือนกันแตกต่างกันตรงที่ไฟล์ .flv จะเป็นไฟล์ที่มีขนาดเล็กกว่าไฟล์วิดีโอปกตินิยม upload ให้ดูตามเว็บไซต์ต่าง ๆ

### 2.1.1 ขั้นตอนการเปิดโปรแกรม Adobe Flash CS3 Professional

การเข้าไปใช้งานโปรแกรม Adobe Flash CS3 Professional มีอยู่ด้วยกัน 2 วิธี คือ

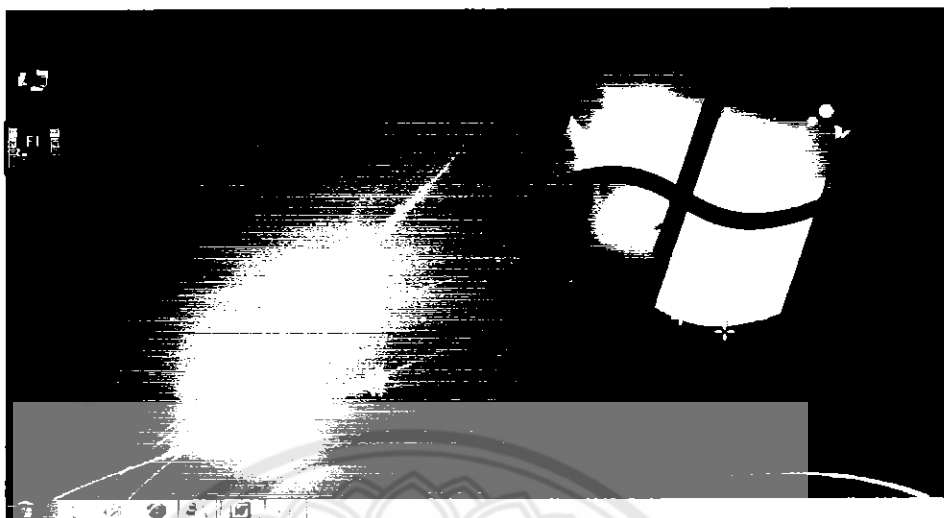
วิธีที่ 1 คลิกที่แถบเมนู *Start > Programs File > Adobe Flash CS3* ที่เมนูบนหน้าจอ

วินโดว์ ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แสดงการเข้าใช้งานโปรแกรม Adobe Flash CS3 วิธีที่ 1 (Start Menu)

วิธีที่ 2 เข้า โดยวิธีการดับเบิลคลิกที่ Short cut ของ Adobe Flash CS3 บนหน้าจอ Desktop  
 ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แสดงการเข้าใช้งานโปรแกรม Adobe Flash CS3 วิธีที่ 2 (Short Cut)

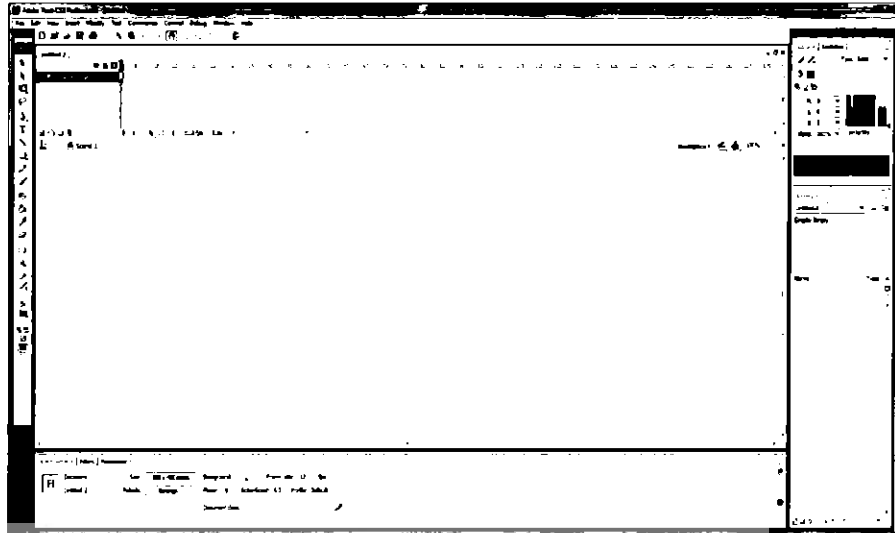
#### 2.1.2 ส่วนประกอบของโปรแกรม

จอภาพการทำงานของ Flash เมื่อเปิด โปรแกรมขึ้นมาหน้าจอของ Adobe Flash CS3 จะ  
 ปรากฏขึ้นมาดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แสดงหน้าต่างของโปรแกรม Adobe Flash CS3

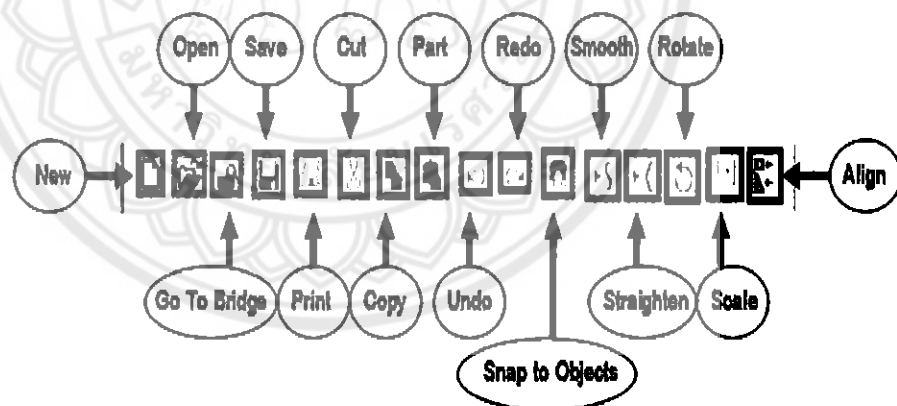
เมื่อคลิกเลือกการสร้างผลงานใหม่ของ Flash โดยคลิกที่คำสั่ง *File > New > Flash File* ก็  
 จะปรากฏส่วนประกอบจอภาพการทำงานดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แสดงหน้าต่างโปรแกรมที่พร้อมใช้งาน

#### 2.1.2.1 แถบเครื่องมือหลัก (Main Toolbar)

แถบเครื่องมือควบคุมการทำงานหลักของโปรแกรม เช่น การสร้างไฟล์ใหม่, การเปิดไฟล์, การคัดลอกข้อมูล เป็นต้น โดยสามารถควบคุมให้แสดง หรือไม่ต้องแสดง โดยคลิกเลือกคำสั่ง *Window, Toolbar, Main* ดังรูปที่ 2.5

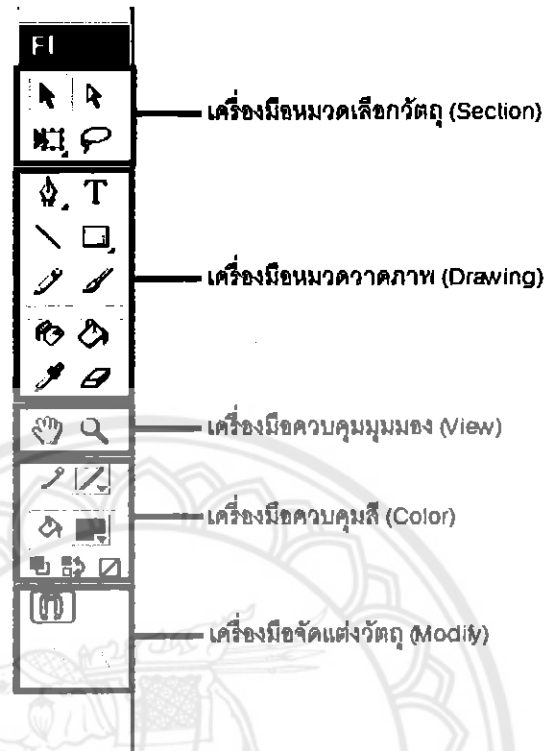


รูปที่ 2.5 แสดงแถบเครื่องมือหลัก (Main Toolbar)

#### 2.1.2.2 แถบเครื่องมือ (Toolbox)

กลุ่มเครื่องมือสร้างงานและจัดการวัตถุ ประกอบด้วยปุ่มเครื่องมือย่อยต่างๆ สามารถเปิด/ปิด ด้วยคำสั่ง *Window, Tools* โดยสามารถแบ่งเครื่องมือเป็นหมวดๆ ได้ 5 หมวด คือ เครื่องมือ

หมวดเลือกวัตถุ (Section) เครื่องมือหมวดวาดภาพ (Drawing) เครื่องมือควบคุมมุมมอง (View)  
เครื่องมือควบคุมสี (Color) และเครื่องมือจัดแต่งวัตถุ (Modify) ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 แสดงแถบเครื่องมือ (Toolbox)

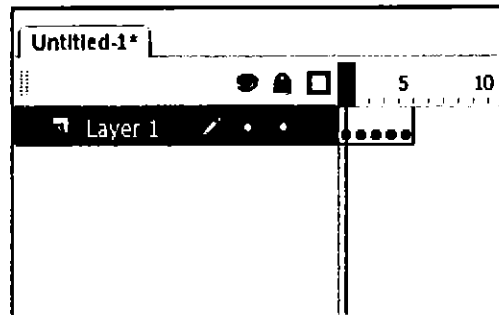
### 2.1.2.3 Timeline Frame และ Layer

- เส้นกำกับเวลา (Time line) เปรียบเสมือนเวลาที่ใช้ในการสร้างภาพเคลื่อนไหว หรือ Movie โปรแกรมจะแบ่งช่วงให้หน่วยละ 5 ช่วงเวลา ดังรูปที่ 2.7



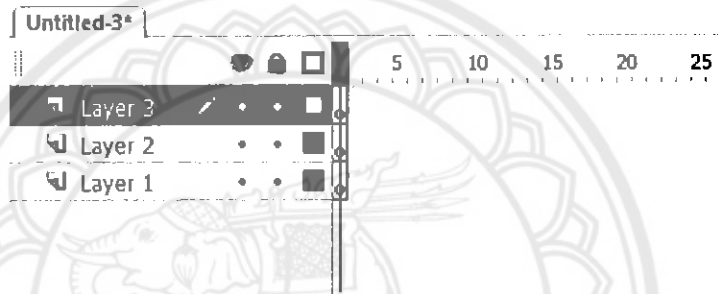
รูปที่ 2.7 แสดง Time line

- เฟรม (Frame) คือ ช่องเล็กๆ ที่เรียงต่อกันตามช่วงเวลา แต่ละช่องเปรียบเสมือนกระดาษ 1 แผ่น ที่วาดภาพ 1 อริยาบถ และเปลี่ยนไปทุกๆ เฟรม เพื่อให้เกิดภาพเคลื่อนไหวของวัตถุ เปรียบเสมือนการวาดการ์ตูนในอคิดดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 แสดงเฟรม (Frame)

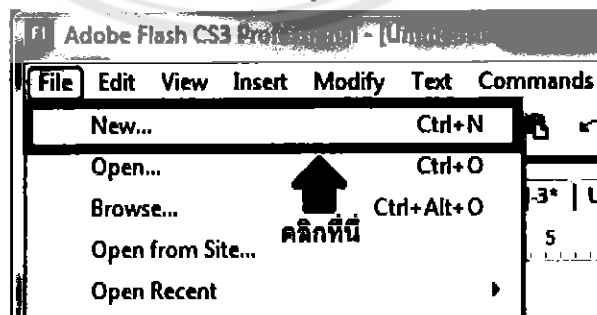
- เลเยอร์ (Layer) เป็นส่วนที่เก็บข้อมูลแยกออกจากกันเป็นชั้นๆ เพื่อที่จะง่ายต่อการจัดเรียงแก้ไข ลบหรือแทรกข้อมูลต่างๆ ให้ง่ายขึ้น ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 แสดงเลเยอร์ (Layer)

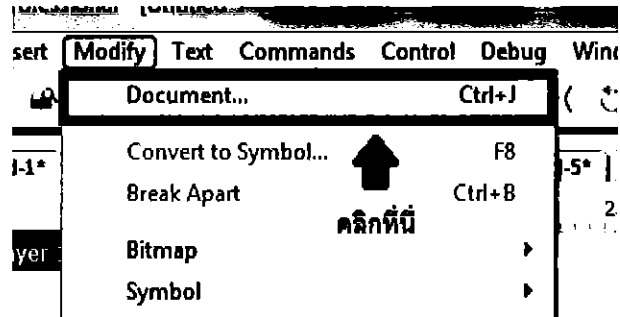
### 2.1.3 Stage

Stage คือพื้นที่การแสดงผลของ Flash ขนาดของ Stage นั้นจะสามารถกำหนดได้เพื่อที่จะได้ขนาดที่เหมาะสมและตรงกับการใช้งานจริง การกำหนดขนาดทำได้ดังต่อไปนี้  
ขั้นตอนที่ 1 เลือกคำสั่ง File > New... ดังรูปที่ 2.10



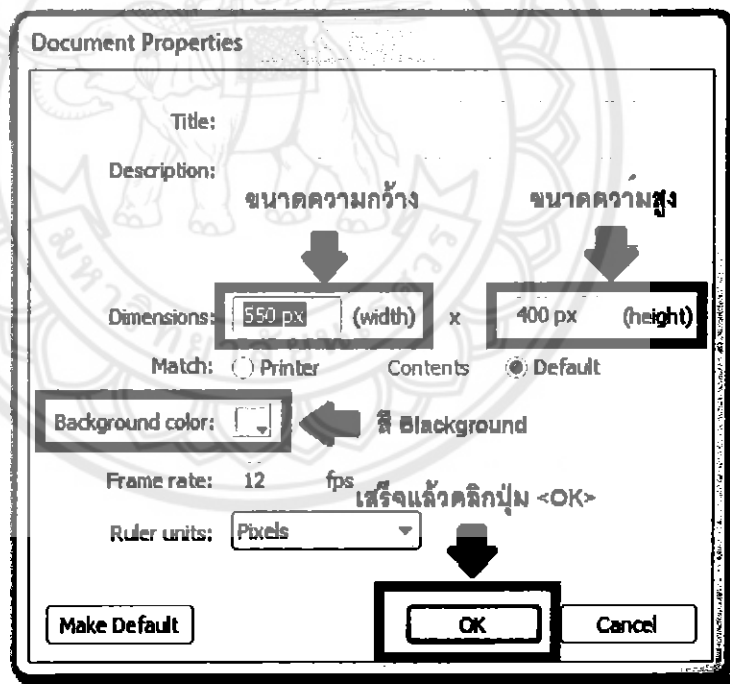
รูปที่ 2.10 แสดงการสร้าง New File

ขั้นตอนที่ 2 เลือกคำสั่ง Modify > Document... ดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 แสดงขั้นตอนเริ่มต้นการกำหนดขนาด Stage

ขั้นตอนที่ 3 หลังจากคลิกที่ Document แล้วจะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 2.12 กำหนดค่า ความสูง ความกว้าง และเลือกสีพื้นของ Stage (กรณีที่มีข้อมูลบน Stage สามารถคลิกปุ่ม Printer หรือ Contents โปรแกรมจะปรับขนาดให้เหมาะสมกับข้อมูลโดยอัตโนมัติ)



รูปที่ 2.12 แสดงการกำหนดขนาด และ Background ของ Stage

### 2.1.4 ซิมโบล (Symbol)

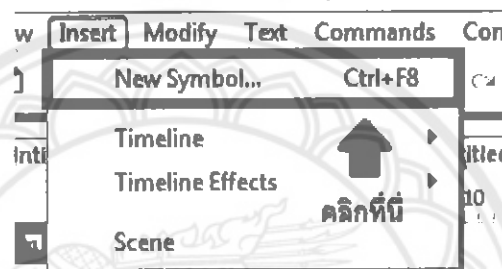
การสร้าง Movie ด้วย Flash จำเป็นต้องเกี่ยวข้องกับคั้งนั้นการศึกษาว่า Symbol คือ การสร้างกราฟฟิก ปุ่ม หรือภาพเคลื่อนไหว เพื่อสร้างขึ้นมาเป็นต้นแบบ ในครั้ง แรก จากนั้นก็สามารถนำไปใช้ได้อย่างไม่จำกัด

ซิมโบล (Symbol) จะแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

- Graphic เป็น Symbol ภาพนิ่ง
- Button เป็น Symbol ปุ่มกดที่สามารถคลิกได้
- Movie Clip เป็น Symbol ภาพเคลื่อนไหว

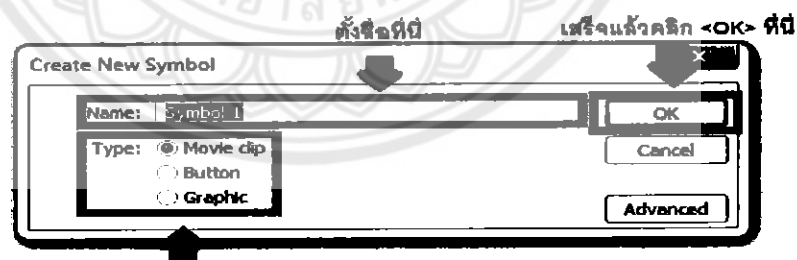
#### 2.1.4.1 การสร้างซิมโบล (Symbol)

ขั้นตอนที่ 1 เลือกคำสั่ง *Insert > New Symbol...* หรือ กด *Ctrl+F8* ดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 แสดงปุ่ม New Symbol

ขั้นตอนที่ 2 ตั้งชื่อซิมโบล และเลือกชนิดซิมโบลตามต้องการ แล้วคลิก OK ดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 แสดงรายละเอียดในการ Create New Symbol

ขั้นตอนที่ 3 เขียนภาพวัตถุตามต้องการ



### 2.1.4.2 การแปลงวัตถุเป็น Symbol

ขั้นตอนที่ 1 วาด, สร้าง หรือนำเข้าวัตถุที่จะนำมาเปลี่ยนเป็น Symbol

ขั้นตอนที่ 2 เลือกวัตถุ

ขั้นตอนที่ 3 เลือกคำสั่ง *Insert > Convert to Symbol..* หรือคีย์ลัด <F8> จะขึ้น

หน้าต่างมาดังรูปที่ 2.15



เลือกชนิดซิมโบลที่ต้องการจะแปลง

รูปที่ 2.15 แสดงการเปลี่ยนวัตถุเป็น Symbol

ขั้นตอนที่ 4 ตั้งชื่อ Symbol และเลือกชนิด Symbol ตามที่ต้องการ

### 2.1.4.3 การเรียกใช้ Symbol

การนำ Symbol จาก Library มาใช้งาน กระทำได้โดยการเปิด Library Panel แล้วคลิกเลือก Symbol ขึ้นที่ต้องการ ลากมาวางบน Stage และ Symbol จะเปลี่ยนสถานะเป็น Instance ทันที

### 2.1.4.4 เรียกใช้ Symbol สำเร็จรูปของ โปรแกรม

โปรแกรมได้เตรียม Symbol สำเร็จรูปเพื่อสะดวกต่อการสร้างงาน โดยเรียกใช้ได้จากเมนูคำสั่ง *Window > Other Panels > Common Libraries...* ซึ่งมี Library สำเร็จรูปให้เลือกใช้ได้ 3 กลุ่ม เมื่อเลือก Symbol ที่ต้องการ ได้แล้ว ก็สามารถนำมาวางบน Stage โดยการนำเมาส์ชี้ที่ Symbol นั้นแล้วลากออกจาก Library มาวางบน Stage ได้เลย และ Symbol จะเปลี่ยนสถานะเป็น Instance ทันที

### 2.1.4.5 การเรียกใช้ Symbol จาก ไฟล์อื่น

จุดเด่นของ Symbol คือ สามารถโอนใช้งานได้กับไฟล์อื่น หรือเรียกใช้ Symbol จากไฟล์อื่น โดยมีหลักการดังนี้

- เปิดไฟล์เอกสารที่ต้องการสร้างงาน
- เรียกใช้คำสั่ง *File > Import > Open External Library...*

- เลือกไฟล์ที่ต้องการนำ Library มาใช้งาน
- โปรแกรมจะเปิด Library มาให้เลือกทำงาน เมื่อเลือกใช้ Symbol นั้นๆ จะถูกโอนไปยังไฟล์เอกสารปัจจุบันโดยอัตโนมัติ

### 2.1.5 การสร้างภาพเคลื่อนไหวด้วย Timeline effect

โปรแกรม Flash มีวิธีการสร้างภาพเคลื่อนไหว 2 วิธี คือ

#### 2.1.5.1 การสร้างภาพเคลื่อนไหวด้วยคำสั่ง Timeline effect

การสร้างภาพเคลื่อนไหวแบบ Timeline effect เป็นการสร้างภาพเคลื่อนไหวแบบง่ายๆ โดยโปรแกรมจะสร้างเฟรม สร้างซิมโบล และอื่นๆ แบบอัตโนมัติ ซึ่งมีข้อจำกัดคือรูปแบบการเคลื่อนไหวมีจำกัดไม่หลากหลาย

#### 2.1.5.2 การสร้างภาพเคลื่อนไหวด้วยตนเอง โดยแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

- แบบเฟรมต่อเฟรม (Frame-byFrame animation)

