



การออกแบบเครื่องดูดความชื้น

กรณีศึกษาบริษัทพีทีที เมนเทนแนนซ์ แอนด์ เอนจิเนียริง จำกัด

DEHUMIDIFIER DESIGN

A CASE STUDY OF PTT MAINTENANCE AND ENGINEERING CO. LTD.

นางสาวขวัญนก พิบูลย์ศรี

TNI

โครงการสหกิจศึกษาเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีไทย – ญี่ปุ่น

พ.ศ. 2559

การออกแบบเครื่องดูดความชื้น

กรณีศึกษาบริษัทพีทีที เมนเทนแนนซ์ แอนด์ เอนจิเนียริง จำกัด

DEHUMIDIFIER DESIGN

A CASE STUDY OF PTT MAINTENANCE AND ENGINEERING CO. LTD.

นางสาววัณชนก พิบูลย์ศรี

โครงการสหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีไทย – ญี่ปุ่น

พ.ศ. 2559

คณะกรรมการสอบ

..... ประธานกรรมการสอบ/อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ ดร.ดอน แก้วดก)

..... กรรมการสอบ

(อาจารย์ โกวิท ทวยหาญ)

..... กรรมการสอบ

(อาจารย์ เทอดศักดิ์ ใจงาม)

ชื่อโครงการ	การออกแบบเครื่องดูดความชื้น กรณีศึกษาบริษัท พีทีที เมนเทนแนนซ์ แอนด์ เอนจิเนียริง จำกัด DEHUMIDIFIER DESIGN: A CASE STUDY OF PTT MAINTENANCE AND ENGINEERING CO., LTD.
ผู้เขียน	นางสาววัญชนก พิบูลย์ศรี
คณะวิชา	วิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร.ดอน แก้วดก
พนักงานที่ปรึกษา	นายวิเชียร ปรามคลัง
ชื่อบริษัท	บริษัท พีทีที เมนเทนแนนซ์ แอนด์ เอนจิเนียริง จำกัด
ประเภทธุรกิจ / สินค้า	บริการงานซ่อมบำรุง วิศวกรรม และตรวจสอบโรงงาน

บทสรุป

จากการศึกษาการทำงานในการซ่อมบำรุงรักษาภายในถังหรือหอกลับ ซึ่งเป็นที่อับอากาศ โดยปัจจุบันทางแผนกได้ทำการเช่าเครื่องดูดความชื้นมาใช้ประกอบกับการทำงานของพนักงานในที่อับอากาศแต่เนื่องด้วยราคาเช่าเครื่องดูดความชื้นมีราคาสูง จึงเป็นข้อจำกัดของบริษัท จึงได้ดำเนินโครงการเกี่ยวกับการออกแบบเครื่องดูดความชื้นขึ้นเอง โดยศึกษากระบวนการปรับอากาศ กระบวนการทำงานเพื่อที่จะนำมาปรับใช้ในการออกแบบเครื่องดูดความชื้น ศึกษาแนวทางในการลดความชื้น โดยใช้อุปกรณ์ฮีทปั๊มเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการลดความชื้น ทำการออกแบบ diagram และโครงสร้างของเครื่องดูดความชื้น แล้วกำหนดอุณหภูมิต้นแบบที่ต้องการของเครื่องดูดความชื้น เพื่อใช้ในการคำนวณหาอัตราการดึงความชื้นในคอยล์เย็น จากนั้นทำการเปรียบเทียบต้นทุนคงที่ ระหว่างการเช่าเครื่องดูดความชื้นจากภายนอกกับเครื่องดูดความชื้นที่ทำขึ้นมาเอง

จากผลการดำเนินการ มีอัตราการดึงความชื้นจากคอยล์เย็นเฉลี่ยเท่ากับ 0.2587 kg/h และราคาต้นทุนคงที่ในการสร้างเครื่องเองเทียบกับราคาเช่าเครื่อง ลดลง 55.56 %

Project's name	DEHUMIDIFIER DESIGN: A CASE STUDY OF PTT MAINTENANCE AND ENGINEERING CO., LTD
Writer	Ms. Kwanchanok Piboonsri
Faculty	Industrial Engineering
Faculty Advisor	Dr.Don Kaewdook
Job Supervisor	Mr.Wichien Prangklang
Company's name	PTT Maintenance and Engineering Co., Ltd.
Business Type / Product	Maintenance Service Engineering Service and Plant Inspection Service

Summary

This project is study about maintenance working in tank or colum that it's confined space. Now section mechanical maintenance dehumidifier rent for work in confined space but it high price, Then result the company couldn't paid for a rent so designer search for dehumidifier design due to study air condition process in order to apply for dehumidifier and study about humidity reducing of heat pipe. Diagram dehumidifier design and structure dehumidifier design and then assign temperature and relative humidity in order to calculate moisture condensation rate of cooling coil after that cost compare between dehumidifier rent and dehumidifier design

In the conclusion average moisture condensation rate is 0.2587 kg/h and fixed cost can be reduced 55.56%

กิตติกรรมประกาศ

รายงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยความเรียบร้อยได้โดยความกรุณาช่วยเหลือแนะนำอย่างดี
ยิ่งจาก อาจารย์ดอน แก้วดก และคุณวิเชียร ปรามคลัง รวมถึงบุคลากรท่านอื่นๆ ที่ไม่ได้กล่าวนาม
ทุกท่านที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำรวมถึงเสนอแนะข้อคิดเห็นต่างๆ ในการจัดทำรายงานมาโดยตลอด

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลเป็นที่ปรึกษา
ในการทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ตลอดจนให้การดูแลและให้ความเข้าใจเกี่ยวกับชีวิตของ
การทำงาน ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขวัญชนก พิบูลย์ศรี