การสร้างภาพเคลื่อนไหวแบบนี้ เป็นการสร้างคีย์เฟรม หลายๆคีย์เฟรมต่อเรียงกัน แต่ละเฟรมจะเป็นอิสระต่อกัน การแก้ไขเฟรมใดเฟรมหนึ่งไม่ส่งผลกระทบต่อเฟรมอื่นๆ

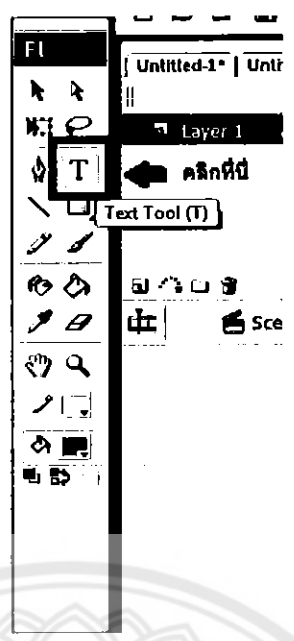
- แบบทวิน (Tween animation)

การสร้างภาพเคลื่อนไหวแบบนี้ เป็นการเคลื่อนที่ของเนื้อหาจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งหรือเปลี่ยนคุณสมบัติจากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง เหมาะสำหรับการทำภาพเคลื่อนไหวแบบต่อเนื่องสม่ำเสมอ เช่น การเคลื่อนที่ของลูกบอล เครื่องบิน เป็นต้น

### 2.1.6 การสร้างตัวอักษร/ข้อความ

เมื่อทราบถึงการสร้างกราฟิก และการจัดการกราฟิกที่ใช้ใน Flash แล้ว ส่วนประกอบอีกส่วนหนึ่ง ซึ่งจะขาดไม่ได้ ก็คือ ตัวอักษร หรือข้อความ โดยมีคำสั่งที่เกี่ยวข้องดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 คลิกเลือกเครื่องมือ Text Tool ดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 แสดงตำแหน่งของ Text Tool

ขั้นตอนที่ 2 นำเมาส์ไปคลิก ณ ตำแหน่งที่ต้องการพิมพ์งาน จะปรากฏกรอบพิมพ์งาน ดังรูปที่ 2.17

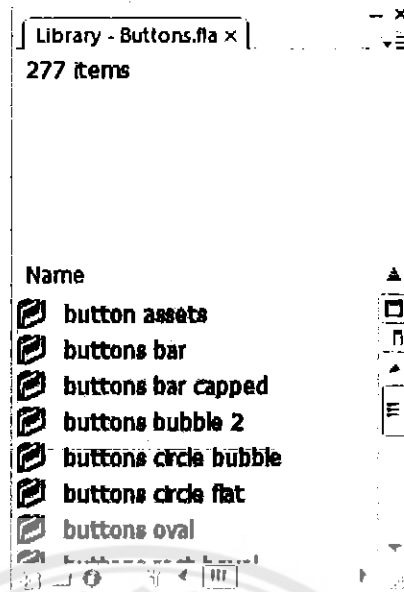


รูปที่ 2.17 แสดงกรอบพิมพ์ตัวอักษร

### 2.1.7 การสร้างปุ่มรูปแบบต่างๆ

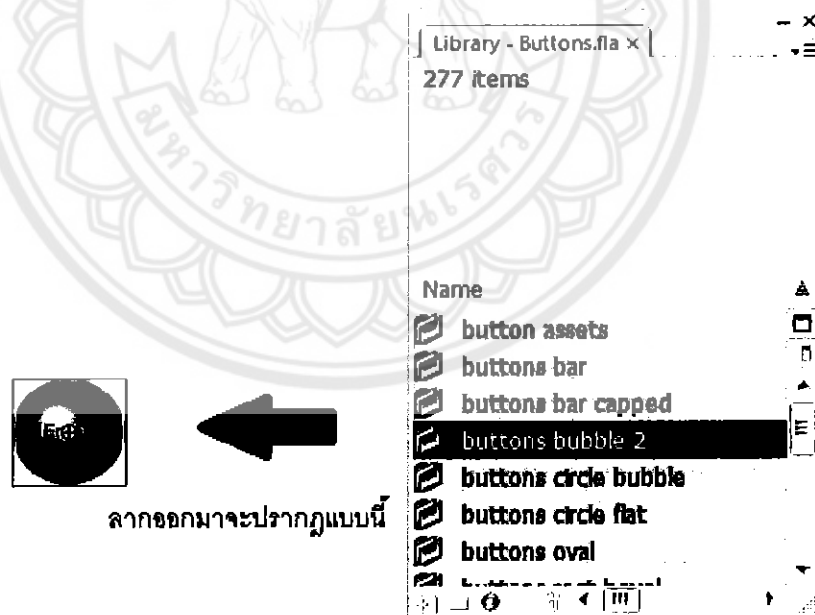
ปุ่มมีความสำคัญในการสร้าง E-Learning เช่น การลิงค์หน้าต่อไป การลิงค์ไปยังรูปภาพเคลื่อนไหวหรือรูปภาพกราฟิกต่างๆ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 คลิกคำสั่งที่เมนู *Window > Common Libraries > Buttons* จะปรากฏหน้าต่าง ดังรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 แสดงหน้าต่างการสร้างปุ่มสำเร็จรูปแบบต่างๆ

ขั้นตอนที่ 2 เลือกรูปแบบปุ่มที่ต้องการนำมาใช้ โดยคลิกที่ List รายชื่อปุ่มต่างๆ แล้วลากเข้ามาไว้บน Stage ดังรูปที่ 2.19



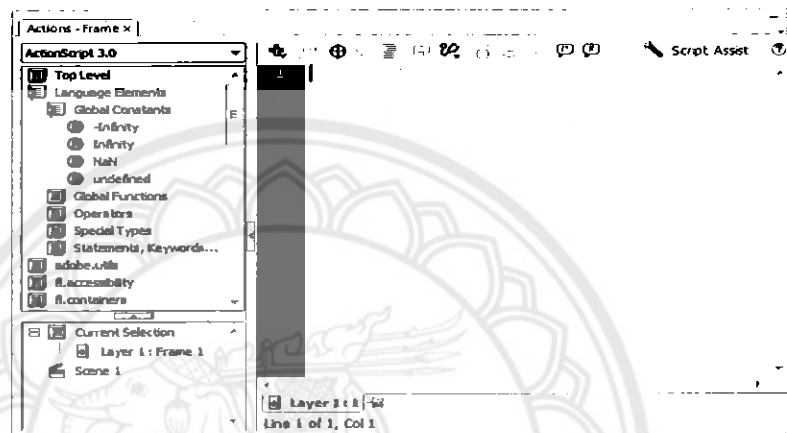
รูปที่ 2.19 แสดงการสร้างปุ่ม

### 2.1.8 วิธีการใช้ Action Script

Action Script คือการเขียน Script เพื่อแสดงผลบนโปรแกรม Flash ให้กลายเป็นภาพเคลื่อนไหวหรือ Movie แล้วจะแสดงผลการทำงานตามที่เราได้เขียนหรือออกแบบเอาไว้ การเขียน Action Script นั้นจะทำการเขียนที่หน้าต่าง Panel ซึ่งจะมียู่ด้วยกัน 2 โหมด คือ

#### 2.1.8.1 Normal Mode

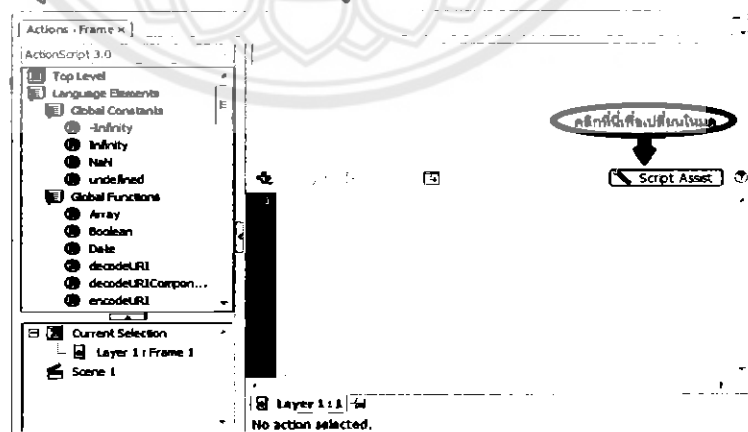
เป็นโหมดปกติ จะมีตัวเลือก Action ให้เลือก โหมดนี้เหมาะสำหรับมือใหม่ดังรูปที่ 2.20



รูปที่ 2.20 แสดง Action Script Normal Mode

#### 2.1.8.2 Expert Mode

เป็นโหมดสำหรับผู้ที่เชี่ยวชาญและจํารูปแบบคำสั่งของโปรแกรมได้ โหมดนี้จะไม่มีเมนูนำทางเหมือนโหมดแรก ดังรูปที่ 2.21

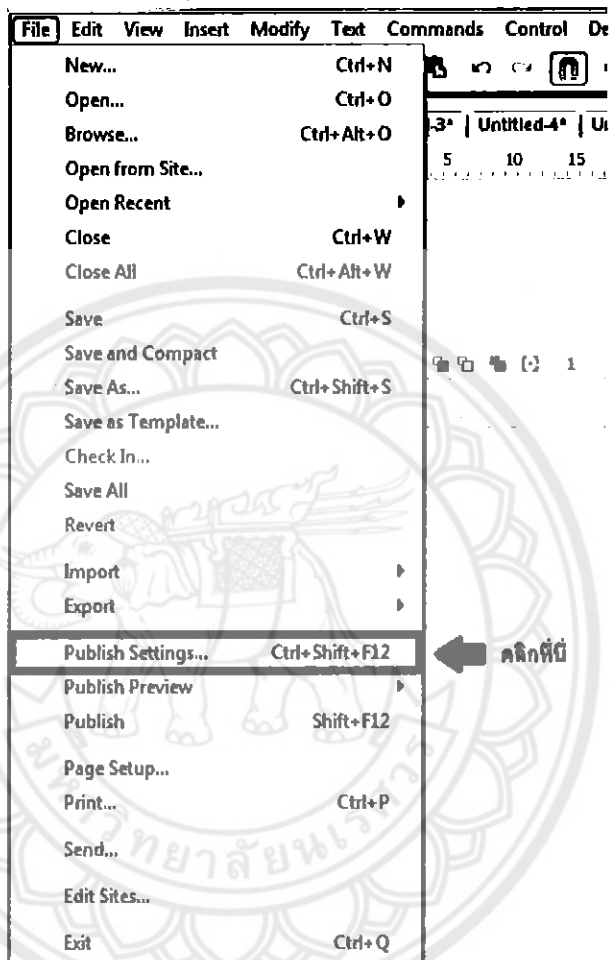


รูปที่ 2.21 แสดง Action Script Expert Mode

### 2.1.9 การ Publish

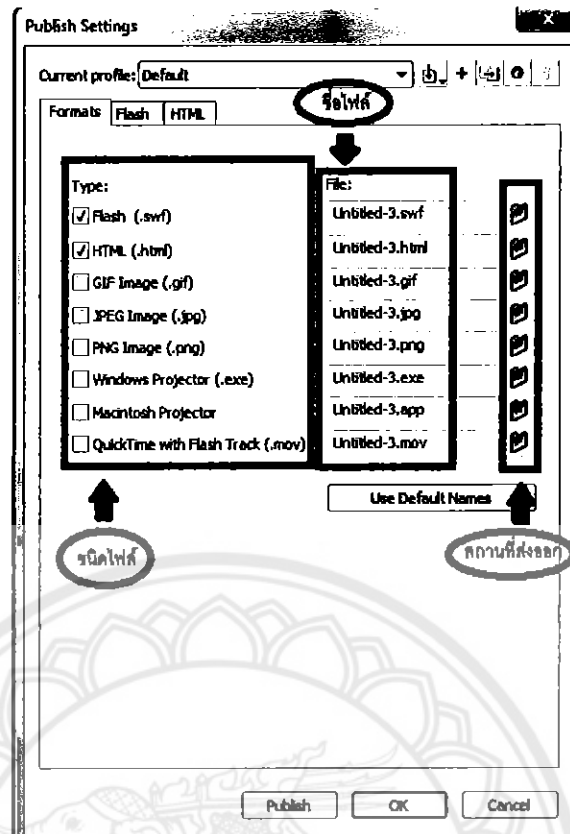
หลังจากที่สร้างผลงานจนเสร็จสมบูรณ์แล้วขั้นตอนนี้คือการนำไปใช้งาน โดยที่สามารถ Save เป็นไฟล์ได้หลายรูปแบบ ตามความต้องการหรือวัตถุประสงค์ที่จะนำไปใช้ ซึ่งขั้นตอนการปฏิบัติมีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1. คลิกเมนู *File > Publish Setting...* ดังรูปที่ 2.22



รูปที่ 2.22 แสดงการเลือกหัวข้อ Publish Setting...

ขั้นตอนที่ 2. หลังจาก que เลือกหัวข้อ Publish Setting... ก็จะแสดงหน้าต่างขึ้นมา สามารถกำหนดรูปแบบไฟล์ ชื่อไฟล์ และสถานที่ ที่ต้องการจะส่งออก ดังรูปที่ 2.23



รูปที่ 2.23 แสดงรายละเอียดของการกำหนดรูปแบบไฟล์ คั้งชื่อไฟล์ และสถานที่ส่งออก

## 2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรม Adobe Photoshop CS3

อะโดบี โฟโต้ช้อป (Adobe Photoshop) เป็นโปรแกรมที่รวบรวมเครื่องมือสำหรับตกแต่งภาพประสิทธิภาพสูง นิยมใช้ในการสร้างภาพ และการตกแต่งภาพ ใช้สร้างสรรคงานกราฟิกที่โดดเด่นทั้งงานที่ใช้บนเว็บไซต์ และงานสิ่งพิมพ์ สำหรับโปรแกรมอะโดบี โฟโต้ช้อป (Adobe Photoshop) ถึงจะเป็นโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพสูง แต่ในด้านการใช้งานสามารถเรียนรู้การใช้งานได้อย่างรวดเร็ว เพราะเป็นโปรแกรมที่ง่ายต่อศึกษา สามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง และโปรแกรมนี้ยังเป็นโปรแกรมที่มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายอีกด้วย

ซึ่งชื่อของโปรแกรมได้มีการสื่อความหมายอย่างชัดเจน โดยคำว่า Photo แปลว่า “ภาพ” ส่วนคำว่า Shop แปลว่า “ร้านหรือแหล่งรวมของภาพหลายชนิด” ซึ่งภาพต่างๆ มีทั้งภาพที่เกิดจากการสร้างขึ้นเอง และภาพที่เกิดจากการที่นำภาพที่มีอยู่เดิมมาตกแต่ง โดยคำสั่งต่างๆ ที่ใช้กับโปรแกรม Adobe Photoshop มีดังต่อไปนี้

### 2.2.1 ขั้นตอนการเปิดโปรแกรม Adobe Photoshop CS3

การเปิดใช้งานโปรแกรม Adobe Photoshop CS3 มีอยู่ด้วยกัน 2 วิธีหลักๆ ซึ่งมีวิธีที่ 1 คลิกที่แถบเมนู *Start > Programs File > Adobe Flash CS3* ที่หน้าจอ

วินโดว ดังรูปที่ 2.24



รูปที่ 2.24 แสดงการเข้าใช้งานโปรแกรม Adobe Photoshop CS3 วิธีที่ 1 (Start Menu)

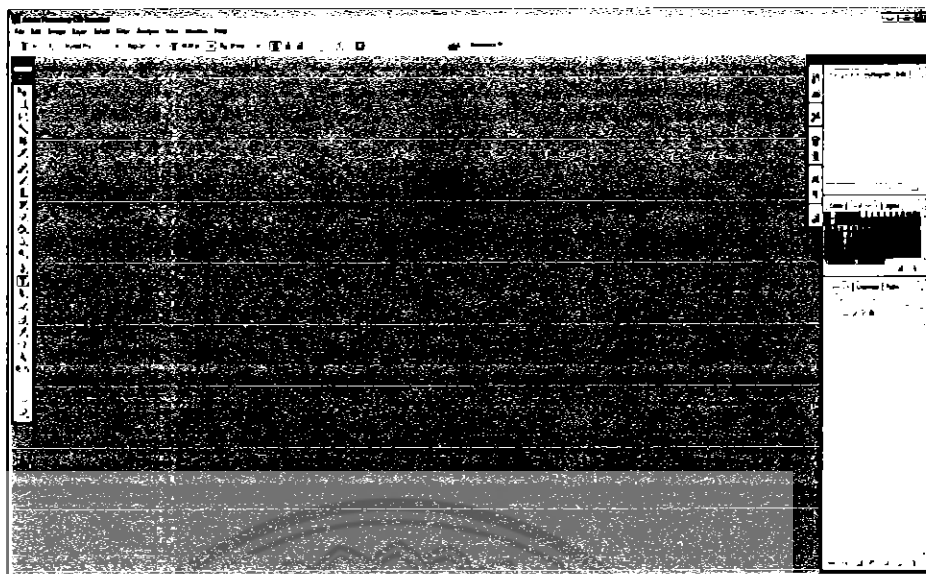
วิธีที่ 2 เข้าโดยวิธีการดับเบิลคลิกที่ Short cut ของ Adobe Photoshop CS3 บนหน้าจอ Desktop ดังรูปที่ 2.25



รูปที่ 2.25 แสดงการเข้าใช้งานโปรแกรม Adobe Photoshop CS3 วิธีที่ 2 (Short Cut)



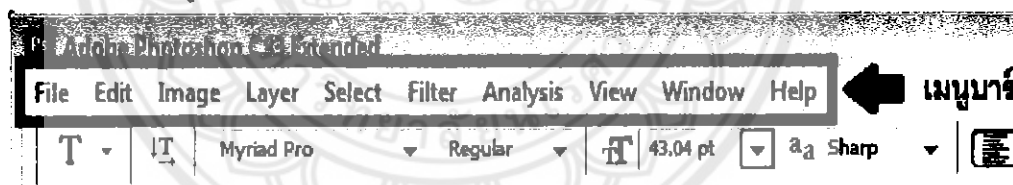
## 2.2.2 ภาพการทำงานของ Photoshop



รูปที่ 2.26 แสดงหน้าต่างพร้อมใช้งานของโปรแกรม Adobe Photoshop

### 2.2.3 Menu Bar (เมนูบาร์)

เมนูบาร์เป็นแถบคำสั่งต่างๆของโปรแกรมซึ่งจะคล้ายๆกับแถบคำสั่งธรรมดาของโปรแกรมทั่วไป ในส่วนเมนูบาร์ของโปรแกรม Adobe Photoshop cs3 จะมีทั้งหมด 10 คำสั่ง ดังรูปที่ 2.27



รูปที่ 2.27 แสดงเมนูบาร์

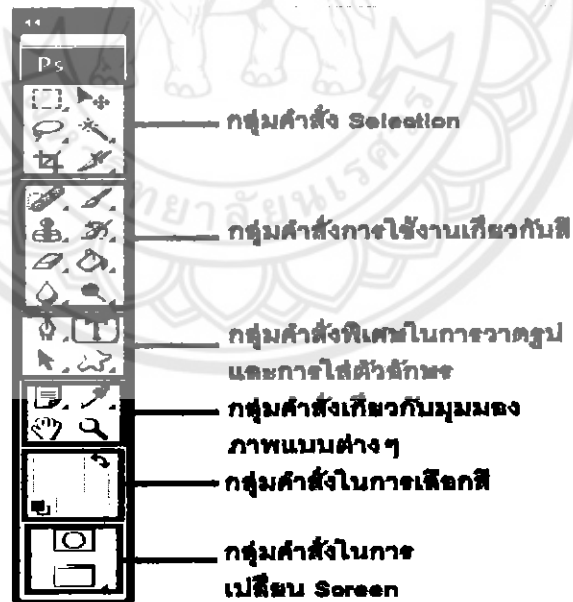
#### ส่วนประกอบของเมนูบาร์

1. File เป็นแถบคำสั่งที่เกี่ยวกับไฟล์ เช่น การเปิด/ปิดไฟล์ การบันทึก การนำเข้า และการออกจากโปรแกรม
2. Edit เป็นแถบคำสั่งเกี่ยวกับการปรับแต่งต่างๆ เช่น การตัด การคัดลอก การปะ การเติมสี การเปลี่ยนขนาด เป็นต้น
3. Image เป็นแถบคำสั่งที่เกี่ยวกับการปรับภาพโดยรวมทั้งภาพ
4. Layer เป็นแถบคำสั่งที่เกี่ยวกับเลเยอร์โดยเฉพาะไม่ว่าจะเป็นการปรับแต่งภาพในแต่ละ เลเยอร์ , การเรียงลำดับของเลเยอร์ , หรือความสัมพันธ์กันระหว่างเลเยอร์

5. Analysis เป็นแถบคำสั่งที่เกี่ยวข้องกับการมาร์คจุด, กำหนด Scale, เลือกข้อมูล  
นะตำแหน่ง
6. Select เป็นแถบคำสั่งที่เกี่ยวข้องกับการจัดการกับพื้นที่ที่เลือก มักใช้ร่วมกับ  
Toolbar
7. Filter เป็นแถบคำสั่งที่ใช้ในการปรับภาพอัตโนมัติ หรือการใส่ Effect ให้แก่  
ภาพนั่นเอง
8. View เป็นแถบคำสั่งที่รวบรวมคำสั่งในการกำหนดมุมมองภาพในรูปแบบต่างๆ  
การย่อการขยาย การดูมุมมองการปริ้น มุมมองในการทำงาน เป็นต้น
9. Window รวบรวมคำสั่งที่เกี่ยวข้องกับการจัดการหน้าต่างที่ปรากฏบนหน้าจอ  
รวมถึงหน้าต่าง palette toolbox ด้วย และยังมีคำสั่งแสดงหรือซ่อนเมนูบางเมนูด้วย
10. Help เป็นเมนูที่จะคอยช่วยเหลือในปัญหาต่างๆ ได้บางอย่าง

#### 2.2.4 Toolbox (กล่องเครื่องมือ)

Toolbox เป็นกล่องหรือพื้นที่ที่มีไว้จัดเก็บเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆของโปรแกรมที่  
มักจะใช้บ่อยๆ จะปรากฏขึ้นมาทุกครั้งที่เปิดโปรแกรม การใช้งาน Toolbox เพียงแค่คลิก  
ตรงเครื่องมือที่เราต้องการใช้งานก็สามารถใช้ได้ทันที Toolbox ประกอบด้วยเครื่องมือ  
ต่างๆ ดังรูปที่ 2.28



รูปที่ 2.28 แสดงกลุ่มคำสั่งต่างๆ บน Toolbox

### 2.2.5 การสร้างไฟล์ใหม่ และการกำหนดขนาดของรูปภาพ

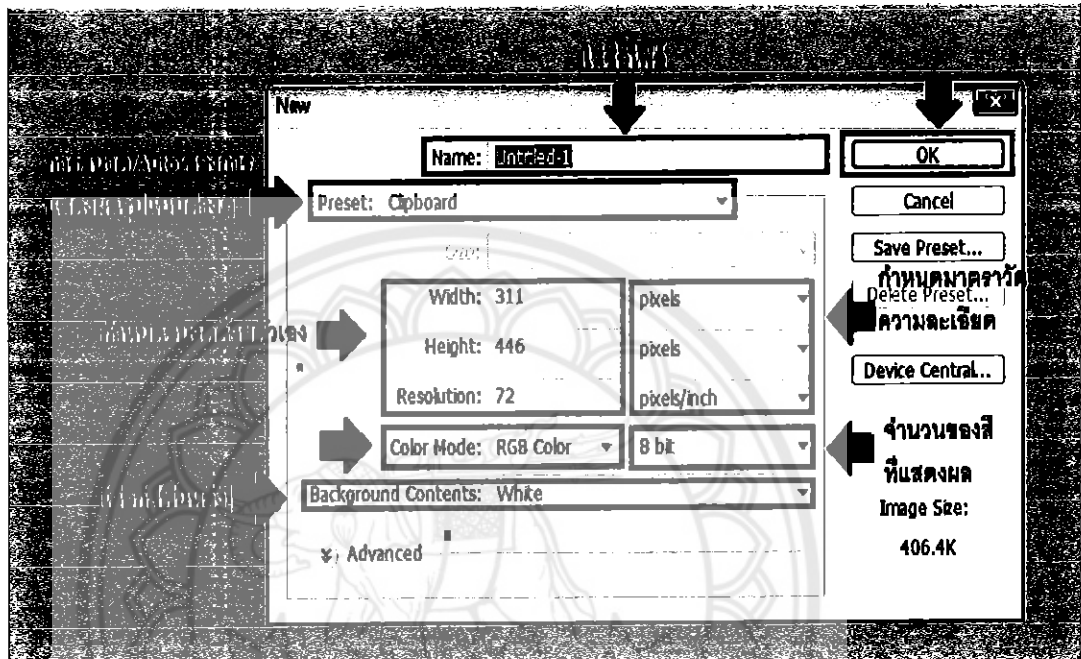
ขั้นตอนที่ 1 เลือกแถบคำสั่ง File > New จะปรากฏหน้าต่างขึ้นมา ดังรูปที่ 2.29

ขั้นตอนที่ 2 ตั้งชื่อไฟล์, กำหนดขนาด, เลือกสีพื้นหลัง และตั้งค่ารายละเอียดต่างๆ

ให้เรียบร้อย

ขั้นตอนที่ 3 หลังจากทำขั้นตอนที่ 2 เสร็จคลิกปุ่ม <OK> ก็จะได้หน้าต่างกระดาษ

เปล่าๆ ขึ้นมา

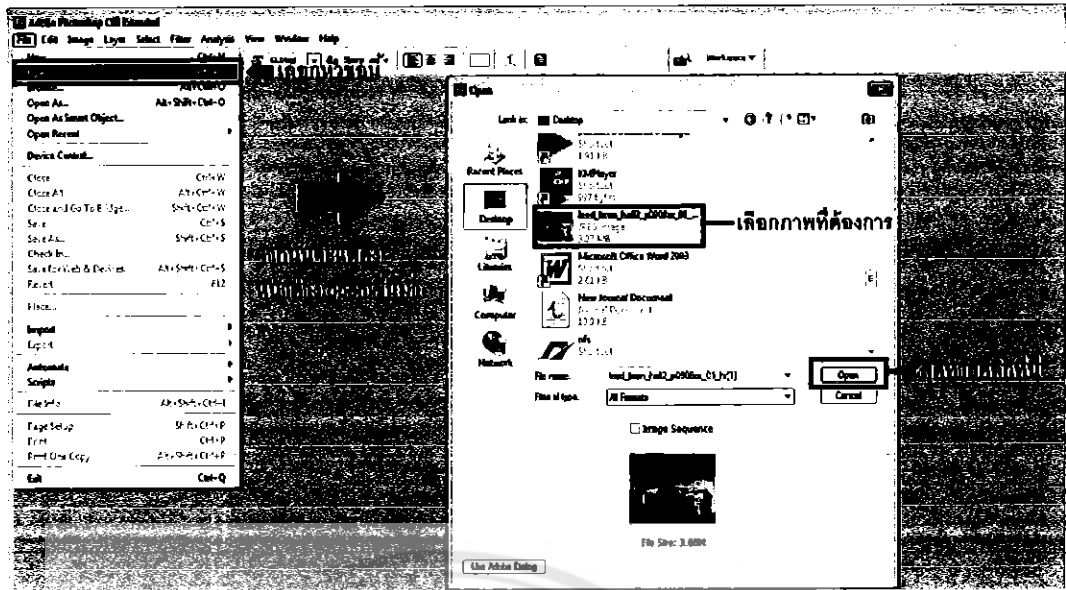


รูปที่ 2.29 แสดงหน้าต่างคำสั่งการสร้างไฟล์ใหม่

### 2.2.6 การลดขนาดของรูปภาพหรือภาพถ่าย

โปรแกรม Photoshop มีความสามารถในการลดขนาดรูปภาพได้ ซึ่งในการลดขนาดรูปภาพนั้นความละเอียดของภาพก็จะลดลงรวมถึงขนาดของไฟล์ภาพด้วยจึงมีประโยชน์ต่อการทำสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์เพราะการจัดทำใช้ความละเอียดของภาพเพียง 800 x 600 เท่านั้นขั้นตอนการทำมีดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทำการเปิดภาพที่จะทำการลดขนาดโดยใช้คำสั่ง File > Open แล้วเลือกรูปภาพตามต้องการดังรูปที่ 2.30

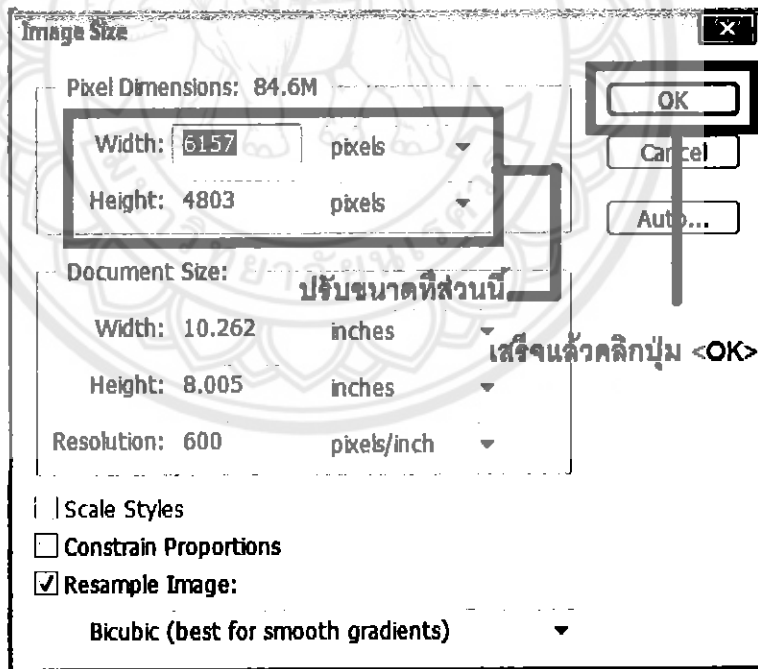


รูปที่ 2.30 แสดงการ open รูปภาพจากไฟล์อื่น ๆ

ร.ร.  
๑1๖๖๐  
๒๖๖๒

ขั้นตอนที่ 2 หลังจากที่ open รูปหรือภาพถ่ายขึ้นมาแล้วจากนั้นให้เลือกคำสั่ง *Image >*

*Image Size* จะขึ้นหน้าต่างให้ปรับขนาดต่างๆ ดังรูปที่ 2.31



รูปที่ 2.31 แสดงหน้าต่างเมนูการปรับขนาดภาพ

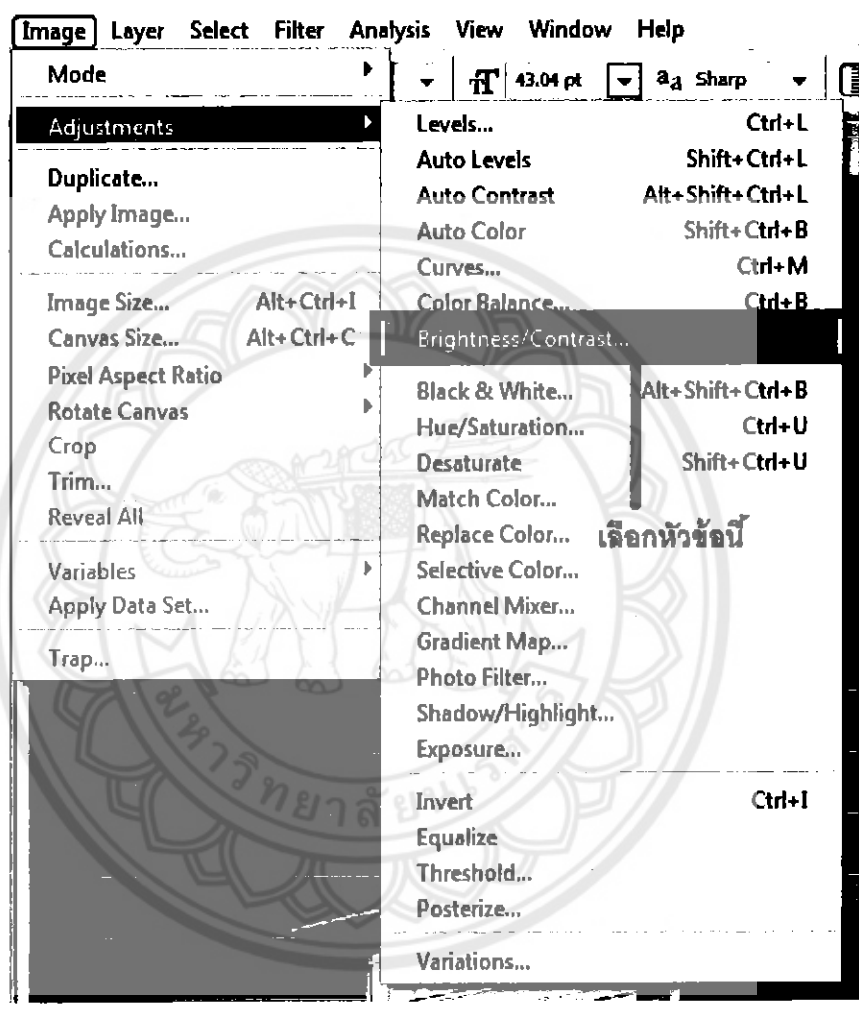
หลังจากที่คลิกปุ่ม <OK> ภาพก็จะได้ขนาดตามที่เราคือต้องการ

2.2.6 การปรับค่าความสว่างและค่า Contrast ของภาพโดยใช้คำสั่ง Brightness / Contrast

การใช้คำสั่ง Brightness / Contrast เป็นการปรับค่าแบบง่าย ๆ ที่ไม่ค่อยละเอียดเท่าไร เหมาะสำหรับผู้ที่เพิ่งเริ่มต้นใช้โปรแกรม คุณภาพงานที่ออกมาจึงไม่สูงมากนัก ขั้นตอนการทำมีดังนี้

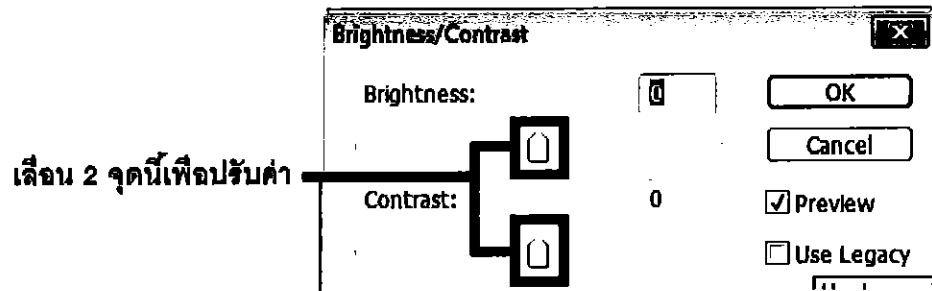
ขั้นตอนที่ 1 เลือกคำสั่ง Image > Adjustment > Brightness / Contrast ดังรูปที่

2.32



รูปที่ 2.32 แสดงการเลือกคำสั่ง Brightness / Contrast

ขั้นตอนที่ 2 หลังจากเลือกคำสั่ง Brightness / Contrast แล้วจะแสดงหน้าต่างดังรูปที่ 2.33 ให้ทำการปรับค่าตามต้องการ โดยการใช้เมาส์คลิกเลื่อน ซ้าย-ขวา



รูปที่ 2.33 แสดงการปรับค่า Brightness / Contrast

### 2.2.7 การบันทึกไฟล์ (Save)

มีขั้นตอนการดังนี้

ขั้นตอนที่ 1

- เลือกคำสั่ง File > Save เป็นการบันทึกไฟล์ที่เคยถูกบันทึกมาแล้วหรือนำไฟล์เก่ามาแก้ไข

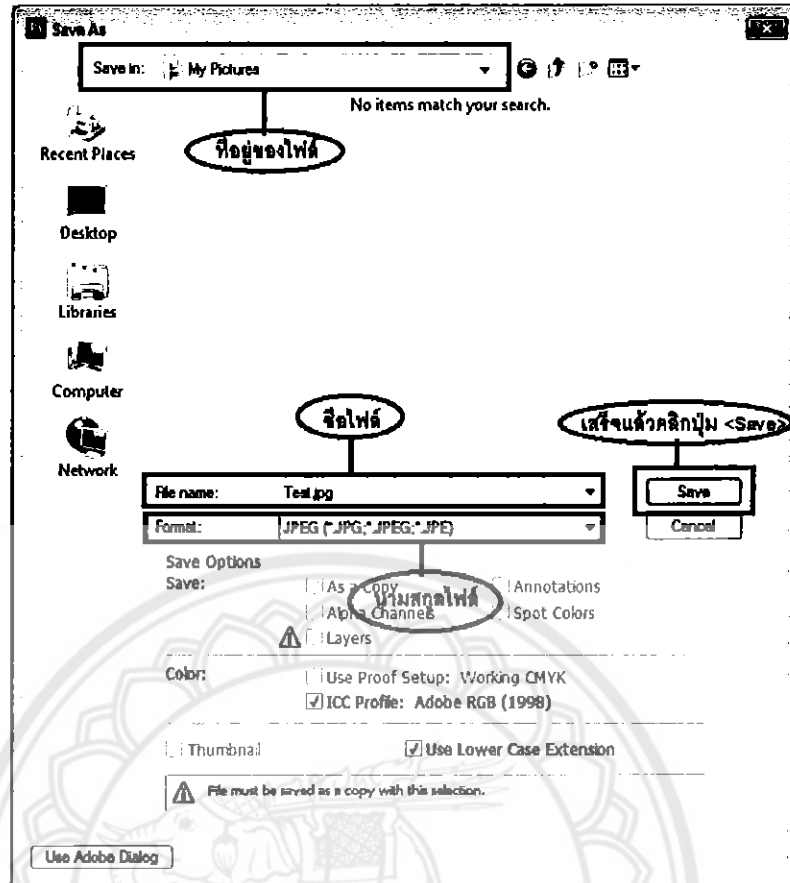
- เลือกคำสั่ง File > Save As จะเป็นการบันทึกไฟล์เดิมที่ตำแหน่งใหม่ชื่อใหม่หรือไฟล์ที่สร้างใหม่

- เลือกคำสั่ง File > Save for Web เป็นการบันทึกไฟล์เพื่อให้ได้ภาพที่เหมาะสมที่สุดในการใช้งานบนเว็บ

ขั้นตอนที่ 2 คลิกเมาส์เพื่อกำหนดตำแหน่งของไฟล์ที่ต้องการจัดเก็บ

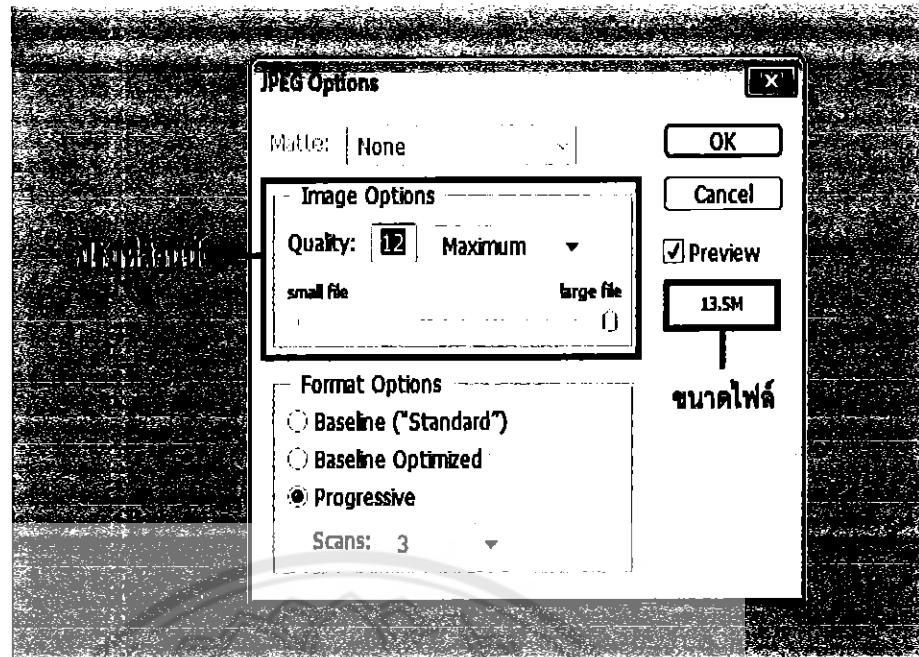
ขั้นตอนที่ 3 คลิกเมาส์เลือกนามสกุลของไฟล์

ขั้นตอนที่ 4 ตั้งชื่อไฟล์ เสร็จแล้วคลิกปุ่ม Save

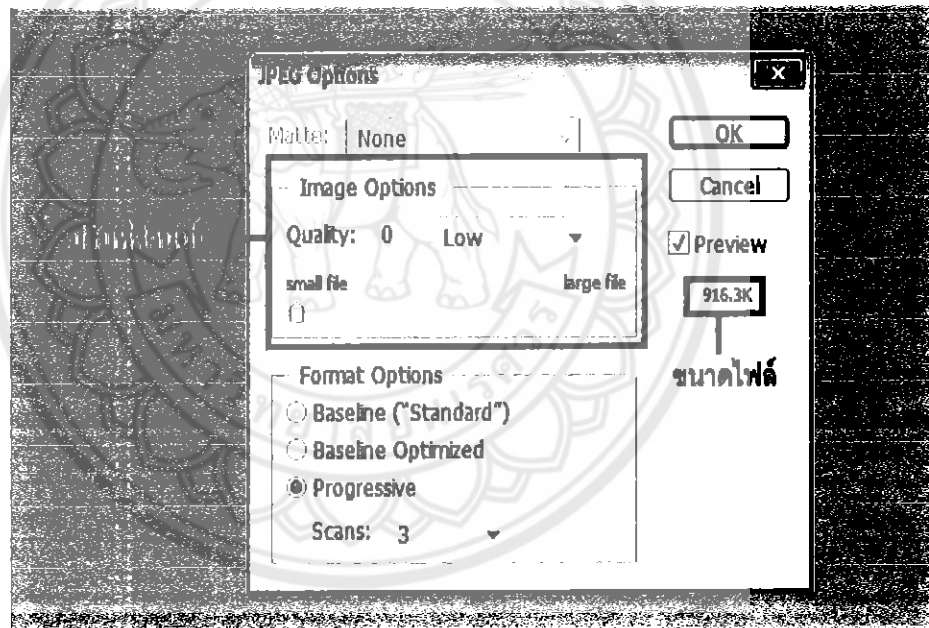


รูปที่ 2.34 แสดงหน้าต่างการบันทึกไฟล์

\* หมายเหตุ สำหรับการ Save ไฟล์เป็นนามสกุล JPEG หลังจากคลิกปุ่ม <Save> แล้ว สามารถปรับคุณภาพของภาพได้อีกด้วย ดังรูปที่ 2.35