TNI

สารบัญ

หน้า

บทสรุป

ก

Summary

ข

กิตติกรรมประกาศ

ค

สารบัญ

ง

สารบัญ (ต่อ)

จ

สารบัญ (ต่อ)

ฉ

สารบัญตาราง

ช

สารบัญภาพประกอบ

ซ

สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

ณ

บทที่

1. บทนำ

1

1.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ

1

1.2 ลักษณะธุรกิจของสถานประกอบการ

2

1.3 รูปแบบการจัดองค์กร และการบริหารองค์กร

3

1.4 ตำแหน่งและหน้าที่งานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย

5

1.5 พนักงานที่ปรึกษา และ ตำแหน่งของพนักงานที่ปรึกษา

5

1.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

5

1.7 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

5

1.8 วัตถุประสงค์หรือจุดมุ่งหมายของโครงการที่ได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติงาน

5

1.9 ขอบเขตของโครงการ

6

1.10 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

6

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2. ทฤษฎีและเทคโนโลยีที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	7
2.1 ระบบปรับอากาศ	7
2.1.1 พื้นฐานของงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	7
2.1.2 ประเภทระบบปรับอากาศ	9
2.1.3 PSYCHROMETRI	13
2.1.4 วัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอ	14
2.1.5 แผนภาพมอลเลียร์	14
2.1.6 ส่วนประกอบของระบบทำความเย็นแบบอัดไอ	16
2.1.7 หลักการคำนวณด้านพลังงานของวัฏจักรทำความเย็นแบบอัดไอ	26
2.2 การลดความชื้นด้วยฮีทไปป์ (Heat Pipe Dehumidification)	29
2.2.1 หลักการทำงานของเทคโนโลยี	29
2.2.2 การใช้ฮีทไปป์ในการลดความชื้น	30
2.2.3 การใช้ทดแทนเทคโนโลยีเดิม	31
2.3 ที่อับอากาศ (Confined Spaces)	35
2.3.1 อันตรายจากการปฏิบัติงานในสถานที่อับอากาศ	35
2.3.2 ขั้นตอนการทำงานในสถานที่อับอากาศ	37
3. แผนงานการปฏิบัติงานและขั้นตอนการดำเนินงาน	38
3.1 แผนงานการปฏิบัติงาน	38
3.2 การออกแบบแผนภาพการทำงานโดยใช้โปรแกรม Edraw max	39
3.3 การออกแบบโครงสร้างเครื่องดูดความชื้นโดยใช้โปรแกรม Catia	41
3.4 กระบวนการปรับอากาศ	42
3.5 สมการที่ใช้ในการคำนวณ	43

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4. ผลการดำเนินงาน และวิเคราะห์	44
4.1 ผลการคำนวณการออกแบบกระบวนการปรับอากาศ	45
4.1.1 ช่วง Precool	45
4.1.2 ช่วง Cooling coil 1	46
4.1.3 ช่วง Reheat	47
4.1.4 ช่วง Cooling coil 2	48
4.2 ผลการเปรียบเทียบต้นทุน	49
5. บทสรุปและข้อเสนอแนะ	51
5.1 สรุปผลการดำเนินโครงการ	51
5.2 ข้อเสนอแนะจากการดำเนินงาน	52
เอกสารอ้างอิง	53
ภาคผนวก	54
ภาคผนวก ก แผนภูมิไฮโดรเมตริก	55
ภาคผนวก ข รายงานการปฏิบัติงานประจำสัปดาห์	57
ประวัติผู้จัดทำโครงการ	76

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 3.1 แสดงแผนงานการปฏิบัติงาน	38
ตารางที่ 3.2 แสดงกระบวนการปรับอากาศ	42
ตารางที่ 4.1 แสดงผลการคำนวณในช่วง Precool	44
ตารางที่ 4.2 แสดงผลการคำนวณในช่วง Cooling coil1	45
ตารางที่ 4.3 แสดงผลการคำนวณในช่วง Reheat	46
ตารางที่ 4.4 แสดงผลการคำนวณในช่วง Cooling coil2	47
ตารางที่ 4.5 แสดงราคาต้นทุนคงที่ของเครื่องดูดความชื้น	49

TNI

TAH - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

สารบัญภาพประกอบ

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 1.1 สัญลักษณ์บริษัท พีทีที เมนเทนแนนซ์ แอนด์ เอนจิเนียริง จำกัด	1
ภาพที่ 1.2 งานบริการหลักของบริษัท พีทีที เมนเทนแนนซ์ แอนด์ เอนจิเนียริง จำกัด	2
ภาพที่ 1.3 แผนผังการจัดการองค์กร	3
ภาพที่ 1.4 โครงสร้างธุรกิจของ บริษัท ปตท. จำกัด	4
ภาพที่ 2.1 ระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นระบายความร้อนด้วยน้ำ	9
ภาพที่ 2.2 ระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นระบายความร้อนด้วยอากาศ	10
ภาพที่ 2.3 ระบบปรับอากาศแบบเป็นชุดระบายความร้อนด้วยน้ำ	11
ภาพที่ 2.4 ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน	12
ภาพที่ 2.5 แผนภาพไซโครเมตริกชาร์ต (Psychrometric Chart)	13
ภาพที่ 2.6 รูปแบบของการอัดไอในวัฏจักรของการทำความเย็น	14
ภาพที่ 2.7 แผนภาพมอลเลียร์ของ R-410A	14
ภาพที่ 2.8 เครื่องระเหยแบบแห้ง (dry expansion evaporator)	16
ภาพที่ 2.9 เครื่องระเหยแบบเปียก (flooded evaporator)	17
ภาพที่ 2.10 เครื่องระเหยแบบเปียก (flooded evaporator)	18
ภาพที่ 2.11 คอมเพรสเซอร์แบบเปิด (open type compressors)	19
ภาพที่ 2.12 คอมเพรสเซอร์แบบกึ่งปิด (semi-hermetic compressors)	19
ภาพที่ 2.13 คอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบ (reciprocating type)	20
ภาพที่ 2.14 คอมเพรสเซอร์แบบโรตารี (rotary type)	20