เปรียบเทียบคุณภาพภาพและขนาดของไฟล์



รูปที่ 2.35 แสดงการปรับคุณภาพของภาพที่ทำการ Save



## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินงาน

#### 3.1 การศึกษาวิธีใช้โปรแกรม

จะใช้โปรแกรม Adobe Flash CS3 ในการออกแบบภาพเคลื่อนไหว, กราฟและตารางเพื่อประกอบคำบรรยายในแต่ละหัวข้อ รวมถึงใช้ทำปุ่มลิงค์ต่าง ๆ และจะใช้โปรแกรม Adobe Photoshop CS3 ในการตกแต่งรูปภาพ รวมถึงใช้แปลงไฟล์จากไฟล์ ai. เป็นไฟล์ .jpeg

#### 3.2 เนื้อหาที่นำมาเขียนสื่อการเรียนการสอน ประกอบไปด้วยบทเรียนทั้ง 13 บท ดังนี้

- บทที่ 1 ก้าวแรกสู่การเป็นวิศวกรการทำความเย็น (First Step to Refrigeration Engineering)
  - บทที่ 2 หลักการพื้นฐานทางกายภาพของวิชา การทำความเย็น (Physical Principle in Refrigeration)
  - บทที่ 3 การวิเคราะห์แผนภูมิไซโครเมตริก (Psychrometrics Chart Analysis)
  - บทที่ 4 วงจรการทำความเย็นแบบอัดไอ (The Vapor-Compression Cycle)
  - บทที่ 5 ระบบหลายความดันหรือความดันผสม (Multipressure Systems)
  - บทที่ 6 การคำนวณภาระทางความร้อน (Heating Load Calculation)
  - บทที่ 7 การวิเคราะห์และออกแบบเครื่องอัดสารทำความเย็น (Compressor Analysis and Design)
  - บทที่ 8 การวิเคราะห์และออกแบบคอยล์เย็น (Evaporators Analysis and Design)
  - บทที่ 9 การวิเคราะห์และออกแบบคอยล์ร้อน (Condensers Analysis and Design)
  - บทที่ 10 การวิเคราะห์และออกแบบวาล์วลดความดัน (Expansion Valve Analysis and Design)
  - บทที่ 11 การวิเคราะห์และออกแบบท่อในระบบทำความเย็น (Piping Refrigeration Analysis and Design)
  - บทที่ 12 คุณสมบัติของสารทำความเย็น (Properties of Refrigerants)
  - บทที่ 13 การวิเคราะห์การทำความเย็นแบบดูดซึม (Absorption Refrigeration Analysis)
- โดยภายในแต่ละบทเรียนจะมีเนื้อหาหลักที่สำคัญดังต่อไปนี้

## บทที่ 1 ก้าวแรกสู่การเป็นวิศวกรการทำความเย็น (First Step to Refrigeration Engineering)

ในบทเรียนนี้มีจุดประสงค์ในการเรียนรู้ คือ

1. นิสิตสามารถเข้าใจและทราบถึงความหมายของการทำความเย็น
2. นิสิตสามารถเข้าใจและทราบถึงประวัติความเป็นมาของการทำความเย็น
3. นิสิตสามารถเข้าใจและทราบถึงการทำความเย็นโดยทั่วไปและการทำความเย็นในอุตสาหกรรม

อุตสาหกรรม

4. นิสิตสามารถเข้าใจและทราบถึงการแช่เย็นและการแช่เยือกแข็ง
5. นิสิตสามารถเข้าใจและทราบถึงการละลายน้ำแข็งทั้งในเครื่องทำความเย็นและผลิตภัณฑ์
6. นิสิตสามารถเข้าใจและทราบถึงระบบและประเภทรวมถึงหลักการดำเนินงานเบื้องต้นของระบบการทำความเย็นแบบต่างๆ

ระบบการทำความเย็นแบบต่างๆ

7. นิสิตสามารถเข้าใจและทราบถึงการแบ่งประเภทของเครื่องทำความเย็น
  8. นิสิตสามารถทราบถึงลักษณะภาระหน้าที่ของงานในวิศวกรรมการทำความเย็น
  9. นิสิตสามารถทราบถึงสมาคมวิชาชีพกับการประกอบอาชีพทางวิศวกรรม
- เพื่อให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาหลักที่ใช้ในการนำเสนอประกอบไปด้วย

### 1.1 บทนำ (Introduction)

จะกล่าวถึงความสำคัญในการทำความเย็นที่มีบทบาทในชีวิตประจำวันของมนุษย์

### 1.2 ความหมายของการทำความเย็นและการปรับอากาศ (Meaning of Refrigeration and Air conditioning)

จะกล่าวถึงความหมายและความสัมพันธ์ของการทำความเย็นและการปรับอากาศ

### 1.3 ประวัติและวิวัฒนาการของการทำความเย็น (History and Evolution of the Refrigeration)

จะกล่าวถึงประวัติความเป็นมาและวิวัฒนาการของการทำความเย็นในอดีต

### 1.4 การทำความเย็นโดยทั่วไป (Generally Refrigeration)

จะกล่าวถึงการทำความเย็นที่ใช้กันโดยทั่วไปในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การทำความเย็นโดยการระเหยของน้ำ (Refrigeration by the Evaporation of Water), ตู้เย็นแบบใช้น้ำแข็ง (Ice Refrigerator), ตู้เย็นน้ำมันก๊าด (Kerosene Refrigerator), การทำความเย็นแบบอัดไอ (Vapor Compression Refrigeration) และการทำความเย็นโดยใช้น้ำแข็งแห้ง (Dry ice Refrigeration)

เป็นต้น

### 1.5 การทำความเย็นในอุตสาหกรรม (Refrigeration in Industry)

จะกล่าวถึงวิธีการทำความเย็นในอุตสาหกรรมที่แบ่งได้ 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ การแช่เย็น (Chilling) และการแช่เยือกแข็ง (Freezing)

### 1.6 วิธีการแช่เยือกแข็งโดยอาศัยโลหะในการถ่ายเทความร้อน

จะกล่าวถึงวิธีการแช่เยือกแข็งโดยอาศัยโลหะในการถ่ายเทความร้อน เช่น การแช่แข็งด้วยขดท่อทำความเย็น (Sharp Freezer) และการแช่แข็งด้วยแผ่นโลหะให้ความเย็น (Contact Freezer)

เป็นต้น

### 1.7 วิธีการแช่เยือกแข็งโดยอาศัยอากาศเป็นตัวกลางในการถ่ายเทความร้อน

จะกล่าวถึงวิธีการแช่เยือกแข็งโดยอาศัยอากาศเป็นตัวกลางในการถ่ายเทความร้อน เช่น การอาศัยอากาศที่หยุดนิ่งเป็นตัวกลางถ่ายเทความร้อน (Still Air Freezing) และการอาศัยอากาศที่เคลื่อนที่เป็นตัวกลางถ่ายเทความร้อน (Air Blast Freezing) เป็นต้น

### 1.8 วิธีการแช่เยือกแข็งโดยอาศัยของเหลวเป็นตัวกลาง

จะกล่าวถึงวิธีการแช่เยือกแข็งโดยอาศัยของเหลวเป็นตัวกลาง เช่น การแช่แข็งโดยจุ่มลงในของเหลว (Liquid Freezing) เป็นต้น

### 1.9 วิธีการแช่เยือกแข็งโดยอาศัยการระเหยของของเหลวในการถ่ายเทความร้อน

จะกล่าวถึงวิธีการแช่เยือกแข็งโดยอาศัยการระเหยของของเหลวในการถ่ายเทความร้อน เช่น การแช่แข็งด้วยก๊าซเหลว (Cryogenic Freezing) เป็นต้น

### 1.10 การละลายน้ำแข็งในเครื่องทำความเย็น (Refrigerator Defrost)

จะกล่าวถึงวิธีการละลายน้ำแข็งในเครื่องทำความเย็น (Refrigerator Defrost) เช่น การละลายน้ำแข็งโดยการหยุดการทำงาน (Defrost by Stop Refrigerator), การละลายน้ำแข็งโดยกดปุ่มละลายน้ำแข็ง (Defrost by Button Defrost), การละลายน้ำแข็งด้วยไฟฟ้า (Heater Defrost), การละลายน้ำแข็งด้วยก๊าซร้อน (Hot Gas Defrost) และการละลายน้ำแข็งด้วยน้ำ (Water Defrost) เป็นต้น

### 1.11 การละลายน้ำแข็งในผลิตภัณฑ์ (Product Defrost)

จะกล่าวถึงวิธีการละลายน้ำแข็งในผลิตภัณฑ์ (Product Defrost) เช่น การละลายโดยใช้อากาศ (Air Defrost), การละลายโดยใช้การหมุนเวียนของน้ำ (Water Defrosting), การละลายโดยอาศัยคลื่นไมโครเวฟ (Microwave Tempering) และการละลายโดยใช้คลื่นวิทยุความถี่ 27.12 MHz (Radio Frequency Defrosting) เป็นต้น

### 1.12 ระบบของการทำความเย็น (System of Refrigeration)

จะกล่าวถึงระบบของการทำความเย็นในแบบต่างๆ เช่น ระบบการทำความเย็นแบบอัดไอ (Vapor-Compression Cycle), ระบบทำความเย็นแบบดูดซึม (Absorption Refrigeration Cycle), ระบบการทำความเย็นเทอร์โมอิเล็กทริก (Thermoelectric Refrigeration), ระบบทำความเย็นโดยปล่อยสารทำความเย็นให้ระเหยตัว (Expendable Refrigeration Cooling System), และระบบทำความเย็นท่อลมวน (Vortex Tube Refrigeration) เป็นต้น

### 1.13 ประเภทของอุตสาหกรรมการทำความเย็น (Type of Refrigeration Industry)

จะกล่าวถึงประเภทของอุตสาหกรรมการทำความเย็นในแบบต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมอาหาร (Food Industry), อุตสาหกรรมนม ไอศกรีม และเนย (Milk Ice cream and Butter Industry), อุตสาหกรรมเนื้อและสัตว์ปีก (Meat and Poultry Industry), อุตสาหกรรมปลา (Fish Industry), อุตสาหกรรมเครื่องดื่ม (Beverage Industry) และอุตสาหกรรมลูกกวาด (Candy Industry) เป็นต้น

### 1.14 การแบ่งชนิดของตู้เย็น (Types of Refrigerator)

จะกล่าวถึงตู้เย็นชนิดต่าง ๆ เช่น ตู้เย็นในครัวเรือน (Domestic Refrigerator) และตู้เย็นพาณิชย์ (Commercial Refrigerator) เป็นต้น

### 1.15 วิศวกรรมการทำความเย็น (Refrigeration Engineering)

จะกล่าวถึงในวงการวิศวกรรมการทำความเย็น โดยทั่วไปจะแบ่งฝ่ายผู้เกี่ยวข้องตามลักษณะหน้าที่และความรับผิดชอบ

### 1.16 ลักษณะภาระหน้าที่ของงาน (Description of Job Responsibilities)

จะกล่าวถึงลักษณะภาระหน้าที่การงานของผู้เกี่ยวข้องในวงการวิศวกรรมการทำความเย็น

### 1.17 สมาคมวิชาชีพกับการประกอบอาชีพทางวิศวกรรม (Relationship of Professional Engineering Association with Job)

จะกล่าวถึงสมาคมวิชาชีพทางวิศวกรรมในประเทศไทย และการกำหนดสาขาวิชาชีพวิศวกรรมและวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมสาขาวิศวกรรมเครื่องกล พ.ศ. 2550

## บทที่ 2 หลักการพื้นฐานทางกายภาพของวิชา การทำความเย็น (Physical Principles In Refrigeration)

ในบทเรียนนี้มีจุดประสงค์ในการเรียนรู้ คือ

1. นิสิตสามารถจำแนกหน่วยและเปลี่ยนหน่วยจากหน่วยหนึ่งเป็นอีกหน่วยหนึ่งได้
2. นิสิตสามารถเข้าใจและอธิบายความแตกต่างของมวล, แรงและน้ำหนักได้
3. นิสิตสามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันสัมบูรณ์ ความดันเกจและความดัน

สูญญากาศได้

4. นิสิตสามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิในหน่วยต่างๆได้
5. นิสิตสามารถเข้าใจและอธิบายความแตกต่างของงาน, กำลังและพลังงานได้
6. นิสิตสามารถทราบถึงขบวนการทางความร้อน และใช้สมการความร้อนสัมพันธ์และความ

ร้อนแฝงได้

7. นิสิตสามารถทราบถึงคุณสมบัติ และขบวนการทางเทอร์โมไดนามิกส์ได้
8. นิสิตสามารถจำแนกการเปลี่ยนแปลงของสสารที่เกิดขึ้นจากของเหลวกลายเป็นไอได้ เพื่อให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาหลักที่ใช้ในการนำเสนอประกอบไปด้วย

### 2.1 หน่วย (Units)

จะกล่าวถึงคุณลักษณะทางกายภาพ เช่น ความยาว, พื้นที่, ปริมาตร, อุณหภูมิ, ความดัน, ความหนาแน่น, มวล และความเร็ว เป็นต้น

### 2.2 มวล (Mass), แรง (Force) และน้ำหนัก (Weight)

จะกล่าวถึงความหมายและความสัมพันธ์ของคุณลักษณะที่อยู่ในหัวข้อนี้

### 2.3 ความดัน (Pressure) และอุณหภูมิ (Temperature)

จะกล่าวถึงความหมายของความดันและอุณหภูมิ

### 2.4 งาน (Work), กำลัง (Power), และพลังงาน (Energy)

จะกล่าวถึงความหมายและความสัมพันธ์ของคุณลักษณะที่อยู่ในหัวข้อนี้

### 2.5 เอนทัลปี (Enthalpy), เอนโทรปี (Entropy), ความร้อนจำเพาะ (Specific Heat) และความจุความเย็น (Refrigerating Capacity)

จะกล่าวถึงความหมายและความสัมพันธ์ของคุณลักษณะที่อยู่ในหัวข้อนี้

## 2.6 ความร้อน (Heat)

จะกล่าวถึงนิยามของความร้อน กระบวนการทางความร้อนต่าง ๆ รวมถึงสมการความร้อน สัมผัสและความร้อนแฝง

## 2.7 กฎของก๊าซในอุดมคติ (Perfect-gas Law)

จะกล่าวถึงที่ภายใต้สภาวะ ความดัน ปริมาตรและอุณหภูมิคงที่ ก๊าซจะมีความสัมพันธ์กับกฎของก๊าซในอุดมคติ

## 2.8 ระบบทางเทอร์โมไดนามิกส์ (Thermodynamics Systems), คุณสมบัติ (Properties), สภาวะ (State) และกระบวนการ (Processes)

จะกล่าวถึงความหมายและประเภทของคำในหัวข้อนี้

## 2.9 การเยือกแข็ง (Subcooled), การอิ่มตัว (Saturated) และความร้อนยิ่งยวด (Superheated)

จะกล่าวถึงความหมายของคำที่อยู่ในหัวข้อนี้

## 2.10 สารบริสุทธิ์ (Pure Substances) และการเปลี่ยนสถานะ (Change of State)

จะกล่าวถึงความหมายและแสดงตัวอย่างของการเปลี่ยนสถานะ

## 2.11 กฎข้อที่ 1 ทางเทอร์โมไดนามิกส์ (First Law of Thermodynamics)

จะกล่าวถึงนิยามและสมการพลังงานของกฎข้อที่ 1 ทางเทอร์โมไดนามิกส์

## 2.12 กฎข้อที่ 2 ทางเทอร์โมไดนามิกส์ (Second Law of Thermodynamics)

จะกล่าวถึงนิยามของกฎข้อที่ 2 ทางเทอร์โมไดนามิกส์

## 2.13 สารทำความเย็น (Refrigerant)

จะกล่าวถึงความหมายและคุณสมบัติของสารทำความเย็น

## บทที่ 3 การวิเคราะห์แผนภูมิไซโครเมตริก (Psychrometrics Chart Analysis)

ในบทเรียนนี้มีจุดประสงค์ในการเรียนรู้ คือ

1. นิสิตสามารถเข้าใจและทราบถึงที่มาและความสำคัญของแผนภูมิไซโครเมตริก
2. นิสิตสามารถเข้าใจและทราบถึงคุณสมบัติของอากาศบนแผนภูมิไซโครเมตริก
3. นิสิตสามารถเข้าใจและทราบถึงตำแหน่งของสภาวะอากาศบนแผนภูมิไซโครเมตริก
4. นิสิตสามารถอ่านค่าคุณสมบัติของอากาศชื้น (Moist Air) จากแผนภูมิไซโครเมตริกได้
5. นิสิตสามารถเข้าใจและทราบถึงเส้นกระบวนการเปลี่ยนแปลงของสภาวะของอากาศบนแผนภูมิไซโครเมตริก

6. นิสิตสามารถการคำนวณหาคุณสมบัติของอากาศโดยใช้สูตรได้

7. นิสิตสามารถเข้าใจและทราบถึงการถ่ายเทความร้อนสัมผัสและความร้อนแฝง

เพื่อให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาหลักที่ใช้ในการนำเสนอประกอบไปด้วย

3.1 ที่มาและความสำคัญของแผนภูมิไซโครเมตริก (Psychrometrics Chart)

จะกล่าวถึงที่มาของแผนภูมิไซโครเมตริกและความสำคัญของแผนภูมิไซโครเมตริก

3.2 คุณสมบัติของอากาศบนแผนภูมิไซโครเมตริก (Psychrometric Properties of Air)

จะกล่าวถึงคุณสมบัติของอากาศที่แสดงบนแผนภูมิไซโครเมตริก โดยจะมีการอธิบายคุณสมบัติของอากาศในแต่ละเส้นเอาไว้คร่าว ๆ

3.3 ตำแหน่งของสภาวะอากาศบนแผนภูมิไซโครเมตริก (Locating the Air on the Chart)

จะแสดงการหาสภาวะของอากาศโดยใช้แผนภูมิไซโครเมตริก ซึ่งจำเป็นต้องรู้จุดตัดระหว่างค่าคุณสมบัติของอากาศ 2 ค่า จึงจะสามารถหาค่าคุณสมบัติอื่นๆได้

3.4 เส้นกระบวนการเปลี่ยนแปลงของสภาวะของอากาศบนแผนภูมิไซโครเมตริก (Process Lines on the Psychrometric Chart)

จะแสดงเส้นกระบวนการเปลี่ยนแปลงของสภาวะของอากาศบนแผนภูมิไซโครเมตริก ทั้ง 8 กระบวนการ

3.5 การคำนวณหาคุณสมบัติของอากาศโดยใช้สูตร

จะกล่าวถึงการ ใช้สูตรคำนวณหาค่าคุณสมบัติของอากาศต่าง ๆ กรณีไม่มีแผนภูมิไซโครเมตริก

3.6 การถ่ายเทความร้อนและมวล(Combined Heat and Transfer)

จะกล่าวถึงการถ่ายเทความร้อนของอากาศและมวลของไอน้ำ ในอากาศชื้น

3.7 กระบวนการผสมอากาศ (Mixing of Air)

จะกล่าวถึงอากาศที่ผสมกันระหว่างอากาศชื้น 2 สภาวะ

**บทที่ 4** วงจรการทำความเย็นแบบอัดไอ (The Vapor-Compression Refrigeration)

ในบทเรียนนี้มีจุดประสงค์ในการเรียนรู้ คือ

1. นิสิตสามารถเข้าใจและอธิบายวงจรการทำความเย็นคาร์โนต์ได้

2. นิสิตสามารถคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะได้

3. นิสิตสามารถเข้าใจและอธิบายปั๊มความร้อนคาร์โนต์ได้

4. นิสิตสามารถอ่านค่าคุณสมบัติของสารทำความเย็นได้ทั้งจากตารางและแผนภูมิความดัน-เอนทัลปีได้

5. นิสิตสามารถเข้าใจและอธิบายถึงหลักการการทำงานของวัฏจักรอัดไอแบบมาตรฐานได้

6. นิสิตสามารถเข้าใจและอธิบายถึงหลักการการทำงานของวัฏจักรอัดไอจริงได้

7. นิสิตสามารถคำนวณและเปรียบเทียบการทำงานระหว่างวัฏจักรอัดไอแบบมาตรฐานกับวัฏจักรอัดไอจริงได้

เพื่อให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาหลักที่ใช้ในการนำเสนอประกอบไปด้วย

#### 4.1 บทนำ (Introduction)

จะกล่าวถึงการทำความเย็นแบบคร่าวๆ

#### 4.2 วัฏจักรการทำความเย็นคาร์โนต์ (Carnot Refrigeration Cycle)

จะกล่าวถึงกระบวนการของวัฏจักรการทำความเย็นคาร์โนต์

#### 4.3 สัมประสิทธิ์ของสมรรถนะ (Coefficient of Performance)

จะกล่าวถึงสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะโดยทั่วๆ ไป

#### 4.4 สภาพสำหรับสัมประสิทธิ์สมรรถนะสูงสุด (Conditions for Highest Coefficient of Performance)

จะกล่าวถึงสภาพที่วัฏจักรมีสัมประสิทธิ์สมรรถนะสูงสุด ซึ่งวัฏจักรนั้นคือวัฏจักรคาร์โนต์

#### 4.5 ป้อนความร้อนคาร์โนต์ (Carnot Heat Pump)

จะกล่าวถึงป้อนความร้อนคาร์โนต์และตัวประกอบสมรรถนะของป้อนความร้อนคาร์โนต์

#### 4.6 หน้าที่หลักของอุปกรณ์ในระบบการทำความเย็นแบบอัดไอ

จะกล่าวถึงหน้าที่หลักของอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบการทำความเย็นแบบอัดไอ

#### 4.7 คุณสมบัติของสารทำความเย็น (Properties of Refrigerants)

จะกล่าวถึงคุณสมบัติของสารทำความเย็นบนแผนภูมิความดัน-เอนทัลปี และวิธีการหาค่าคุณสมบัติของสารทำความเย็นทั้งในการหาจากตารางและการหาจากแผนภูมิความดัน-เอนทัลปี

#### 4.8 วัฏจักรอัดไอแบบมาตรฐาน (Standard Vapor-Compression Cycle)

จะกล่าวถึงกระบวนการของวัฏจักรอัดไอแบบมาตรฐาน

#### 4.9 สมรรถนะของวัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอมาตรฐาน (Performance of Standard Vapor-Compression Cycle)

จะกล่าวถึงวิธีการหาสมรรถนะของวัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอมาตรฐาน



#### 4.10 วัฏจักรอัดไอจริง (Actual Vapor-Compression Cycle)

จะกล่าวถึงกระบวนการของวัฏจักรอัดไอจริงและข้อแตกต่างระหว่างวัฏจักรอัดไอแบบมาตรฐานกับวัฏจักรอัดไอจริง

#### บทที่ 5 ระบบหลายความดันหรือความดันผสม (Multipressure Systems)

ในบทเรียนนี้มีจุดประสงค์ในการเรียนรู้ คือ

1. นิสิตสามารถเข้าใจและอธิบายความหมายของระบบหลายความดันได้
  2. นิสิตสามารถเข้าใจถึงกระบวนการต่างๆ ที่ใช้ในระบบ
  3. นิสิตสามารถเข้าใจถึงการทำงานของระบบต่างๆ ในระบบหลายความดัน
  4. นิสิตสามารถคำนวณแก้โจทย์ปัญหาในระบบต่างๆ ของระบบหลายความดันได้
- เพื่อให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาหลักที่ใช้ในการนำเสนอประกอบไปด้วย

##### 5.1 ระบบหลายความดันหรือความดันผสม (Multipressure Systems)

จะกล่าวถึงความหมายของระบบหลายความดันหรือความดันผสม

##### 5.2 การนำ การแยกไอของสารทำความเย็นออกจากถังเก็บ (Removal of Flash Gas)

จะกล่าวถึงกระบวนการในการแยกไอของสารทำความเย็นออกจากถังเก็บ

##### 5.3 การแลกเปลี่ยน (Intercooling)

จะกล่าวถึงความหมายและกระบวนการแลกเปลี่ยน

##### 5.4 ระบบหนึ่งคอยล์เย็นและคอมเพรสเซอร์หนึ่งตัว (One Evaporator and One Compressor)

จะกล่าวถึงกระบวนการของระบบหนึ่งคอยล์เย็นและคอมเพรสเซอร์หนึ่งตัว

##### 5.5 ระบบคอยล์เย็นสองตัวและคอมเพรสเซอร์หนึ่งตัว (Two Evaporator and One Compressor)

จะกล่าวถึงกระบวนการของระบบคอยล์เย็นสองตัวและคอมเพรสเซอร์หนึ่งตัว

##### 5.6 ระบบคอมเพรสเซอร์สองตัวและคอยล์เย็นหนึ่งตัว (Two Compressor and One Evaporator)

จะกล่าวถึงกระบวนการของระบบคอมเพรสเซอร์สองตัวและคอยล์เย็นหนึ่งตัว

##### 5.7 ระบบคอมเพรสเซอร์สองตัวและคอยล์เย็นสองตัว (Two Compressor and Two Evaporator)

จะกล่าวถึงกระบวนการของระบบคอมเพรสเซอร์สองตัวและคอยล์เย็นสองตัว

##### 5.8 อุปกรณ์พิเศษ (Auxiliary Equipment)

จะกล่าวถึงอุปกรณ์พิเศษ คือ การใช้ Liquid subcooler

### 5.9 การปรับปรุงคอมเพรสเซอร์ (Compound Compressors)

จะกล่าวถึงการปรับปรุงคอมเพรสเซอร์แบบคร่าว ๆ

### 5.10 ระบบไหลเวียนของของเหลว (Liquid Recirculation Systems)

จะกล่าวถึงวิธีการของระบบไหลเวียนของของเหลวแบบคร่าว ๆ

## บทที่ 6 การคำนวณภาระการทำความเย็น (Cooling Load Calculation)

ในบทเรียนนี้มีจุดประสงค์ในการเรียนรู้ คือ

1. นิสิตสามารถเข้าใจและทราบถึงควาหมายของภาระทางความร้อน
2. นิสิตสามารถคำนวณภาระความร้อนจากแหล่งต่างๆ ที่มีผลกับระบบการทำความเย็นและรวมเป็นภาระการทำความเย็น โดยคำนึงถึงค่าความปลอดภัยได้
3. นิสิตสามารถใช้ทฤษฎีการคำนวณภาระอย่างสั้นเพื่อประมาณภาระทางความร้อนได้
4. นิสิตสามารถออกแบบระบบห้องเย็นได้อย่างเหมาะสมและประหยัดพลังงาน เพื่อให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาหลักที่ใช้ในการนำเสนอประกอบไปด้วย

### 6.1 ภาระการทำความเย็น (Cooling Load)

จะกล่าวถึงความหมายของภาระการทำความเย็นและแหล่งที่มาของความร้อนทั้งภายนอกและภายใน

### 6.2 การคำนวณภาระความร้อนผ่านผนัง (Wall Gain Load Calculations)

จะกล่าวถึงวิธีการคำนวณ แสดงวิธีการหาค่าต่าง ๆ เพื่อให้ได้ค่าภาระทางความร้อน

### 6.3 การคำนวณภาระอากาศที่รั่วไหล (Air Chang Load Calculations)

จะกล่าวถึงวิธีการคำนวณ แสดงวิธีการหาค่าต่าง ๆ เพื่อให้ได้ค่าภาระอากาศที่รั่วไหล

### 6.4 การคำนวณภาระจากผลิตภัณฑ์ (Product Load Calculations)

จะกล่าวถึงวิธีการคำนวณ แสดงวิธีการหาค่าต่าง ๆ เพื่อให้ได้ค่าภาระจากผลิตภัณฑ์

### 6.5 ตัวประกอบอัตราการทำความเย็น (Chilling Rate Factor)

จะกล่าวถึงหลักการและวิธีการคำนวณหาค่าตัวประกอบอัตราการทำความเย็น

### 6.6 การแข่งแย้งผลิตภัณฑ์และการเก็บรักษา

จะกล่าวถึงหลักการและวิธีการคำนวณหาค่าภาระจากผลิตภัณฑ์

### 6.7 ความร้อนเนื่องจากการคายน้ำ (Respiration Heat)

จะกล่าวถึงหลักการและวิธีการคำนวณหาความร้อนเนื่องจากการคายน้ำ

#### 6.8 การคำนวณหาภาระความร้อนภาชนะบรรจุ (Packing Material Load Calculations)

จะกล่าวถึงวิธีการคำนวณ แสดงวิธีการหาค่าต่าง ๆ เพื่อให้ได้ค่าภาระความร้อนภาชนะบรรจุ

#### 6.9 การคำนวณหาภาระความร้อนจากคนที่ทำงานภายใน

จะกล่าวถึงวิธีการคำนวณ แสดงวิธีการหาค่าต่าง ๆ เพื่อให้ได้ค่าภาระความร้อนจากคนที่ทำงานภายใน

#### 6.10 การคำนวณหาภาระความร้อนจากหลอดไฟส่องสว่าง

จะกล่าวถึงวิธีการคำนวณ แสดงวิธีการหาค่าต่าง ๆ เพื่อให้ได้ค่าภาระความร้อนจากหลอดไฟส่องสว่าง

#### 6.11 การคำนวณหาภาระความร้อนจากพื้นที่เปียกเนื่องจากการชำระล้าง

จะกล่าวถึงวิธีการคำนวณ แสดงวิธีการหาค่าต่าง ๆ เพื่อให้ได้ค่าภาระความร้อนจากพื้นที่เปียกเนื่องจากการชำระล้าง

#### 6.12 การคำนวณหาภาระความร้อนจากอุปกรณ์ต่างๆ (Miscellaneous Load Calculations)

จะกล่าวถึงวิธีการคำนวณ แสดงวิธีการหาค่าต่าง ๆ เพื่อให้ได้ค่าภาระความร้อนจากอุปกรณ์ต่างๆ

#### 6.13 ตัวประกอบความปลอดภัย (Use of Safety Factor)

จะกล่าวถึงตัวประกอบความปลอดภัยเมื่อรวมกับภาระการทำความร้อน ก็จะได้ภาระของเครื่องทำความเย็น

#### 6.14 ทฤษฎีการคำนวณภาระอย่างสั้น (Short Method Load Calculation)

จะกล่าวถึงวิธีการคำนวณสำหรับห้องเย็นที่มีลักษณะการใช้งานธรรมดา โดยไม่มีข้อมูล

### บทที่ 7 การวิเคราะห์และออกแบบเครื่องอัดสารทำความเย็น (Compressor Analysis and Design)

ในบทเรียนนี้มีจุดประสงค์ในการเรียนรู้ คือ

1. นิสิตสามารถรู้จักคอมเพรสเซอร์ชนิดต่างๆ ที่ใช้ในอุตสาหกรรมทำความเย็นในปัจจุบัน
2. นิสิตสามารถจำแนกคอมเพรสเซอร์ชนิดต่างๆตามลักษณะ โครงสร้างหรือตามลักษณะการทำงานได้
3. นิสิตสามารถคำนวณค่าประสิทธิภาพต่างๆ ของคอมเพรสเซอร์เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบระบบทำความเย็นได้

เพื่อให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาหลักที่ใช้ในการนำเสนอประกอบไปด้วย

### 7.1 ชนิดของคอมเพรสเซอร์ (Type of Compressor)

จะกล่าวถึงการแบ่งชนิดของคอมเพรสเซอร์ สามารถแบ่งออกได้ตามลักษณะการแบ่งชนิดตามโครงสร้าง และการลักษณะการทำงานในการอัดไอ

### 7.2 การแบ่งชนิดของคอมเพรสเซอร์ตามโครงสร้าง (Type of Constaction)

จะกล่าวถึงคอมเพรสเซอร์แบบเปิด (Open Type Compressor), คอมเพรสเซอร์แบบปิด (Hermetically Sealed Compressor) และคอมเพรสเซอร์กึ่งปิด (Semi Hermetic Type)

### 7.3 การแบ่งชนิดของคอมเพรสเซอร์ตามลักษณะการทำงาน (Type of Operate)

จะกล่าวถึงคอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบ (Reciprocating Compressor), คอมเพรสเซอร์แบบสกรู (Screw Compressor), คอมเพรสเซอร์แบบแรงหมุน (Rotary Compressor) และคอมเพรสเซอร์แบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal Compressor)

### 7.4 ประสิทธิภาพเชิงปริมาตร (Volumetric Efficiency)

จะกล่าวถึงประสิทธิภาพเชิงปริมาตรจะสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ ประสิทธิภาพจริงเชิงปริมาตร (Actual Volumetric Efficiencies) และ ประสิทธิภาพเชิงปริมาตรช่องว่าง (Clearance Volumetric Efficiencies) และสมการการคำนวณ

### 7.5 ประสิทธิภาพจริงเชิงปริมาตร (Actual Volumetric Efficiencies)

จะกล่าวถึงความหมายของประสิทธิภาพจริงเชิงปริมาตร และสมการการคำนวณ

### 7.6 ประสิทธิภาพของการอัด (Compression Efficiency)

จะกล่าวถึงความหมายของประสิทธิภาพของการอัด และสมการการคำนวณ

### 7.7 อุณหภูมิของไอที่ออกจากคอมเพรสเซอร์ (Discharge Temperature)

จะกล่าวถึงอุณหภูมิของไอสารทำความเย็นที่ออกจากคอมเพรสเซอร์สูงเกินไป ถ้าสูงเกินไปจะมีผลต่อคอมเพรสเซอร์

### 7.8 การหาระยะกระจัดของคอมเพรสเซอร์แบบแรงหมุน (Displacement Rate of Rotary Compressor)

จะกล่าวถึงสมการการคำนวณหาอัตราของระยะกระจัด

## บทที่ 8 การวิเคราะห์และออกแบบคอยล์เย็น (Evaporators Analysis and Design)

ในบทเรียนนี้มีจุดประสงค์ในการเรียนรู้ คือ

1. นิสิตสามารถเข้าใจและจำแนกคอยล์เย็นชนิดต่างๆ ที่ใช้ในอุตสาหกรรมทำความเย็นในปัจจุบัน

2. นิติศาสตร์สามารถคำนวณค่าสมรรถนะ ของคอยล์เย็นเพื่อนำไปใช้ในการออกแบบระบบทำความเย็นได้

3. นิติศาสตร์สามารถออกแบบคอยล์เย็นแบบอากาศและคอยล์เย็นแบบน้ำได้

เพื่อให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาหลักที่ใช้ในการนำเสนอประกอบไปด้วย

8.1 เมื่อโหลดการทำความเย็นเข้ามาในระบบ (Where the refrigerating load comes into the system)

จะกล่าวถึงเมื่อคอยล์เย็นเป็นอุปกรณ์ที่สารทำความเย็นเกิดการระเหยขึ้นภายในเมื่อได้รับความร้อนจากการทำความเย็น (Cooling Load) เพื่อดึงความร้อนออกจากผลิตภัณฑ์ ถูกนำไปใช้งานในรูปแบบต่างๆ

8.2 การแบ่งชนิดของคอยล์เย็น (Type of Evaporators)

จะกล่าวถึงการแบ่งชนิดของคอยล์เย็น คือ การแบ่งชนิดของคอยล์เย็นตามโครงสร้าง (Type of Constaction) และการแบ่งชนิดตามลักษณะการใช้งาน

8.3 สมรรถนะของคอยล์เย็น (Evaporator Capacity)

จะกล่าวถึงความหมายของสมรรถนะของคอยล์เย็น และวิธีการคำนวณหาค่าสมรรถนะของคอยล์เย็น

8.4 การออกแบบคอยล์เย็นแบบอากาศ

จะกล่าวถึงวิธีการออกแบบและวิธีการคำนวณของคอยล์เย็นแบบอากาศ

8.5 การออกแบบคอยล์เย็นแบบน้ำ

จะกล่าวถึงวิธีการออกแบบและวิธีการคำนวณของคอยล์เย็นแบบน้ำ

**บทที่ 9 การวิเคราะห์และออกแบบคอยล์ร้อน (Condensers Analysis and Design)**

ในบทเรียนนี้มีจุดประสงค์ในการเรียนรู้ คือ

1. นิติศาสตร์สามารถทราบถึงคอยล์ร้อนซึ่งเป็นส่วนประกอบในระบบทำความเย็นที่สำคัญส่วนหนึ่ง

2. นิติศาสตร์สามารถจำแนกประเภทของคอยล์ร้อนได้ว่าเป็นประเภทใด

3. นิติศาสตร์สามารถได้รู้จักกับหอทำความเย็น (Cooling tower)

4. นิติศาสตร์สามารถคำนวณประสิทธิภาพของคอยล์ร้อนและนำไปใช้ในการออกแบบระบบทำความเย็นได้ตามต้องการ

เพื่อให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาหลักที่ใช้ในการนำเสนอประกอบไปด้วย

### 9.1 ประเภทของคอยล์ร้อนที่ใช้ในอุตสาหกรรมทำความเย็น

จะกล่าวถึงคอยล์ร้อนที่ใช้ในอุตสาหกรรมทำความเย็นหลักๆ มีอยู่ด้วยกัน 3 ประเภท คือ คอยล์ร้อนที่ใช้อากาศในการระบายความร้อน(Air-Cooled), คอยล์ร้อนที่ใช้น้ำในการระบายความร้อน (Water-Cooled) และคอยล์ร้อนแบบระบายความร้อนด้วยน้ำและอากาศทำงานร่วมกัน (Evaporative)

### 9.2 กระบวนการควบแน่น (The Condensing Process)

จะกล่าวถึงกระบวนการการควบแน่น

### 9.3 การควบแน่นภายในท่อ (Condensation inside tubes)

จะกล่าวถึงเมื่อเกิดการควบแน่นภายในท่อสารทำความเย็นมีลักษณะเป็นไอยิ่งยวด(Superheat) และแสดงการเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนภายในท่อ

### 9.4 อัตราส่วนของความร้อนที่ปล่อยออก (Heat Rejection Ratio)

จะกล่าวถึงอัตราส่วนของความร้อนที่ปล่อยออก คือ ความจุความร้อนของระบบทำความเย็นรวมกับกำลังของคอมเพรสเซอร์ส่วนด้วยความจุความร้อนของระบบทำความเย็น

### 9.5 ประสิทธิภาพของคอยล์ร้อนที่ใช้อากาศและน้ำในการระบายความร้อน (Performance of Air and Water- Cooled Condenser)

จะกล่าวถึงประสิทธิภาพของเครื่องควบแน่นทั้งแบบที่ใช้อากาศและน้ำในการระบายความร้อนและการคำนวณเพื่อหาค่าประสิทธิภาพนั้นใช้สมการเดียวกัน

### 9.6 หอทำความเย็น (Cooling Tower)

จะกล่าวถึงความหมายของหอทำความเย็นและประเภทของหอทำความเย็นทั้ง หอทำความเย็นระบายความร้อนตามธรรมชาติ (Natural Draft Tower) และหอทำความเย็นแบบบังคับอากาศไหลผ่าน (Force Draft Tower)

### 9.7 คอยล์ร้อนแบบระเหย (Evaporative Condenser)

จะกล่าวถึงลักษณะการทำงานและชนิดของคอยล์ร้อนแบบระเหย

### 9.8 ประสิทธิภาพของคอยล์ร้อนแบบระเหยกับขนาดและอัตราการระบายความร้อน ( Performance of Evaporative Condensers-Nominal Size and Rates)

จะกล่าวถึงการออกแบบคอยล์ร้อนแบบระเหยนั้นจำเป็นต้องกำหนดค่าตัวแปรต่าง ๆ เช่น ขนาดท่อ ความยาวท่อ อัตราการไหลของอากาศ ขนาดของตัวเครื่อง และอัตราการสเปรย์น้ำ โดยตัวแปรต่าง ๆ มีผลต่อประสิทธิภาพ

**9.9 อิทธิพลของอุณหภูมิกระเปาะเปียกต่อความสามารถของคอยล์ร้อนแบบระเหย (Influence of Wet-Bulb Temperature on Evaporative Condenser Capacity)**

จะกล่าวถึงประสิทธิภาพของคอยล์ร้อนแบบระเหยสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับอุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศเข้าสู่คอยล์ร้อน

**9.10 ผลกระทบเนื่องจากอัตราการไหลของอากาศและอัตราการสเปรย์น้ำ (Effect of Air-Flow Rate and Spray-Water Rate on Capacity)**

จะกล่าวถึงการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลของอากาศและอัตราการสเปรย์น้ำในบางกรณีนั้น อยู่ภายใต้การควบคุมของผู้ใช้งาน ขึ้นอยู่กับความต้องการหรือสถานการณ์ที่ต้องการเปลี่ยนแปลง ณ ขณะนั้น

**9.11 การปรับลดอัตราการไหลของอากาศอย่างเหมาะสม (Judicious Reductions in Air-Flow Rate)**

จะกล่าวถึงการทำงานของระบบที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการลดการทำงานของคอยล์ร้อนลงแต่ความดันในการควบแน่นเป็นปกติอย่างเดิม

**9.12 การทำงานของคอยล์ร้อนแบบที่ระบายความร้อนด้วยน้ำและอากาศทำงานร่วมกันในฤดูหนาว (Winter Operation of Evaporative Condenser)**

จะกล่าวถึงการป้องกันไม่ให้น้ำที่ใช้สเปรย์นั้นเกิดการแข็งตัว

**9.13 การปรับปรุงคุณภาพน้ำที่ใช้ในคอยล์ร้อนแบบระเหย (Water Treatment in Evaporative Condensers)**

จะกล่าวถึงการปรับปรุงคุณภาพน้ำที่ใช้ในคอยล์ร้อนแบบระเหย

**บทที่ 10 การวิเคราะห์และออกแบบวาล์วขยายตัว (Expansion Valve Analysis and Design)**

ในบทเรียนนี้มีจุดประสงค์ในการเรียนรู้ คือ

1. นิสิตสามารถเข้าใจและจำแนกประเภทของอุปกรณ์ควบคุมการขยายตัว
2. นิสิตสามารถเข้าใจและทราบถึงวาล์วขยายตัวในแบบต่างๆ
3. นิสิตสามารถทราบถึงท่อแคปป์ลารี และการปรับขนาดท่อ

เพื่อให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาหลักที่ใช้ในการนำเสนอประกอบไปด้วย

### 10.1 ประเภทของอุปกรณ์ควบคุมการขยายตัว (Types of Expansion Devices)

จะกล่าวถึงพื้นฐานอุปกรณ์ควบคุมการขยายตัวจะสามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภทคือ ประเภทจำกัดการไหลแบบเปลี่ยนแปลงการไหลได้ (Variable-Restriction Type) และประเภทจำกัดการไหลแบบคงที่ (Constant-Restriction Type)

### 10.2 วาล์วขยายตัวอัตโนมัติหรือวาล์วขยายตัวแบบความดันคงที่ (Automatic or Constant-Pressure Expansion Valve)

จะกล่าวถึงหน้าที่และตัวอย่างการออกแบบของวาล์วขยายตัวอัตโนมัติหรือวาล์วขยายตัวแบบความดันคงที่

### 10.3 วาล์วขยายตัวเทอร์โมสแตติก (Thermostatic-Expansion Valve)

จะกล่าวถึงลักษณะการทำงานของวาล์วขยายตัวเทอร์โมสแตติก, ประโยชน์ของวาล์วขยายตัวอัตโนมัติเทอร์โมสแตติกแบบปรับสมดุลภายใน, การปรับสมดุลจากภายนอก และวาล์วขยายตัวแบบ Cross-Charge

### 10.4 ท่อแคปิลลารี (Capillary) และการปรับขนาดท่อ

จะกล่าวถึงลักษณะและวิธีการใช้ท่อแคปิลลารี และวิธีการปรับขนาดท่อ

## บทที่ 11 การวิเคราะห์และออกแบบท่อในระบบทำความเย็น (Refrigeration Piping Analysis and Design)

ในบทเรียนนี้มีจุดประสงค์ในการเรียนรู้ คือ

1. นิสิตสามารถเข้าใจและทราบถึงท่อสารทำความเย็น
2. นิสิตสามารถเข้าใจและจำแนกถึงท่อของสารทำความเย็นในแบบต่าง ๆ
3. นิสิตสามารถออกแบบท่อสารทำความเย็นได้
4. นิสิตสามารถเข้าใจวิธีการวางผังท่อสารทำความเย็น

เพื่อให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาหลักที่ใช้ในการนำเสนอประกอบไปด้วย

### 11.1 ท่อสารทำความเย็น (Refrigerants Piping)

จะกล่าวถึงลักษณะของท่อสารทำความเย็นแบบคร่าว ๆ

### 11.2 ขนาดท่อสารทำความเย็น (Refrigerants Piping Size)

จะกล่าวถึงลักษณะของขนาดท่อสารทำความเย็นและการออกแบบขนาดท่อสารทำความเย็นแบบคร่าว ๆ



### 11.3 ท่อสารเหลว (Liquid Lines)

จะกล่าวถึงลักษณะของท่อสารเหลวและการออกแบบท่อสารเหลวแบบคร่าว ๆ

### 11.4 ท่อสารดูด (Suction Lines)

จะกล่าวถึงลักษณะของท่อสารดูดและการออกแบบท่อสารดูดแบบคร่าว ๆ

### 11.5 ท่อสารอัด (Discharge Lines)

จะกล่าวถึงลักษณะของท่อสารอัดและการออกแบบท่อสารอัดแบบคร่าว ๆ

### 11.6 หลักการออกแบบท่อสารทำความเย็น (Refrigerant Piping Design)

จะกล่าวถึงหลักการออกแบบท่อสารทำความเย็นในท่อแบบต่างๆ

### 11.7 วิธีการออกแบบขนาดท่อสารทำความเย็น (Refrigerant Piping Size Design)

จะกล่าวถึงวิธีการออกแบบขนาดท่อสารทำความเย็นในท่อแบบต่างๆ

### 11.8 วิธีการวางผังท่อสารทำความเย็น (Refrigerant Piping layout)

จะกล่าวถึงวิธีการวางผังท่อสารทำความเย็นในท่อแบบต่างๆ

## บทที่ 12 คุณสมบัติของสารทำความเย็น (Properties of Refrigerants)

ในบทเรียนนี้มีจุดประสงค์ในการเรียนรู้ คือ

1. นิสิตสามารถเข้าใจและทราบถึงสารทำความเย็นแต่ละประเภท
2. นิสิตสามารถเข้าใจและทราบถึงการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของสาร

ทำความเย็น

3. นิสิตสามารถเข้าใจและทราบถึงการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี
4. นิสิตสามารถเข้าใจและทราบถึงค่าการนำความร้อนและความหนืดของสารทำความเย็น
5. นิสิตสามารถเข้าใจและทราบถึงการทำลายโอโซนในชั้นบรรยากาศของสารทำความเย็น
6. นิสิตสามารถเข้าใจและทราบถึงหลักเกณฑ์ในการเลือกสารทำความเย็น
7. นิสิตสามารถเข้าใจและทราบถึงสารทำความเย็นทุติยภูมิ

เพื่อให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาหลักที่ใช้ในการนำเสนอประกอบไปด้วย

### 12.1 บทนำ (Primary and Secondary Refrigerants)

จะกล่าวถึงสารทำความเย็นแบบคร่าว ๆ

## 12.2 สารประกอบฮาโลคาร์บอน (Halocarbon compounds)

จะกล่าวถึงลักษณะของสารประกอบฮาโลคาร์บอน, โครงสร้างอะตอมของอีเทน และ มีเทน และการเรียกชื่อสารทำความเย็นประเภทสารประกอบฮาโลคาร์บอน

## 12.3 สารประกอบอนินทรีย์ (Inorganic Compounds)

จะกล่าวถึงลักษณะของสารประกอบอนินทรีย์, โครงสร้างอะตอมของแอมโมเนีย และการเรียกชื่อสารทำความเย็นประเภทสารประกอบอนินทรีย์

## 12.4 สารประกอบไฮโดรคาร์บอน (Hydrocarbons)

จะกล่าวถึงลักษณะของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน และยกตัวอย่างสารประกอบไฮโดรคาร์บอนบางตัว

## 12.5 อะซีโอโทรป (Azeotropes)

จะกล่าวถึงสารทำความเย็นกลุ่มอะซีโอโทรป (Azeotropes)

## 12.6 การเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของสารทำความเย็น (Thermodynamic Comparison of Some Common Refrigerants)

จะกล่าวถึงการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์และลักษณะประสิทธิภาพของสารทำความเย็นบางตัว

## 12.7 การเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี (Physical and Chemical Comparison)

จะกล่าวถึงการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี

## 12.8 ค่าการนำความร้อนและความหนืด (Thermal Conductivity and Viscosity of Refrigerants)

จะกล่าวถึงในการคำนวณการถ่ายเทความร้อน และอัตราการไหลของสารทำความเย็น จำเป็นจะต้องทราบค่าการนำความร้อนและค่าความหนืดของสาร

## 12.9 การทำลายโอโซนในชั้นบรรยากาศ (Ozone Depletion)

จะกล่าวถึงสารทำความเย็นมีผลในการทำลายโอโซนในชั้นบรรยากาศ

## 12.10 หลักเกณฑ์ในการเลือกสารทำความเย็น (Basic of Choice of Refrigerants)

จะกล่าวถึงในทางปฏิบัติคุณสมบัติของสารทำความเย็นจะเป็นตัวกำหนดการเลือกชนิดของสารทำความเย็น เพื่อใช้งานหลักๆในระบบทำความเย็น

## 12.11 สารทำความเย็นทุติยภูมิ (Secondary Refrigerants)

จะกล่าวถึงความหมายและลักษณะของสารทำความเย็นทุติยภูมิ

### บทที่ 13 การวิเคราะห์การทำความเย็นแบบดูดซึม (Absorption Refrigeration Analysis)

ในบทเรียนนี้มีจุดประสงค์ในการเรียนรู้ คือ

1. นิสิตสามารถเข้าใจและทราบถึงความสัมพันธ์ของการดูดซึมและวัฏจักรอัดไอ
2. นิสิตสามารถเข้าใจและทราบถึงวัฏจักรการทำความเย็นดูดซึม
3. นิสิตสามารถเข้าใจและทราบถึง COP ของวัฏจักรแบบดูดซึมในอุดมคติ
4. นิสิตสามารถเข้าใจและทราบถึงคุณสมบัติของสารละลาย LiBr-น้ำ
5. นิสิตสามารถวิเคราะห์ค่าความร้อนอย่างง่ายของระบบการทำความเย็นแบบดูดซึม
6. นิสิตสามารถเข้าใจและทราบถึงระบบการทำความเย็นดูดซึมกับเครื่องแลกเปลี่ยน

ความร้อน

7. นิสิตสามารถเข้าใจและทราบถึงการทำความเย็นดูดซึม ระบบน้ำ-แอมโมเนีย

เพื่อให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาหลักที่ใช้ในการนำเสนอประกอบไปด้วย

#### 13.1 ความสัมพันธ์ของการดูดซึมและวัฏจักรอัดไอ (Relation of The Absorption to The Vapor-Compression Cycle)

จะกล่าวถึงความสัมพันธ์ของการดูดซึมและวัฏจักรอัดไอ

#### 13.2 วัฏจักรดูดซึม (The Absorption Cycle)

จะกล่าวถึงกระบวนการของวัฏจักรดูดซึม

#### 13.3 สัมประสิทธิ์สมรรถนะของวัฏจักรการทำความเย็นแบบดูดซึมในอุดมคติ (Coefficient of Performance of The Ideal Absorption)

จะกล่าวถึงนิยามของสัมประสิทธิ์สมรรถนะของวัฏจักรดูดซึม ( $COP_{abs}$ )

#### 13.4 คุณสมบัติทาง อุณหภูมิ-ความดัน-ความเข้มข้น ของสารละลาย LiBr-น้ำ (Temperature-Pressure-Concentration Properties of LiBr-Water Solution)

จะกล่าวถึงคุณสมบัติทาง อุณหภูมิ-ความดัน-ความเข้มข้น ของสารละลาย LiBr-น้ำ

#### 13.5 การคำนวณอัตราการไหลเชิงมวลของวัฏจักรการทำความเย็นแบบดูดซึม (Calculation of Mass Flow Rates in The Absorption Cycle)

จะกล่าวถึงขั้นตอนในการวิเคราะห์คำนวณหาอัตราการไหลที่ไหลเข้าหรือออกจากอุปกรณ์ต่างๆของวัฏจักรการทำความเย็นแบบดูดซึม

#### 13.6 เอนทาลปีของสารละลาย LiBr (Enthalpy of LiBr Solutions)

จะกล่าวถึงการอ่านค่าจากกราฟแสดงเอนทาลปีของสารละลาย LiBr - น้ำ

13.7 การวิเคราะห์ค่าความร้อนอย่างง่ายของระบบดูดซึม (Thermal Analysis of Simple Absorption System)

จะกล่าวถึงการวิเคราะห์ค่าความร้อนอย่างง่ายของระบบดูดซึม

13.8 ระบบการทำความเย็นแบบดูดซึมกับเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Absorption Cycle with Heat Exchanger)

จะกล่าวถึงระบบการทำความเย็นแบบดูดซึมที่นำเอาเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนมาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพความร้อน

13.9 ระบบทำความเย็นแบบดูดซึมในทางอุตสาหกรรม (Configuration of Commercial Absorption Units)

จะกล่าวถึงลักษณะของระบบทำความเย็นแบบดูดซึมที่ใช้ในอุตสาหกรรม

13.10 การตกผลึก (Crystallization)

จะกล่าวถึงลักษณะของการตกผลึก

13.11 การควบคุมขนาดการทำความเย็น (Capacity Control)

จะกล่าวถึงความหมายของการควบคุมขนาดการทำความเย็น และวิธีการลดอัตราการไหลของสารทำความเย็น

13.12 ระบบทำความเย็นแบบดูดซึมชนิด Double-Effect (Double-Effect System)

จะกล่าวถึงลักษณะของ Double-Effect ในระบบทำความเย็นแบบดูดซึม

13.13 ระบบทำความเย็นร่วมระหว่างระบบอัดไอและระบบดูดซึมที่ใช้พลังงานไอน้ำ (Steam-Driven Combination with Vapor Compression)

จะกล่าวถึงการที่เอาระบบการทำความเย็นแบบอัดไอมาร่วมทำงานร่วมกับระบบการทำความเย็นแบบดูดซึมที่ใช้พลังงานไอน้ำ

13.14 ระบบน้ำ-แอมโมเนีย (Aqua-Ammonia System)

จะกล่าวถึงระบบแอมโมเนีย-น้ำ ระบบนี้จะใช้น้ำเป็นสารดูดซับและแอมโมเนียเป็นสารทำความเย็น

13.15 หน้าที่ของตัวดูดซับในสารทำความเย็นรุ่นเริ่มแรก (Role of The Absorption Unit in Refrigeration Practice)

จะกล่าวถึงระบบการทำความเย็นแบบดูดซึมในอดีต

### 3.3 การประเมินผลการใช้สื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ (E-learning)

การประเมินผลนั้นจะให้ผู้ที่ทดลองใช้สื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ วิชาวิศวกรรมการทำควมเข้มาทำแบบประเมินการใช้สื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งแบบประเมินการใช้สื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์แบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

- ส่วนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ประเมิน เป็นส่วนที่ถามถึงสถานะของผู้ประเมินแบบคร่าว ๆ
- ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้งานสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ เป็นส่วนที่ถามถึงเหตุผลในการเข้ามาใช้สื่อการเรียนการสอน
- ส่วนที่ 3 ความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ เป็นส่วนที่ให้แสดงความคิดเห็นในการใช้สื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งประกอบด้วย ความคิดเห็นต่อระบบการจัดการ, ความคิดเห็นต่อเนื้อหา, ความคิดเห็นต่อรูปแบบ, การประเมินผลการเรียน และความคิดเห็นอื่นๆ

โดยที่แบบประเมินการใช้สื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์มีตัวอย่างดังนี้

ตัวอย่างแบบประเมินการใช้สื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ (E-learning)

#### ส่วนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ประเมิน

สถานที่ทำงาน/สถานศึกษา.....

คณะ..... สาขา..... ชั้นปีที่.....

การศึกษาวิชาการทำความเข้าใจ  เคย  ไม่เคย

#### ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้งานสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์

เหตุผลในการเข้ามาใช้สื่อการเรียนการสอน

- สนใจและต้องการเรียนรู้วิชาวิศวกรรมการทำควมเข้
- ชอบการใช้คอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ตเป็นสื่อในการเรียนรู้
- มีความจำเป็นต้องใช้ความรู้ในวิชาวิศวกรรมการทำควมเข้ในการเรียน/การทำงาน

**ส่วนที่ 3 ความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ (E-learning)**

ความคิดเห็น	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
<b>ความคิดเห็นต่อระบบการจัดการ</b>					
สามารถเข้าเรียนได้ทุกเวลา					
มีรูปแบบหน้าจอของแต่ละบทเรียนที่เป็นมาตรฐานเดียวกันทำให้เข้าใจง่าย					
รูปแบบและเทคนิคการเรียนการสอน ซึ่งประกอบด้วยข้อความ ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวที่สื่อได้อย่างเหมาะสม และมีประสิทธิภาพ					
ใช้สื่อประกอบที่ทำให้เข้าใจง่าย					
สามารถเรียนซ้ำได้หากยังไม่เข้าใจ และสามารถหยุดเรียนชั่วคราว และกลับมาเรียนต่อได้					
<b>ความคิดเห็นต่อเนื้อหา</b>					
เนื้อหาวิชาสอดคล้อง ครอบคลุมวัตถุประสงค์					
เนื้อหาถูกต้องตามหลักวิชา น่าเชื่อถือ					
การอธิบายเนื้อหา มีความชัดเจน เข้าใจง่าย					
เนื้อหาของบทเรียนจัดลำดับอย่างเป็นระบบ และเป็นมาตรฐานเดียวกันทำให้เข้าใจง่าย					
มีการอธิบายตัวอย่าง ไว้อย่างละเอียดทำให้เข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น					
ภาษาที่ใช้เหมาะสม ชัดเจน ถูกต้อง สามารถสื่อให้ผู้เรียนเข้าถึงและง่ายที่จะเข้าใจ					
<b>ความคิดเห็นต่อการออกแบบ</b>					
ตัวอักษรอ่านง่าย เหมาะสม และกลมกลืนในทุกหน้า					
ภาพประกอบสื่อความหมายตรงจุดประสงค์ของเนื้อหาที่เรียน					
รูปภาพประกอบที่นำมาใช้ประกอบบทเรียน มีความเหมาะสม และตรงตามเนื้อหา					

ความคิดเห็น	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
ป้อนคำสั่งในการเลือก และข้อความลิงค์วางในตำแหน่งเหมาะสมและสื่อความหมายชัดเจน					
การจัดองค์ประกอบโดยรวมมีความกลมกลืนใช้งานง่าย					
การประเมินผลการเรียน					
เข้าใจเนื้อหาวิชามากขึ้น					
มีประโยชน์ต่อการค้นคว้าเพิ่มเติม และให้ความรู้ทั่วไปในวงกว้าง					
สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง					

ความคิดเห็นอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....



## บทที่ 4

### ผลการดำเนินโครงการ

เมื่อนิสิตหรือผู้ที่มีความสนใจเข้ามาศึกษาได้ใช้งานสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ในรายวิชาวิศวกรรมการทำความเย็น ผู้ที่ศึกษาจะได้เรียนรู้เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับวิชาการทำความเย็นอย่างครบถ้วนสมบูรณ์และเห็นภาพจริงของอุปกรณ์ที่ใช้ในงานการทำความเย็น เช่น ภาพของคอมเพรสเซอร์ คอยล์ร้อน คอยล์เย็น วาล์วลดความดัน ห้องเย็น เครื่องทำความเย็นแบบต่างๆ เป็นต้น รวมไปถึงการแสดงผลภาพเคลื่อนไหวเพื่อเพิ่มความรู้ความเข้าใจถึงหลักการทำงานของอุปกรณ์ที่ใช้ในงานการทำความเย็นนั้นๆ

โดยเนื้อหาในสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ในรายวิชาวิศวกรรมการทำความเย็นประกอบไปด้วยบทเรียนทั้งหมด 13 บทซึ่งมีดังต่อไปนี้

- บทที่ 1 ก้าวแรกสู่การเป็นวิศวกรการทำความเย็น (First Step to Refrigeration Engineering)
- บทที่ 2 หลักการพื้นฐานทางกายภาพของวิชา การทำความเย็น (Physical Principle in Refrigeration)
- บทที่ 3 การวิเคราะห์แผนภูมิไซโครเมตริก (Psychrometrics Chart Analysis)
- บทที่ 4 วงจรการทำความเย็นแบบอัดไอ (The Vapor-Compression Cycle)
- บทที่ 5 ระบบหลายความดันหรือความดันผสม (Multipressure Systems)
- บทที่ 6 การคำนวณภาระทางความร้อน (Heating Load Calculation)
- บทที่ 7 การวิเคราะห์และออกแบบเครื่องอัดสารทำความเย็น (Compressor Analysis and Design)
- บทที่ 8 การวิเคราะห์และออกแบบคอยล์เย็น (Evaporators Analysis and Design)
- บทที่ 9 การวิเคราะห์และออกแบบคอยล์ร้อน (Condensers Analysis and Design)
- บทที่ 10 การวิเคราะห์และออกแบบวาล์วลดความดัน (Expansion Valve Analysis and Design)
- บทที่ 11 การวิเคราะห์และออกแบบท่อในระบบทำความเย็น (Piping Refrigeration Analysis and Design)
- บทที่ 12 คุณสมบัติสารทำความเย็น (Refrigerants)
- บทที่ 13 การวิเคราะห์การทำความเย็นแบบดูดซึม (Absorption Refrigeration Analysis)

#### 4.1 การใช้งานสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ในรายวิชาวิศวกรรมการทำความเย็น

ไฟล์สื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์เมื่อทำสำเร็จออกมาจะมีรูปแบบ 3 แบบคือ

1. ไฟล์นามสกุล .exe สำหรับเปิดได้กับคอมพิวเตอร์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการ windows
2. ไฟล์นามสกุล .swf สำหรับอัปโหลดขึ้นในเวปเพจของมหาวิทยาลัยนครสวรรค์เพื่อใช้เป็นสื่อ

การเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ออนไลน์



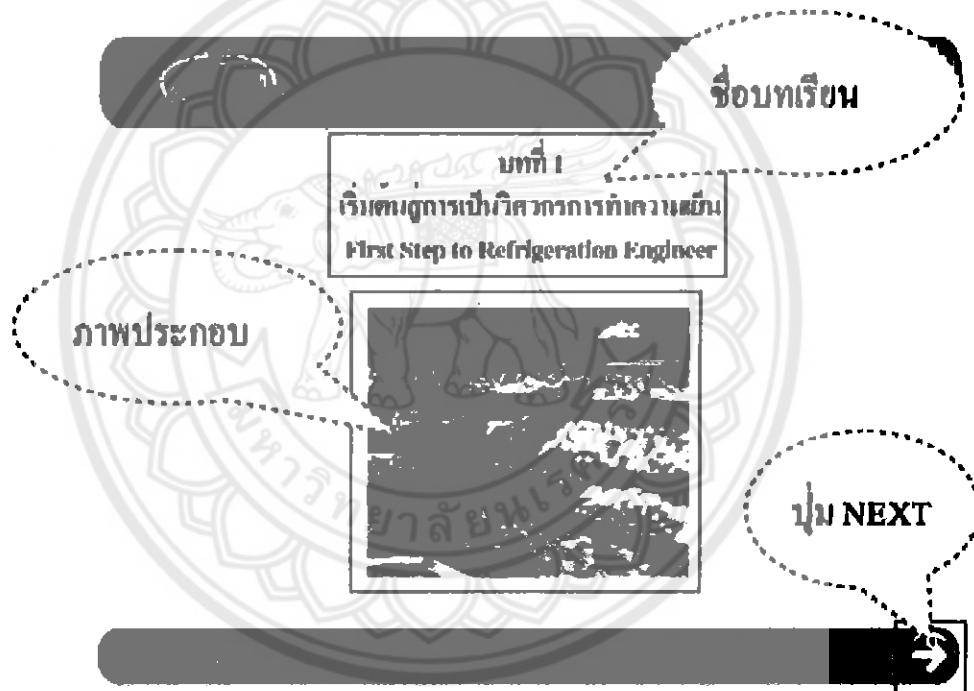
3. ไฟล์นามสกุล .fla สำหรับเปิดใช้กับ โปรแกรม Adobe flash เพื่อศึกษาขั้นตอนการสร้างสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์

เพื่อความง่ายต่อการจัดบันทึกเวลาเรียนในคาบเรียนผู้จัดทำโครงการจึงได้ทำการบันทึกเนื้อหาของสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์เป็นไฟล์เอกสาร นามสกุล .pdf

เนื่องจากเนื้อหาในสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์มีมากถึง 13 บทแต่มีหลักการใช้งานที่เหมือนกันดังนั้นจึงขอยกตัวอย่างการใช้งานสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ใน บทที่ 1 และ บทที่ 6

1. หน้าแรกของบทเรียน มีส่วนประกอบและวิธีใช้งานดังต่อไปนี้ แสดงในรูปที่ 4.1

- ชื่อบทเรียน
- ภาพประกอบที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน
- ปุ่ม NEXT เพื่อเข้าสู่เนื้อหาต่อไป

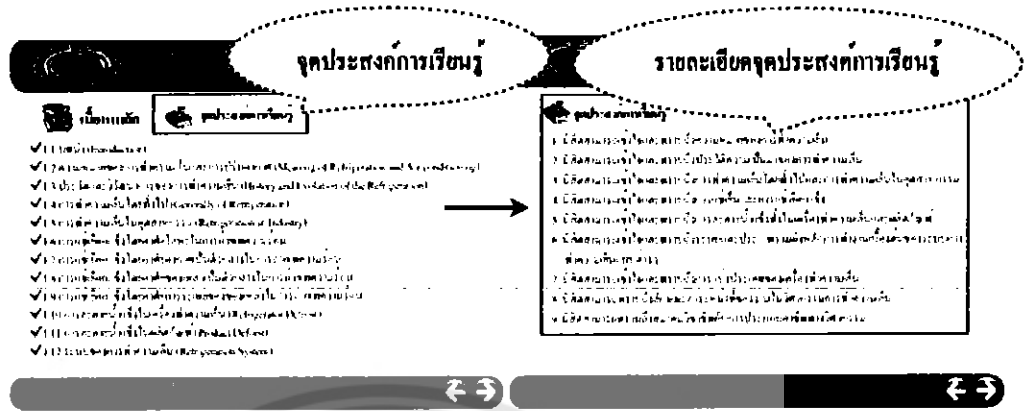


รูปที่ 4.1 ส่วนประกอบหน้าแรกของบทเรียน

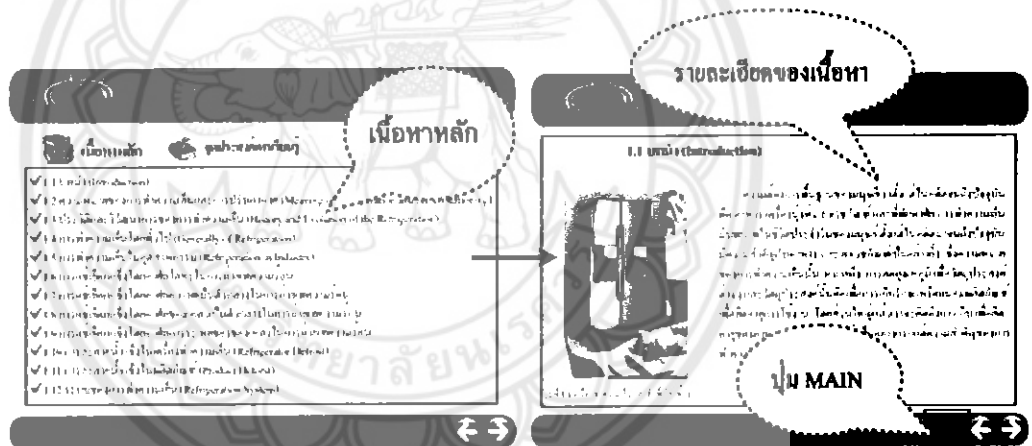
2. หน้าเนื้อหาหลักของบทเรียนเป็นเหมือนกับสารบัญชของบทเรียนประกอบด้วย 2 ส่วนคือ

- จุดประสงค์การเรียนรู้ สามารถคลิกเพื่อเข้าไปทำความเข้าใจจุดประสงค์การ เรียนรู้ในบทเรียนได้ทันที แสดงในรูปที่ 4.2

- เนื้อหาหลักประกอบไปด้วยหัวข้อที่สำคัญในบทเรียนทั้งหมด ซึ่งสามารถคลิกเข้าไปเพื่อทำการศึกษารายละเอียดได้ทันที และเมื่อกดปุ่ม MAIN จะกลับมาที่หน้าเนื้อหาหลักอีกครั้ง แสดงในรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.2 แสดงการเชื่อมโยงรายละเอียดจุดประสงค์การเรียนรู้



รูปที่ 4.3 แสดงการเชื่อมโยงรายละเอียดของเนื้อหา

3. หน้าเนื้อหาของบทเรียน ซึ่งเนื้อหาในแต่ละหัวข้อจะประกอบไปด้วย

- คำบรรยายเนื้อหา แสดงในรูปที่ 4.4
- ภาพจริงของอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงานที่ความละเอียดสูงซึ่งสามารถคลิกเข้าไปเพื่อศึกษา
- คำอธิบายของอุปกรณ์เหล่านั้น แสดงในรูปที่ 4.5
- ภาพเคลื่อนไหวเพื่อความเข้าใจในเนื้อหาที่มากขึ้น แสดงในรูปที่ 4.5

- ปุ่มควบคุมหน้า คลิกปุ่ม "NEXT" เพื่อ ไปยังหน้าถัดไป
- คลิกปุ่ม "BACK" เพื่อกลับ ไปยังหน้าที่แล้ว
- คลิกปุ่ม "MAIN" เพื่อไปยังหน้าเนื้อหาหลัก



รูปที่ 4.4 แสดงเนื้อหาของบทเรียน



รูปที่ 4.5 แสดงภาพเคลื่อนไหว ภาพจริงของอุปกรณ์ และ การเชื่อมโยงคำอธิบายอุปกรณ์

4. ส่วนของตัวอย่าง ประกอบไปด้วย

- โจทย์ตัวอย่างที่เกี่ยวข้องในหัวข้อนั้นๆ แสดงในรูปที่ 4.6
- ถ้าหากในโจทย์มีชื่ออุปกรณ์ สามารถนำเมาส์ไปชี้ที่ชื่ออุปกรณ์ภาพจริงของอุปกรณ์นั้นจะปรากฏขึ้นมา แสดงในรูปที่ 4.7

- ในส่วนของวิธีทำ จะแสดงขั้นตอนวิธีการคำนวณถ้าหากค่าที่ใช้คำนวณมาจากตารางสามารถใช้เมาส์ชี้ที่คำว่า “ตาราง” ภาพส่วนหนึ่งของตารางจะปรากฏพร้อมทั้งระบุค่าที่ใช้ในขั้นตอนการคำนวณ แสดงในรูปที่ 4.7
- ในส่วนของคำตอบจะระบุไว้ทั้งสองหน่วยคือ หน่วยในระบบเมตริก และหน่วยในระบบอังกฤษ แสดงในรูปที่ 4.6

**โจทย์ตัวอย่าง**

ตัวอย่าง 6-2 จงคำนวณหาอัตราประสิทธิกรมคำนวณของวัสดุฉนวนใยหิน (ใยไฟเบอร์กลาส) ที่มีค่าความหนา 127 มม

**วิธีทำ** ตารางที่ 6-1 ค่าประจวบ (ของใยไฟเบอร์กลาส) 0.25 W/m.K

สมการ 6-3	$C = \frac{k}{x}$
แทนค่า	$C = \frac{0.25 \text{ W/m.K}}{0.127 \text{ m}}$
	$0.197 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

เพราะฉะนั้น ฉนวนใยไฟเบอร์กลาส (Fiberglass) หนา 127 มม มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน 0.25 W/m.K หรือ 0.032 (Btu-in/h-ft<sup>2</sup>-K)

**แสดงวิธีการคำนวณ**

**สรุปคำตอบ**

รูปที่ 4.6 แสดงส่วนประกอบของตัวอย่าง

**ชื่ออุปกรณ์ในตัวอย่าง**

**ชื่อตาราง**

**ภาพอุปกรณ์จริง**

**ตารางที่ใช้หาค่ารวมระบุค่า**

ตัวอย่าง 6-2 จงคำนวณหาอัตราประสิทธิกรมคำนวณของวัสดุฉนวนใยหิน (ใยไฟเบอร์กลาส) ที่มีค่าความหนา 127 มม

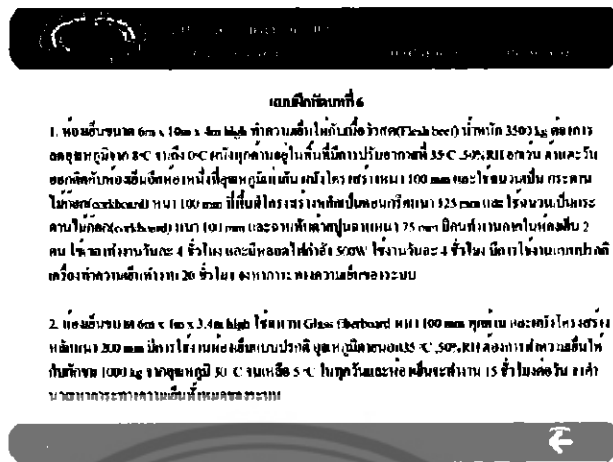
วิธีทำ ตารางที่ 6-1 ค่าประจวบ (ของใยไฟเบอร์กลาส) 0.25 W/m.K

สมการ 6-3	$C = \frac{k}{x}$
แทนค่า	$C = \frac{0.25 \text{ W/m.K}}{0.127 \text{ m}}$
	$0.197 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

เพราะฉะนั้น ฉนวนใยไฟเบอร์กลาส (Fiberglass) หนา 127 มม มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน 0.25 W/m.K หรือ 0.032 (Btu-in/h-ft<sup>2</sup>-K)

รูปที่ 4.7 แสดงการดูภาพอุปกรณ์ และดูตารางในตัวอย่าง

5. ส่วนของแบบฝึกหัด จะประกอบไปด้วยคำถามเพื่อทดสอบความรู้ความเข้าใจในบทเรียนที่ได้ศึกษามาแล้ว แสดงในรูปที่ 4.8



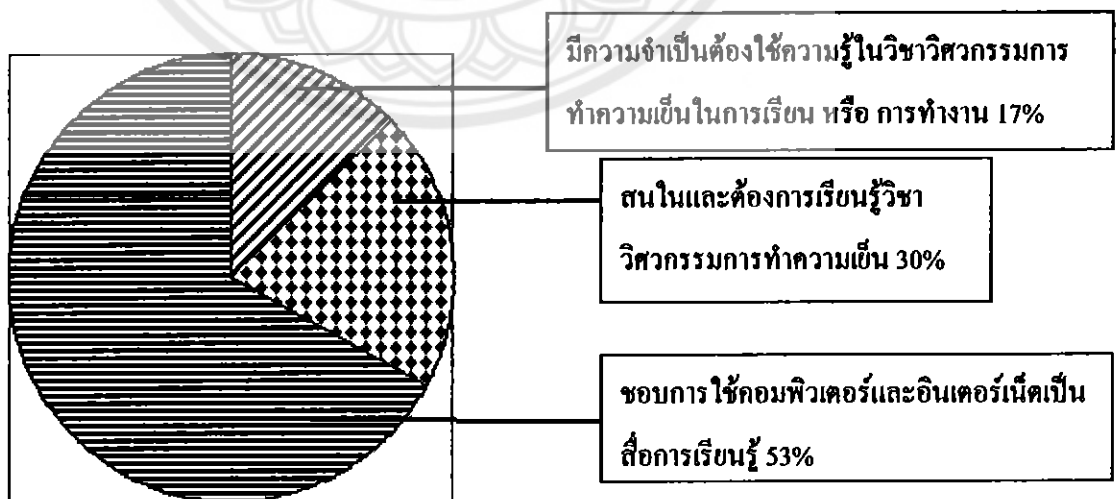
รูปที่ 4.8 แสดงส่วนของแบบฝึกหัด

4.2 ผลประเมินความคิดเห็น

4.2.1 ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ประเมิน

ทางคณะผู้จัดทำได้รวบรวมผู้ที่มาทำการทดลองใช้สื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ รายวิชา วิศวกรรมการทำความเย็น ได้เป็นนิสิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ชั้นปีที่ 4 จำนวน 30 คน โดยเป็นผู้ที่เคยศึกษาในรายวิชาวิศวกรรมการทำความเย็นจำนวน 15 คน และ ผู้ที่ไม่เคยศึกษาจำนวน 15 คน จากผลการประเมินเพื่อสำรวจความคิดเห็นจากการทดลองใช้สื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ในด้านต่าง ๆ พบว่า

4.2.2 เหตุผลของการเข้ามาใช้สื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์



กราฟที่ 4.1 แสดงผลเฉลี่ยเหตุผลของการเข้ามาใช้สื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์

#### 4.2.3 ความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ของผู้ประเมิน

โดยช่วงของระดับความคิดเห็นจะแบ่งเป็นช่วงค่าดังนี้

4.51 - 5.00 มีความเห็นด้วยมากที่สุด

3.51 - 4.50 มีความเห็นด้วยมาก

2.51 - 3.50 มีความเห็นด้วยปานกลาง

1.51 - 2.50 มีความเห็นด้วยน้อย

1.00 - 1.50 มีความเห็นด้วยน้อยที่สุด

โดยจะเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้ประเมิน 3 แบบ คือ ผู้ประเมินทั้งหมด ผู้ประเมินที่เคยศึกษา วิชาวิศวกรรมการทำมาหากินแล้ว และ ผู้ประเมินที่ยังไม่เคยศึกษาในรายวิชาวิศวกรรมการทำมาหากิน

##### 4.2.3.1 ความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ในภาพรวม

ตารางที่ 4.1 ความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ในภาพรวมผู้ประเมินทั้งหมด

ข้อ	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความเห็นด้วย
1. ความคิดเห็นต่อระบบการจัดการ	3.69	0.35	มาก
2. ความคิดเห็นต่อเนื้อหา	3.72	0.50	มาก
3. ความคิดเห็นต่อรูปแบบ	3.41	0.54	ปานกลาง
4. การประเมินผลเรียน	3.77	0.70	มาก
รวม	3.64	0.41	มาก

จากตาราง 4.1 ความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ในภาพรวม มีความเห็นด้วยอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาพบว่า (1) ความคิดเห็นต่อระบบการใช้งาน (2) ความ

คิดเห็นต่อเนื้อหา และ (4) การประเมินผล มีความเห็นด้วยอยู่ในระดับมาก ส่วน (3) ความคิดเห็นต่อการออกแบบ มีความเห็นด้วยในระดับปานกลาง

ตารางที่ 4.2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ในภาพรวมของผู้ที่เคยศึกษาในรายวิชาวิศวกรรมการทำความเย็น

ความคิดเห็น	ค่าเฉลี่ย		ระดับความเห็นด้วย
	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	
1. ความคิดเห็นต่อระบบการจัดการ	3.81	0.26	มาก
2. ความคิดเห็นต่อเนื้อหา	4.01	0.35	มาก
3. ความคิดเห็นต่อรูปแบบ	3.65	0.47	มาก
4. การประเมินผลเรียน	4.27	0.54	มาก
รวม	3.91	0.28	มาก

จากตาราง 4.2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ในภาพรวม มีความเห็นด้วยอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณา พบว่าทุกข้อมีความเห็นด้วยอยู่ในระดับมาก

ตารางที่ 4.3 ความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ในภาพรวมของผู้ที่ไม่เคยศึกษาในรายวิชาวิศวกรรมการทำความเย็น

ความคิดเห็น	ค่าเฉลี่ย		ระดับความเห็นด้วย
	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	
1. ความคิดเห็นต่อระบบการจัดการ	3.57	0.40	มาก
2. ความคิดเห็นต่อเนื้อหา	3.42	0.45	ปานกลาง

ความคิดเห็น	ค่าเฉลี่ย		ระดับ
	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	
3. ความคิดเห็นต่อรูปแบบ	3.17	0.50	ปานกลาง
4. การประเมินผลเรียน	3.27	0.44	ปานกลาง
รวม	3.37	0.35	ปานกลาง

จากตาราง 4.3 ความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ในภาพรวมมีความเห็นด้วยอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณา พบว่า (1) ความคิดเห็นต่อระบบการใช้งาน มีความเห็นด้วยในระดับมาก ส่วน (2) ความคิดเห็นต่อเนื้อหา (3) ความคิดเห็นต่อการออกแบบ และ (4) การประเมินผล มีความเห็นด้วยอยู่ในระดับปานกลาง

#### 4.2.3.2 ความคิดเห็นต่อระบบการจัดการ

ตารางที่ 4.4 ความคิดเห็นต่อระบบการจัดการของผู้ประเมินทั้งหมด

ความคิดเห็น	ค่าเฉลี่ย		ระดับ
	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	
1. สามารถเข้าเรียนได้ทุกเวลา	3.83	0.53	มาก
2. มีรูปแบบหน้าจอของแต่ละบทเรียนที่เป็นมาตรฐานเดียวกันทำให้เข้าใจง่าย	3.63	0.49	มาก
3. รูปแบบและเทคนิคการเรียนการสอน ซึ่งประกอบด้วยข้อความ ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวที่สื่อได้อย่างเหมาะสม และมีประสิทธิภาพ	3.53	0.51	มาก
4. ใช้สื่อประกอบที่ทำให้เข้าใจง่าย	3.77	0.50	มาก



การประเมิน	ค่าเฉลี่ย (Mean)		ระดับความเห็น พึงพอใจ
	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	
5. สามารถเรียนซ้ำได้หากยังไม่เข้าใจและสามารถหยุดเรียนชั่วคราว และกลับมาเรียนต่อได้	3.70	0.66	มาก
รวม	3.69	0.35	มาก

จากตารางที่ 4.4 ความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ในส่วนของความคิดเห็นต่อระบบการใช้งาน มีความเห็นด้วยอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณารายชื่อพบว่า ทุกข้อมีความเห็นด้วยอยู่ในระดับมาก

ตารางที่ 4.5 ความคิดเห็นต่อระบบการจัดการของผู้ที่เคยศึกษาในรายวิชาวิศวกรรมการทำความเย็น

การประเมิน	ค่าเฉลี่ย (Mean)		ระดับความเห็น พึงพอใจ
	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	
1. สามารถเข้าเรียนได้ทุกเวลา	4.00	0.38	มาก
2. มีรูปแบบหน้าจอของแต่ละบทเรียนที่เป็นมาตรฐานเดียวกันทำให้เข้าใจง่าย	3.67	0.49	มาก
3. รูปแบบและเทคนิคการเรียนการสอน ซึ่งประกอบด้วยข้อความ ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวที่สื่อได้อย่างเหมาะสม และมีประสิทธิภาพ	3.60	0.51	มาก
4. ใช้สื่อประกอบที่ทำให้เข้าใจง่าย	3.87	0.52	มาก
5. สามารถเรียนซ้ำได้หากยังไม่เข้าใจและสามารถหยุดเรียนชั่วคราว และกลับมาเรียนต่อได้	3.93	0.46	มาก
รวม	3.81	0.26	มาก

จากตารางที่ 4.5 ความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ในส่วนความคิดเห็นต่อระบบการใช้งาน มีความเห็นด้วยอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณารายข้อพบว่า ทุกข้อมีความเห็นด้วยอยู่ในระดับมาก

ตารางที่ 4.6 ความคิดเห็นต่อระบบการจัดการของผู้ที่ไม่เคยศึกษาในรายวิชาวิศวกรรมการทำ ความเย็น

ข้อ	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	ระดับความเห็นด้วย
1. สามารถเข้าเรียนได้ทุกเวลา	3.67	0.62	มาก
2. มีรูปแบบหน้าจอของแต่ละบทเรียนที่เป็นมาตรฐานเดียวกันทำให้เข้าใจง่าย	3.60	0.51	มาก
3. รูปแบบและเทคนิคการเรียนการสอนซึ่งประกอบด้วยข้อความ ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวที่สื่อได้อย่างเหมาะสม และมีประสิทธิภาพ	3.47	0.52	ปานกลาง
4. ใช้สื่อประกอบที่ทำให้เข้าใจง่าย	3.67	0.49	มาก
5. สามารถเรียนซ้ำได้หากยังไม่เข้าใจ และสามารถหยุดเรียนชั่วคราว และกลับมาเรียนต่อได้	3.47	0.74	ปานกลาง
รวม	3.57	0.40	มาก

จากตาราง 4.6 ความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ในส่วนความคิดเห็นต่อระบบการใช้งาน มีความเห็นด้วยอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณา พบว่า (1) สามารถเข้าเรียนได้ทุกเวลา (2) มีรูปแบบหน้าจอของแต่ละบทเรียนที่เป็นมาตรฐานเดียวกันทำให้เข้าใจง่าย และ (4) ใช้สื่อประกอบที่ทำให้เข้าใจง่าย มีความเห็นด้วยอยู่ในระดับมาก ส่วน (3) รูปแบบและเทคนิคการเรียนการสอน ซึ่งประกอบด้วยข้อความ ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวที่สื่อได้อย่างเหมาะสม และมีประสิทธิภาพ

และ (5) สามารถเรียนซ้ำได้หากยังไม่เข้าใจ และสามารถหยุดเรียนชั่วคราว และกลับมาเรียนต่อได้ มีความเห็นด้วยอยู่ในระดับปานกลาง

#### 4.2.3.3 ความคิดเห็นต่อเนื้อหา

ตารางที่ 4.7 ความคิดเห็นต่อเนื้อหาของผู้ประเมินทั้งหมด

1. เนื้อหาวิชาสอดคล้อง ครอบคลุมวัตถุประสงค์	3.87	0.82	มาก
2. เนื้อหาถูกต้องตามหลักวิชาน่าเชื่อถือ	3.60	0.72	มาก
3. การอธิบายเนื้อหา มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	3.77	0.68	มาก
4. เนื้อหาของบทเรียนจัดลำดับอย่างเป็นระบบ และเป็นมาตรฐานเดียวกันทำให้เข้าใจง่าย	3.73	0.58	มาก
5. มีการอธิบายตัวอย่างไว้อย่างละเอียดทำให้เข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น	3.63	0.72	มาก
6. ภาษาที่ใช้เหมาะสม ชัดเจน ถูกต้อง สามารถสื่อให้ผู้เรียนเข้าถึงและง่ายที่จะเข้าใจ	3.70	0.79	มาก
รวม	3.71	0.50	มาก

จากตารางที่ 4.7 ความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ในส่วนความคิดเห็นต่อเนื้อหา มีความเห็นด้วยอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณารายข้อพบว่า ทุกข้อมีความเห็นด้วยอยู่ในระดับมาก

ตารางที่ 4.8 ความคิดเห็นต่อเนื้อหาของผู้ที่เคยศึกษาในรายวิชาวิศวกรรมการทำความเป็น

ความคิดเห็น	ค่าเฉลี่ย		ระดับ
	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	
1. เนื้อหาวิชาสอดคล้องกรอบกลุ่มวัตถุประสงค์	4.33	0.72	มาก
2. เนื้อหาถูกต้องตามหลักวิชาน่าเชื่อถือ	4.07	0.59	มาก
3. การอธิบายเนื้อหา มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	4.07	0.59	มาก
4. เนื้อหาของบทเรียนจัดลำดับอย่างเป็นระบบ และเป็นมาตรฐานเดียวกันทำให้เข้าใจง่าย	3.93	0.26	มาก
5. มีการอธิบายตัวอย่างไว้อย่างละเอียดทำให้เข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น	3.73	0.80	มาก
6. ภาษาที่ใช้เหมาะสม ชัดเจน ถูกต้อง สามารถสื่อให้ผู้เรียนเข้าถึงและง่ายที่จะเข้าใจ	3.93	0.70	มาก
รวม	4.01	0.35	มาก

จากตารางที่ 4.8 ความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ในส่วนความคิดเห็นต่อเนื้อหา มีความเห็นด้วยอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาารายข้อพบว่า ทุกข้อมีความเห็นด้วยอยู่ในระดับมาก

ตารางที่ 4.9 ความคิดเห็นต่อเนื้อหาของผู้ที่ไม่เคยศึกษาในรายวิชาวิศวกรรมการทำความเป็น

ข้อความ	ความคิดเห็น		ระดับความ สำคัญ
	ค่าเฉลี่ย ความพึงพอใจ	ค่าเฉลี่ย ความสำคัญ	
1. เนื้อหาวิชาสอดคล้อง ครอบคลุมวัตถุประสงค์	3.40	0.63	ปานกลาง
2. เนื้อหาถูกต้องตามหลักวิชาน่าเชื่อถือ	3.13	0.52	ปานกลาง
3. การอธิบายเนื้อหา มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	3.47	0.64	ปานกลาง
4. เนื้อหาของบทเรียนจัดลำดับอย่างเป็นระบบ และเป็นมาตรฐานเดียวกันทำให้เข้าใจง่าย	3.53	0.74	มาก
5. มีการอธิบายตัวอย่างไว้อย่างละเอียดทำให้เข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น	3.53	0.64	มาก
6. ภาษาที่ใช้เหมาะสม ชัดเจน ถูกต้อง สามารถสื่อให้ผู้เรียนเข้าถึงและง่ายที่จะเข้าใจ	3.47	0.83	ปานกลาง
รวม	3.42	0.45	ปานกลาง

จากตาราง 4.9 ความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ในส่วนความคิดเห็นต่อเนื้อหา มีความเห็นด้วยอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณา พบว่า (1) เนื้อหาวิชาสอดคล้อง ครอบคลุมวัตถุประสงค์ (2) เนื้อหาถูกต้องตามหลักวิชาน่าเชื่อถือ (3) การอธิบายเนื้อหา มีความชัดเจน เข้าใจง่าย และ (6) ภาษาที่ใช้เหมาะสม ชัดเจน ถูกต้อง สามารถสื่อให้ผู้เรียนเข้าถึงและง่ายที่จะเข้าใจ มีความเห็นด้วยอยู่ในระดับปานกลาง ส่วน (4) เนื้อหาของบทเรียนจัดลำดับอย่างเป็นระบบ และเป็นมาตรฐานเดียวกันทำให้เข้าใจง่าย และ (5) มีการอธิบายตัวอย่างไว้อย่างละเอียดทำให้เข้าใจในเนื้อหา มากยิ่งขึ้น มีความเห็นด้วยอยู่ในระดับมาก

## 4.2.3.4 ความคิดเห็นต่อรูปแบบ

ตารางที่ 4.10 ความคิดเห็นต่อรูปแบบของผู้ประเมินทั้งหมด

ความคิดเห็น	จำนวนผู้ประเมิน		ระดับความเห็นชอบ
	จำนวน	ร้อยละ	
1. ตัวอักษรอ่านง่าย เหมาะสม และกลมกลืนใน ทุกหน้า	3.50	0.77	ปานกลาง
2. ภาพประกอบสื่อความหมายตรงจุดประสงค์ ของเนื้อหาที่เรียน	3.50	0.63	ปานกลาง
3. รูปภาพประกอบที่นำมาใช้ประกอบบทเรียนมี ความเหมาะสม และตรงตามเนื้อหา	3.37	0.72	ปานกลาง
4. ปุ่มคำสั่งในการเลือก และข้อความลิงก์วางใน ตำแหน่งเหมาะสมและสื่อความหมายชัดเจน	3.37	0.77	ปานกลาง
5. การจัดองค์ประกอบโดยรวมมีความกลมกลืน ใช้งานง่าย	3.33	0.76	ปานกลาง
รวม	3.41	0.54	ปานกลาง

จากตารางที่ 4.10 ความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ในส่วนความคิดเห็นต่อการออกแบบ มีความเห็นด้วยอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณารายข้อพบว่า ทุกข้อมีความเห็นด้วยอยู่ในระดับปานกลาง

ตารางที่ 4.11 ความคิดเห็นต่อรูปแบบของผู้ที่ศึกษาในรายวิชาวิศวกรรมการทำความเย็น

ความคิดเห็น	ผู้เรียน		ความคิดเห็น
	ค่าเฉลี่ย	ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย	
1. ตัวอักษรอ่านง่าย เหมาะสม และกลมกลืนในทุกหน้า	3.73	0.70	มาก
2. ภาพประกอบสื่อความหมายตรงจุดประสงค์ของเนื้อหาที่เรียน	3.67	0.49	มาก
3. รูปภาพประกอบที่นำมาใช้ประกอบบทเรียนมีความเหมาะสม และตรงตามเนื้อหา	3.67	0.62	มาก
4. ปุ่มคำสั่งในการเลือก และข้อความลิงค์วางในตำแหน่งเหมาะสมและสื่อความหมายชัดเจน	3.53	0.92	มาก
5. การจัดองค์ประกอบโดยรวมมีความกลมกลืนใช้งานง่าย	3.67	0.72	มาก
รวม	3.65	0.47	มาก

จากตารางที่ 4.11 ความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ในส่วนความคิดเห็นต่อการออกแบบ มีความเห็นด้วยอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณารายข้อพบว่า ทุกข้อมีความเห็นด้วยอยู่ในระดับมาก

ตารางที่ 4.12 ความคิดเห็นต่อรูปแบบของผู้ที่ไม่เคยศึกษาในรายวิชาวิศวกรรมการทำ  
ความ  
เย็น

ความคิดเห็น	จำนวนผู้ตอบ		ระดับความ ความ
	จำนวน	ร้อยละ	
1. ตัวอักษรอ่านง่าย เหมาะสม และกลมกลืนใน ทุกหน้า	3.27	0.80	ปานกลาง
2. ภาพประกอบสื่อความหมายตรงจุดประสงค์ ของเนื้อหาที่เรียน	3.33	0.72	ปานกลาง
3. รูปภาพประกอบที่นำมาใช้ประกอบบทเรียนมี ความเหมาะสม และตรงตามเนื้อหา	3.07	0.70	ปานกลาง
4. ปุ่มคำสั่งในการเลือก และข้อความลิงค์วางใน ตำแหน่งเหมาะสมและสื่อความหมายชัดเจน	3.20	0.56	ปานกลาง
5. การจัดองค์ประกอบโดยรวมมีความกลมกลืน ใช้งานง่าย	3.00	0.66	ปานกลาง
รวม	3.17	0.50	ปานกลาง

จากตารางที่ 4.12 ความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ในส่วนความคิด  
เห็นต่อการออกแบบ มีความเห็นด้วยอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณารายชื่อพบว่า ทุกข้อมี  
ความเห็นด้วยอยู่ในระดับปานกลาง



## 4.2.3.5 การประเมินผลการเรียน

ตารางที่ 4.13 การประเมินผลการเรียนของผู้ประเมินทั้งหมด

ข้อสังเกต	จำนวนผู้ประเมิน		ระดับความเห็นด้วย
	ทั้งหมด	จำนวนผู้ประเมิน ที่ตอบข้อสังเกต	
1. เข้าใจเนื้อหาวิชามากขึ้น	3.63	0.35	มาก
2. มีประโยชน์ต่อการค้นคว้าเพิ่มเติม และให้ความรู้ทั่วไปในวงกว้าง	3.73	0.50	มาก
3. สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง	3.93	0.54	มาก
รวม	3.77	0.70	มาก

จากตารางที่ 4.13 ความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ในส่วนการประเมินผลการเรียน มีความเห็นด้วยอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาข้อพบว่า ทุกข้อมีความเห็นด้วยอยู่ในระดับมาก

ตารางที่ 4.14 การประเมินผลการเรียนของผู้ที่ศึกษาในรายวิชาวิศวกรรมการทำความเป็น

ข้อสังเกต	จำนวนผู้ประเมิน		ระดับความเห็นด้วย
	ทั้งหมด	จำนวนผู้ประเมิน ที่ตอบข้อสังเกต	
1. เข้าใจเนื้อหาวิชามากขึ้น	4.13	0.52	มาก
2. มีประโยชน์ต่อการค้นคว้าเพิ่มเติม และให้ความรู้ทั่วไปในวงกว้าง	4.27	0.80	มาก
3. สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง	4.40	0.74	มาก
รวม	4.27	0.54	มาก

จากตารางที่ 4.14 ความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ในส่วนการประเมินผลการเรียน มีความเห็นด้วยอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณารายข้อพบว่า ทุกข้อมีความเห็นด้วยอยู่ในระดับมาก

ตารางที่ 4.15 การประเมินผลการเรียนของผู้ที่ไม่เคยศึกษาในรายวิชาวิศวกรรมการทำควมเย็น

ข้อคำถาม	จำนวน		ระดับ
	ตอบ	ไม่ตอบ	
1. เข้าใจเนื้อหาวิชามากขึ้น	3.13	0.64	ปานกลาง
2. มีประโยชน์ต่อการค้นคว้าเพิ่มเติม และให้ความรู้ทั่วไปในวงกว้าง	3.20	0.56	ปานกลาง
3. สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง	3.47	0.52	ปานกลาง
รวม	3.27	0.44	ปานกลาง

จากตารางที่ 4.15 ความคิดเห็นเกี่ยวกับสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ในส่วนการประเมินผลการเรียน มีความเห็นด้วยอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณารายข้อพบว่า ทุกข้อมีความเห็นด้วยอยู่ในระดับปานกลาง

## บทที่ 5

### สรุปผลการดำเนินงาน

โครงการการออกแบบและสร้างสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์กรณีศึกษาวิชาวิศวกรรม การทำความเย็น ซึ่งเป็นรายวิชาที่เป็นส่วนหนึ่งใน กลุ่มวิชาวิศวกรรมหลักเฉพาะ สำหรับสาขา วิศวกรรมเครื่องกลหมวดที่ 6 ของใบประกอบวิชาชีพ (ก.ว.) จะใช้โปรแกรมในการออกแบบและสร้าง 2 โปรแกรม คือ

- Adobe Photoshop CS3 ใช้ในการปรับแต่งความคมชัดของภาพและตัวหนังสือที่ได้ผ่าน ขั้นตอนการวาดภาพมาแล้วหรือใช้ปรับแต่งภาพที่สแกนมา หลังจากนั้นทำการแปลงไฟล์ จากไฟล์ .ai เป็นไฟล์ .jpeg เพื่อบีบอัดให้ไฟล์มีขนาดเล็กลง

- Adobe Flash CS3 ใช้ในการออกแบบภาพเคลื่อนไหว เพื่อประกอบคำบรรยายในแต่ละ หัวข้อ เช่น แสดงให้เห็นการไหลของสารทำความเย็น ในระบบการทำความเย็นแบบอัดไอ เห็นภาพ จริงของอุปกรณ์ที่ใช้ในงานการทำความเย็น เห็นการแสดงค่าต่าง ๆ บนแผนภูมิไซโครเมตริก และ เห็นการแสดงค่าต่าง ๆ บนแผนภูมิความดัน-เอนทัลปี เป็นต้น ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจและสามารถ วิเคราะห์ในเนื้อหาได้ง่ายขึ้น

#### 5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

สื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ วิชาวิศวกรรมการทำความเย็น ประกอบด้วยเนื้อหา ทั้งหมด 13 บท เนื้อหาภายในแต่ละบทจะเกี่ยวข้องกับ พื้นฐานของการทำความเย็น, คุณสมบัติทาง ไซโครเมตริกและกระบวนการอากาศ, การประมาณค่าการทำความเย็น, ประเภทต่าง ๆ ของ ระบบการทำความเย็น, อุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบทำความเย็น, การออกแบบอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบการ ทำความเย็น, การออกแบบท่อสารทำความเย็น, คุณสมบัติของสารทำความเย็น

ซึ่งในแต่ละบทจะมีภาพจริงของอุปกรณ์ต่าง ๆ ภาพเคลื่อนไหวของระบบต่าง ๆ มีกราฟและ ตาราง รวมถึงแทรก โจทย์ปัญหา เพื่อจะช่วยให้ผู้เรียนหรือคนที่ไม่มีความรู้ในงานการทำความเย็น เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น รวมถึงคนที่มีความรู้ในงานการทำความเย็นอยู่แล้ว สามารถที่จะเข้ามาทบทวน เนื้อหาได้

ในการทดลองการใช้สื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ โดยให้นิสิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 30 คน โดยเป็นผู้ที่เคยศึกษาในรายวิชาวิศวกรรมการทำความเย็นจำนวน 15 คน และผู้ที่ไม่เคยศึกษาจำนวน 15 คน จากผลการประเมินเพื่อสำรวจความคิดเห็นจากการทดลองใช้สื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ พบว่าผู้ทดลองใช้มีความพึงพอใจในด้านระบบการจัดการ, ด้านเนื้อหา, ด้านรูปแบบ และด้านการประเมินผลการเรียน ได้ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) เท่ากับ 3.64 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.41 โดยที่ค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.51 - 4.50 พบว่ามีความเห็นด้วยอยู่ในระดับ มาก

## 5.2 ข้อเสนอแนะของการทำงาน

1. ควรแทรกข้อสอบ ก.ว. ในบทเรียนต่าง ๆ เพื่อนิสิตจะได้เห็นรูปแบบของข้อสอบ ก.ว. และได้ฝึกทำข้อสอบ ก.ว. ด้วย
2. ถ้ามีเสียงบรรยายเมื่อเปิดใช้งานสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ จะช่วยให้ผู้เรียนมีความสนใจในการเรียน โดยใช้ระบบอิเล็กทรอนิกส์มากขึ้น



## บรรณานุกรม

- [1] C.P. Arora (1981), Refrigeration and Air Conditioning, Tata MacGraw-Hill Publishing Company Limited.
- [2] Roy J. Dossat (1981), Principles of Refrigeration. 4<sup>th</sup> edition, Prentice-Hill Inc.
- [3] Wilbret F. Stoecker and Jerold W. Jones (1982), Refrigeration and Air Conditioning, 2<sup>nd</sup> edition, MacGraw-Hill Book Company
- [4] Wilbret F. Stoecker (1988), Industrial Refrigeration, Business News Publishing Company
- [5] Yunus A. Cengel (2002), Approach Thermodynamic, MacGraw-Hill Inc.
- [5] ดร. บุญสร้าง คิเรกสถาพร เอกสารประกอบการสอน การทำความเย็น มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- [6] ศรี วาทกิจ เอกสารประกอบการสอน การแปรรูปอาหาร มหาวิทยาลัยนครพนม
- [7] วีรศักดิ์ บุญทน (2007), การทำความเย็น, สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- [8] ศิมรู่กัณฑ์ แคนลา. เอกสารประกอบการสอน วิศวกรรมทำความเย็น มหาวิทยาลัยนเรศวร
- [9] สุรัช ภัทรกนิรันทร์ และ รวี งามโชคชัยเจริญ. (2546). มาตรฐาน Psychrometric Chart กันเฉอะ. เชิดพันธ์ วิฑูราภรณ์, บทความวิชาการชุดที่ 8 (หน้า 42-94). กรุงเทพฯ :สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย
- [10] เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการ ครั้งที่ 1/2549. Commercial Refrigeration Cold Room Design
- [9] [www.IXL.co.th](http://www.IXL.co.th)

[10] [www.wtg.co.th](http://www.wtg.co.th)

[11] [www.gomelglass.com](http://www.gomelglass.com)

[12] [www.patkol.co.th](http://www.patkol.co.th)

[13] [www.surapon.com](http://www.surapon.com)

[14] [www.tohkaiya.com](http://www.tohkaiya.com)

[15] [www.smtv.co.th](http://www.smtv.co.th)

[16] [www.autotechnology.net](http://www.autotechnology.net)

[17] [www.ashraceregion1.org](http://www.ashraceregion1.org)



## ประวัติผู้เขียนโครงการ

ชื่อ - สกุล : นายอดิชาติ สุวรรณวัฒน์  
 รหัสนิสิต : 49362390  
 ที่อยู่ปัจจุบัน : 99/93 ถ.สิงห์วัฒน์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000

### ประวัติการศึกษา:

จบชั้นประถมศึกษาจากโรงเรียนเทศบาล 2 จ.พิษณุโลก

จบชั้นมัธยมศึกษาจากโรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม

ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีสาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก



ชื่อ - สกุล : นายธนาकर นพแก้ว  
 รหัสนิสิต : 49363526  
 ที่อยู่ปัจจุบัน : 790 ถ.ราชดำเนิน ต.ในเมือง อ.เมือง

จ.กำแพงเพชร 62000

### ประวัติการศึกษา:

จบชั้นประถมศึกษาจากโรงเรียนวัดคูยาง จ.กำแพงเพชร

จบชั้นมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ กำแพงเพชร

ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก



ชื่อ - สกุล : นายสุเมธ จันทร์แสงศรี  
 รหัสนิสิต : 49363809  
 ที่อยู่ปัจจุบัน : 28 หมู่ 14 ต.ท่าพล อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ 67250

### ประวัติการศึกษา:

จบชั้นประถมศึกษาและมัธยมศึกษาจากโรงเรียน  
 เซนต์โยเซฟศรีเพชรบูรณ์

ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีสาขาวิชา  
 วิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก