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 2.15 คอมเพรสเซอร์แบบก้นหอยหรือแบบสโครล์ (scroll type)	21
ภาพที่ 2.16 คอนเดนเซอร์ชนิดเปลือกและท่อ (shell and tube condenser)	24
ภาพที่ 2.17 ฮีทไปป์ (Heat Pipe)	29
ภาพที่ 2.18 ระบบลดความชื้นด้วยฮีทไปป์	30
ภาพที่ 2.19 แสดงการลดความชื้นในระบบอากาศทั่วไป	31
ภาพที่ 2.20 แผนภูมิ Psychrometric ของการลดความชื้นในระบบปรับอากาศทั่วไป	32
ภาพที่ 2.21 แสดงการลดความชื้นด้วยฮีทไปป์ (Heat Pipe)	33
ภาพที่ 2.22 แผนภูมิ Psychrometric ของการลดความชื้นด้วยฮีทไปป์	34
ภาพที่ 3.1 แสดงหน้าแรกการเปิดหน้าแรกของโปรแกรม Edraw max	39
ภาพที่ 3.2 แสดงพื้นที่ที่จะทำการออกแบบแผนภาพ	39
ภาพที่ 3.3 แสดงแถบเครื่องมือค้นหา ส่วนประกอบในวงจร	40
ภาพที่ 3.4 แผนภาพของเครื่องดูดความชื้น	40
ภาพที่ 3.5 การออกแบบโครงสร้างเครื่องดูดความชื้น	41
ภาพที่ 3.6 แผนภูมิไซโครเมตริก แสดงกระบวนการปรับอากาศในลักษณะต่างๆ	42
ภาพที่ 4.1 Diagram dehumidifier	44
ภาพที่ 4.2 ช่วง Precool	45
ภาพที่ 4.3 ช่วง Cooling coil 1	46
ภาพที่ 4.4 ช่วง Reheat	47
ภาพที่ 4.5 ช่วง Cooling coil 2	48
ภาพที่ 4.6 กราฟแท่งเปรียบเทียบต้นทุน	49

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ



ภาพที่ 1.1 สัญลักษณ์บริษัท พีทีที เมนเทนแนนซ์ แอนด์ เอนจิเนียริง จำกัด

ชื่อบริษัท : บริษัท พีทีที เมนเทนแนนซ์ แอนด์ เอนจิเนียริง จำกัด

ชื่อภาษาอังกฤษ : PTT Maintenance and Engineering Co.,Ltd.

ก่อตั้งขึ้นเมื่อ : 18 มิถุนายน พ.ศ.2552

ที่อยู่ : 22/2 ถนนปภังกรสงเคราะห์ราษฎร์ ตำบลมาบตาพุด อำเภอเมืองระยอง จังหวัดระยอง

รหัสไปรษณีย์ 21150

โทรศัพท์ 038-933-800

โทรสาร 038-977-900

เว็บไซต์ : www.pttme.com

1.2 ลักษณะธุรกิจของสถานประกอบการ

วิสัยทัศน์

- เป็นบริษัทชั้นนำในกลุ่มประเทศอาเซียน ที่ให้บริการในงานซ่อมบำรุงและวิศวกรรมอย่างเบ็ดเสร็จ

ภารกิจ

- ให้การบริการงานบำรุงรักษาและวิศวกรรมที่เป็นเลิศให้กับบริษัทในกลุ่ม ปตท. และลูกค้าสำคัญ
- สนับสนุนการเติบโตของบริษัทในกลุ่ม ปตท. เป็นสำคัญ

คุณค่า

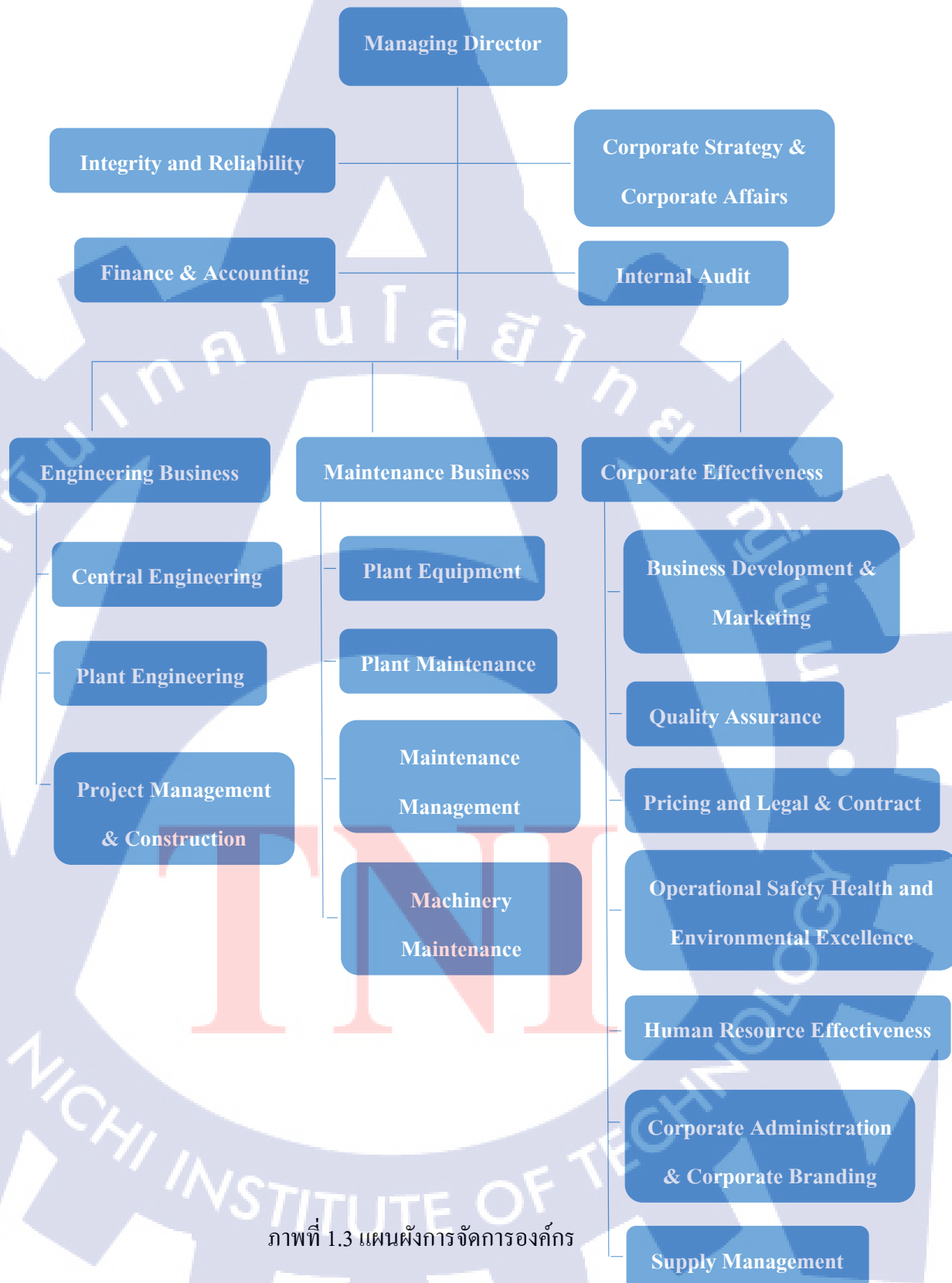
- กล้าเผชิญ/กล้าบุกเบิกงานใหม่ มุ่งสู่บริการด้าน Hi-End
- พนักงานทุ่มเท เสียสละ ต่อการสร้างงานบริษัท
- มุ่งมั่นพัฒนางานให้บริการสู่ความเป็นเลิศ
- บริหารจัดการอย่างมืออาชีพ
- สร้างสรรค์เทคโนโลยี ที่เป็นประโยชน์เพิ่มมูลค่างานให้ลูกค้า หรือบริษัท
- รับผิดชอบต่อลูกค้า โดยยึดลูกค้าเป็นศูนย์กลาง รับผิดชอบต่อชุมชนโดยป้องกันอุบัติเหตุ และผลกระทบสิ่งแวดล้อมต่อชุมชน
- ยึดหลักจริยธรรม ความโปร่งใส และความซื่อสัตย์
- ทำงานเป็นทีม และร่วมกันบริหาร แบ่งปันความรู้

Core Business



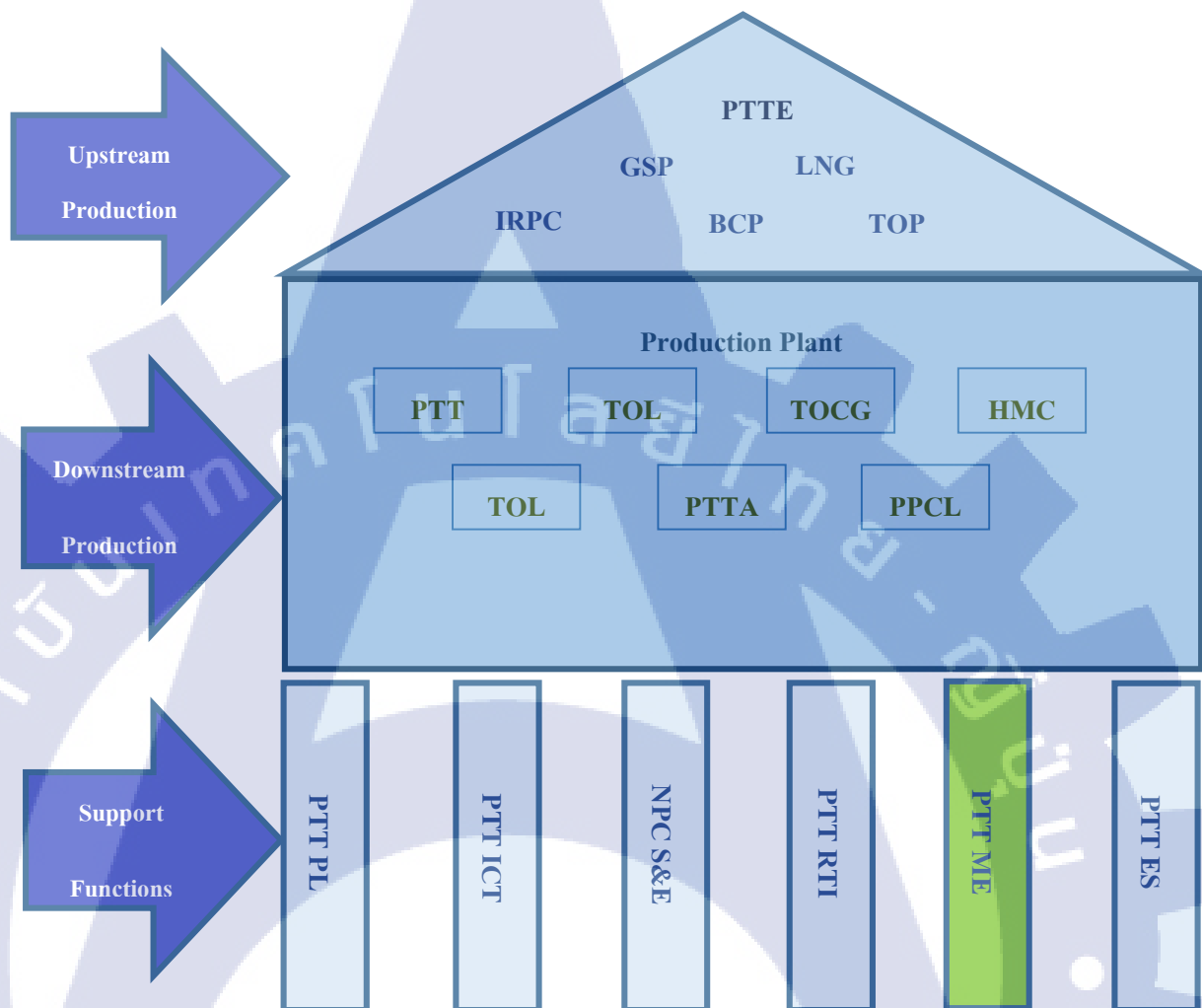
ภาพที่ 1.2 งานบริการหลักของบริษัท พีทีที เมนเทนแนนซ์ แอนด์ เอนจิเนียริง จำกัด

1.3 รูปแบบการจัดองค์กร และการบริหารองค์กร



ภาพที่ 1.3 แผนผังการจัดการองค์กร

PTT Business Structure



ภาพที่ 1.4 โครงสร้างธุรกิจของ บริษัท ปตท. จำกัด

1.4 ตำแหน่งและหน้าที่งานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย

ศึกษาข้อมูลค้นคว้าทางเทคนิค

1.5 พนักงานที่ปรึกษา และ ตำแหน่งของพนักงานที่ปรึกษา

ชื่อภาษาไทย นายวิเชียร ปรางคลัง

ชื่อภาษาอังกฤษ Mr.Wichien Prangklang

ตำแหน่ง ผู้จัดการแผนกบำรุงรักษาเครื่องกล (Section Manager Mechanical Maintenance)

1.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

ตั้งแต่ เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 จนถึง เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 รวมระยะเวลาในการปฏิบัติทั้งหมด 4 เดือน

1.7 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากการทำงานของแผนกซ่อมบำรุงเครื่องกลมีการทำงานในถังหรือหอกลับเพื่อทำการบำรุงรักษา ซ่อมแซม อุปกรณ์ เครื่องกลภายในถังซึ่งภายในถังหรือหอกลับ เป็นที่อับอากาศ ที่มีทั้งความร้อน คลื่นพิษ สารเคมี สิ่งเหล่านี้เป็นอุปสรรคในการทำงานของผู้ที่ทำการบำรุงรักษาทางแผนกซ่อมบำรุงรักษาเครื่องกลจึงทำการเช่าเครื่องดูดความชื้นมาเพื่อให้ความสะดวกสบายแก่ผู้ทำการบำรุงรักษาภายในหอกลับ แต่เนื่องด้วยราคาเช่าเครื่องดูดความชื้นมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงทางบริษัทจึงงบประมาณที่จำกัดในการสนับสนุนในด้านนี้ ผู้จัดทำจึงคิดทำการออกแบบเครื่องดูดความชื้นขึ้นเอง ซึ่งมีความเป็นไปได้ที่จะช่วยลดต้นทุนมากกว่าที่จะเช่าเครื่องจากหน่วยงานภายนอกและจะช่วยให้ผู้ทำการบำรุงรักษาทำงานได้อย่างสะดวกสบาย

1.8 วัตถุประสงค์หรือจุดมุ่งหมายของโครงการที่ได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติงาน

1.8.1 ศึกษาการทำงานของระบบปรับอากาศ

1.8.2 ดำเนินการออกแบบเครื่องดูดความชื้น (Dehumidifier)

1.8.3 ลดต้นทุนการเช่าเครื่องดูดความชื้น (Dehumidifier)

1.9 ขอบเขตของโครงการ

1.9.1 เครื่องดูดความชื้น (Dehumidifier)

- กำหนดค่าอุณหภูมิที่ต้องการ 25°C
- กำหนดค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่ต้องการ 50 %

1.10 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.10.1 เพื่อให้ความสบายตัวให้แก่พนักงานเมื่อไปซ่อมบำรุงภายในที่อับอากาศ
- 1.10.2 เพื่อลดต้นทุนในการเช่าเครื่องดูดความชื้นจากภายนอก
- 1.10.3 เพื่อลดความชื้นจากอากาศภายนอก

บทที่ 2

ทฤษฎีและวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาครั้งนี้มุ่งถึงการออกแบบเครื่องดูดความชื้นเพื่อใช้ในการทำงานในสถานที่ยับอากาศของผู้ที่ทำการบำรุงรักษาภายในหอกลิ้น หรือภายในถัง

2.1 ระบบปรับอากาศ

ระบบปรับอากาศ คือ กระบวนการรักษาสภาวะอากาศโดยการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น ความสะอาด การกระจายลม และ เสียง ให้เกิดความรู้สึกสบายต่อผู้อยู่อาศัยและเกิดสภาวะอากาศตามความต้องการของกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม

ระบบปรับอากาศเป็นการประยุกต์การใช้งานของระบบทำความเย็น ดังนั้น การทำงานในอุปกรณ์หลักจะเหมือนระบบทำความเย็น ส่วนใหญ่เราใช้ระบบปรับอากาศเพื่อความสบาย โดยเฉพาะในส่วนสำนักงานเพราะประเทศไทยอยู่ในเขตร้อนชื้น สำหรับอุตสาหกรรมบางประเภทมีการใช้ระบบปรับอากาศในกระบวนการผลิตเพื่อรักษาอุณหภูมิและความชื้นให้เหมาะสม รวมทั้งการใช้เพื่อระบายความร้อนให้กับอุปกรณ์หรือเครื่องจักรในกระบวนการผลิต

2.1.1 พื้นฐานของงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

อุณหภูมิ หน่วยของอุณหภูมิที่ใช้งานโดยทั่วไป ซึ่งเป็นซีลบนเทอร์โมมิเตอร์(เครื่องมือที่ใช้วัดระดับความร้อน) คือ องศาเซลเซียส หรือ องศาฟาเรนไฮต์

องศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$) หมายถึง ระบบการบอกอุณหภูมิโดยมีอุณหภูมิของ จุดเยือกแข็งของน้ำเป็น 0°C ที่ความดันบรรยากาศ และมีอุณหภูมิของจุดเดือดของน้ำเป็น 100°C ที่ความดันบรรยากาศเช่นกัน

องศาฟาเรนไฮต์ ($^{\circ}\text{F}$) หมายถึง ระบบการบอกอุณหภูมิโดยมีอุณหภูมิของน้ำแข็งผสมเกลือเป็น 0°F และอุณหภูมิปกติของร่างกายคนเป็น 100°F ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิทั้ง 2 แบบเขียนเป็นสมการ ได้ดังนี้

$$^{\circ}\text{C} = 5/9 (^{\circ}\text{F} - 32)$$

$$^{\circ}\text{F} = 9/5 (^{\circ}\text{C}) + 32$$

อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry Bulb Temperature) เป็นอุณหภูมิของอากาศที่วัดด้วยเทอร์โมมิเตอร์ที่บรรจุด้วยปรอท หรือแอลกอฮอล์เขียนด้วยอักษรย่อ DB.

อุณหภูมิกระเปาะเปียก (Wet Bulb) เป็นอุณหภูมิของอากาศที่วัดด้วยเทอร์โมมิเตอร์ซึ่งมีผ้าโปร่งหุ้มอยู่ที่กระเปาะ ซึ่งจะห้อยจุ่มไปในถ้วยที่บรรจุน้ำอยู่ น้ำจะซึมไปตามผ้าทำให้กระเปาะเปียกอยู่ตลอดเวลา น้ำที่ผ้าโปร่งจะระเหยทำให้อุณหภูมิของผ้าโปร่งต่ำลงทำให้ความร้อนถ่ายเทจากกระเปาะเทอร์โมมิเตอร์ ซึ่งจะทำให้บอกอุณหภูมิต่ำลง โดยจะขึ้นอยู่กับปริมาณอากาศ คือความชื้น ในเมื่อความชื้นสูงน้ำก็จะระเหยได้น้อย ทำให้อุณหภูมิตกลงได้น้อย ทั้งนี้จะเขียนด้วยอักษรย่อ WB.

ปริมาณความชื้นในอากาศจะหาได้จากผลต่างของอุณหภูมิกระเปาะแห้งกับอุณหภูมิของกระเปาะเปียกหน่วยของการทำความเย็น

คำจำกัดความของ 1 ตันความเย็น (Rt.) คือความเย็นขนาด 1 ตัน สามารถทำน้ำที่มีอุณหภูมิ 0°C หนัก 1000 kg. เย็นจนกลายเป็นน้ำแข็งหมดในเวลา 24 ชม. หรือถ้าใช้ 1 ตันความเย็น เท่ากับ 2,000 ปอนด์นั้น จากความร้อนแฝงของการทำละลายของน้ำแข็งเท่ากับ 144 B.t.u./hr. คือน้ำแข็งหนัก 1 ปอนด์ ซึ่งจะเท่ากับ 288,000 B.t.u. ในระยะเวลา 24 ชั่วโมง หรือ 12,000 B.t.u./hr. แต่ถ้าเปลี่ยนเป็นหน่วย kcal จะเท่ากับ 3,024 B.t.u./hr. จึงเขียนหน่วยเป็น 1 USRt.

$$1 \text{ USRt. (1 ตันความเย็น)} = 12,000 \text{ BTU/hr.} = 3,024 \text{ kcal/hr.}$$

TNI

THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

2.1.2 ประเภทระบบปรับอากาศ

1. ประเภททำน้ำเย็นระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled Water Chiller)

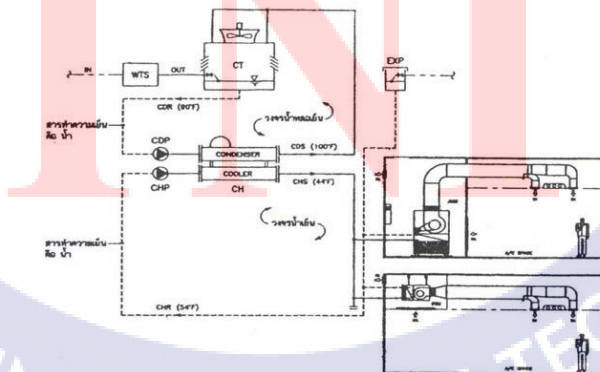
เป็นระบบที่มีขนาดใหญ่ที่สุดอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุดคือเครื่องทำน้ำเย็น และมีอุปกรณ์ประกอบคือปั้มน้ำเย็น ปั้มน้ำระบายความร้อน หอผึ่งเย็น และอุปกรณ์ส่งจ่ายลมเย็น การทำงานแบ่งเป็น 2 วงจร คือ

1.1 วงจรน้ำเย็น

โดยเริ่มจากปั้มน้ำเย็นส่งน้ำเข้าไปปรับความเย็นจากสารทำความเย็นที่ Cooler เพื่อให้อุณหภูมิน้ำเย็นได้ตามต้องการ แล้วจึงส่งน้ำเย็นไปยังอุปกรณ์ส่งจ่ายลมเย็นโดยอุปกรณ์ส่งจ่ายลมเย็นแต่ละชุดจะมีลิ้นควบคุมปริมาณน้ำ ซึ่งได้รับสัญญาณจากอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ โดยถ้าอุณหภูมิในพื้นที่สูงจะส่งสัญญาณให้ลิ้นเปิดน้ำเข้าชุดต่อแลกเปลี่ยนความร้อนมากขึ้น หลังจากนั้นน้ำรับความร้อนจากอากาศที่แลกเปลี่ยนแล้วจะกลับไปปรับความเย็นจาก Cooler อีก โดยการดูของปั้มน้ำเย็น

1.2 วงจรน้ำระบายความร้อน

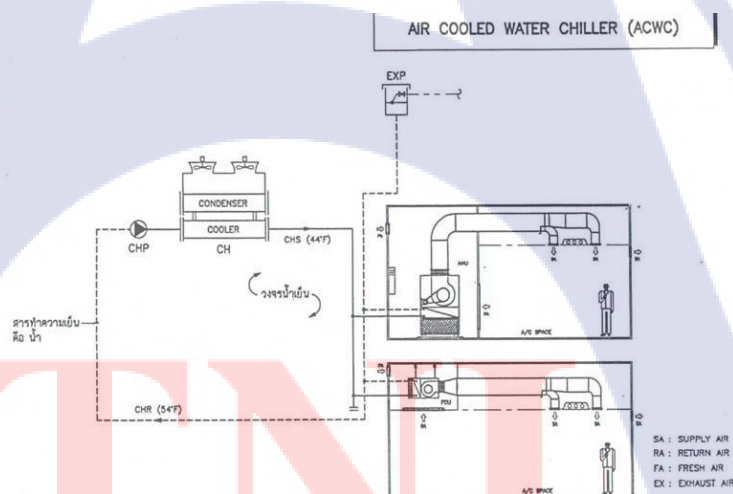
เริ่มจากปั้มน้ำระบายความร้อนส่งน้ำเข้าไปปรับความร้อนจากสารทำความเย็นที่ Condenser น้ำร้อนที่ได้จะถูกส่งไประบายความร้อนที่หอผึ่งเย็น ซึ่งที่หอผึ่งเย็นนั้นน้ำจะถูกระบายความร้อนด้วยอากาศที่อยู่แวดล้อม หลังจากอุณหภูมิน้ำลดลงตามต้องการจะถูกส่งไปเข้า Condenser โดยการดูของปั้มน้ำระบายความร้อน การประหยัดพลังงานในระบบนี้จะต้องเพิ่มประสิทธิภาพของแต่ละอุปกรณ์ให้สูงที่สุดและใช้งานให้สัมพันธ์กับการปรับอากาศ



ภาพที่ 2.1 ระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นระบายความร้อนด้วยน้ำ

2. ประเภททำน้ำเย็นระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooler Water Chiller)

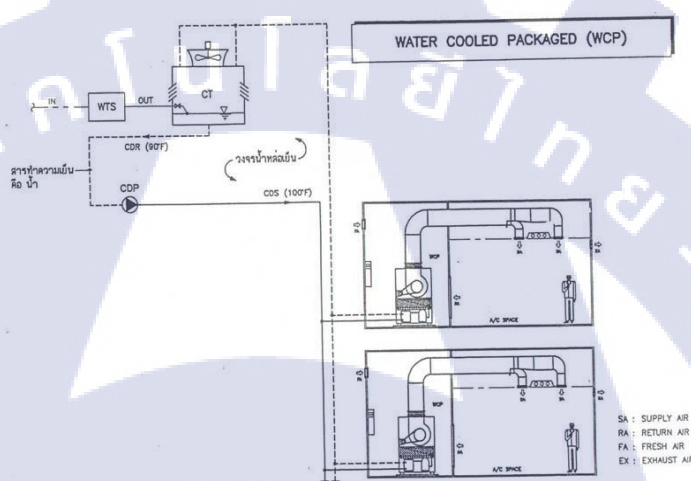
เป็นระบบที่เล็กกว่าระบบแรกโดยมีความแตกต่างกันที่การระบายความร้อนเท่านั้น ซึ่งระบบนี้จะไม่มีการใช้น้ำระบายความร้อนเพราะจะใช้อากาศในการระบายความร้อน ดังนั้นอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุดคือ เครื่องทำน้ำเย็นและมีอุปกรณ์ประกอบคือปั๊มน้ำเย็นและอุปกรณ์ส่งจ่ายลมเย็น เท่านั้น การระบายความร้อนออกจากสารทำความเย็นจะใช้อากาศดูดหรือเป่าไปยังขดท่อความร้อน ซึ่งพัดลมอาจมีจำนวนหลายชุดใน Chiller แต่ละชุด ดังนั้นเครื่องทำน้ำเย็นระบบนี้จะมีประสิทธิภาพต่ำกว่าแบบระบายความร้อนด้วยน้ำเพราะน้ำจะมีความสามารถในการระบายความร้อนสูงกว่า อีกทั้งเมื่อพัดลมชำรุดจะเกิดการลัดวงจรของลมทำให้ประสิทธิภาพลดลงด้วย นอกจากนี้เครื่องปรับอากาศระบบนี้จะมีอายุการใช้งานสั้นเพราะจะต้องติดตั้งภายนอกอาคารซึ่งตากแดดตากฝนตลอดเวลา ดังนั้นผู้ใช้ควรดูแลทำความสะอาดและหาวัสดุให้ร่มเงาแก่ขดท่อความร้อน ปัจจุบันมีโรงงานหลายแห่งได้ใช้น้ำช่วยระบายความร้อนโดยการสเปรย์ไปที่ขดท่อความร้อนส่งผลให้ประสิทธิภาพสูงขึ้นประมาณ 10-20%



ภาพที่ 2.2 ระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นระบายความร้อนด้วยอากาศ

3. ประเภทเป็นชุดระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled Package)

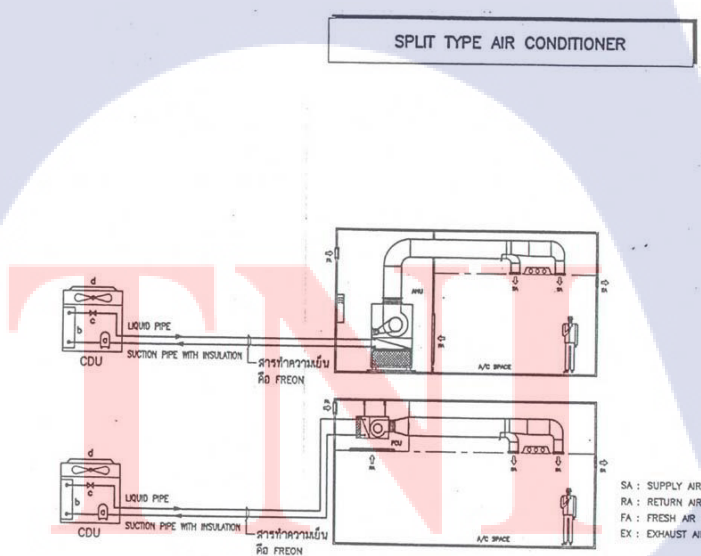
แบบนี้จะมีขนาดเล็ก โดยทั้งชุดอยู่ภายในบริเวณปรับอากาศซึ่งจะมีคอมเพรสเซอร์อยู่ภายในด้วย แต่จะมีชุดระบายความร้อนด้วยน้ำแยกกันแต่ละชุด ดังนั้นปัญหาของระบบนี้คือการบำรุงรักษาหรือการทำความสะอาดคอนเดนเซอร์ซึ่งมีขนาดเล็กและมีจำนวนมาก ส่วนระบบปั๊มน้ำระบายความร้อนและห่อหุ้มเย็นจะเหมือนกับระบบระบายความร้อนด้วยน้ำแบบอื่น ในการตรวจสอบและบำรุงรักษาคอนเดนเซอร์นั้นก็ทำเช่นเดียวกับคอนเดนเซอร์ของระบบใหญ่



ภาพที่ 2.3 ระบบปรับอากาศแบบเป็นชุดระบายความร้อนด้วยน้ำ

4. ประเภทแยกส่วน (Split Type)

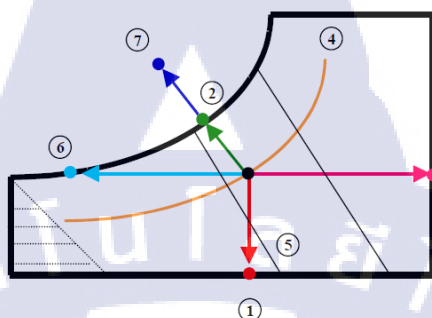
เป็นแบบที่มีขนาดเล็กที่สุด ส่วนใหญ่ใช้กับห้องปรับอากาศในโรงงานเพราะสะดวกในการใช้งานและการดูแลรักษาไม่ยุ่งยากมากนักแต่ประสิทธิภาพต่ำกว่าระบบใหญ่ ส่วนประกอบที่ใช้พลังงานแยกเป็น 2 ส่วนคือ Condensing Unit อาจอยู่ภายนอกห้อง ซึ่งประกอบด้วยขดท่อความร้อนแฝง และคอมเพรสเซอร์ ส่วนที่สองคือ Fan Coil Unit จะอยู่ภายในห้อง ซึ่งประกอบด้วยขดท่อความเย็นและพัดลม โดยทั้งสองส่วนจะเชื่อมต่อกันด้วยท่อทองแดง สิ่งที่สำคัญของระบบนี้จะต้องทำความสะอาดขดท่อและกรองอากาศเป็นประจำ รวมทั้งตรวจเช็คปริมาณสารทำความเย็นและฉนวนหุ้มท่อ นอกจากนั้นในการติดตั้งถ้ามีระยะห่างกันเกิน 5 เมตร จะต้องขยายขนาดท่อดูดสารทำความเย็น(ท่อไอ)ให้ใหญ่ขึ้นและเพิ่มปริมาณสารหล่อลื่นเข้าไปในคอมเพรสเซอร์ และถ้าติดตั้ง Condensing Unit สูงกว่า Fan Coil Unit ท่อทางดูดจะต้องทำ TAP เป็นรูปตัว Y หรือตัวเอส เพื่อให้ น้ำมันหล่อลื่นถูกดูดกลับเข้าคอมเพรสเซอร์ได้ มิเช่นนั้นคอมเพรสเซอร์จะเกิดการไหม้ได้ นอกจากนั้นกรณีที่ดินลดความดันอยู่ที่ Condensing Unit จะต้องทำการหุ้มฉนวนท่อทองแดงทั้งสองท่อแยกจากกัน



ภาพที่ 2.4 ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน

2.1.3 PSYCHROMETRIC CHART

อากาศที่อยู่รอบตัวเราประกอบด้วยอากาศแห้งและไอน้ำ ซึ่งเรียกว่าอากาศชื้น ดังนั้นการหาปริมาณไอน้ำหรือปริมาณความร้อนที่อยู่ในอากาศชื้นจะต้องใช้แผนภาพไซโครเมตริกชาร์ต โดยแผนภาพไซโครเมตริกชาร์ตจะแสดงคุณสมบัติดังนี้

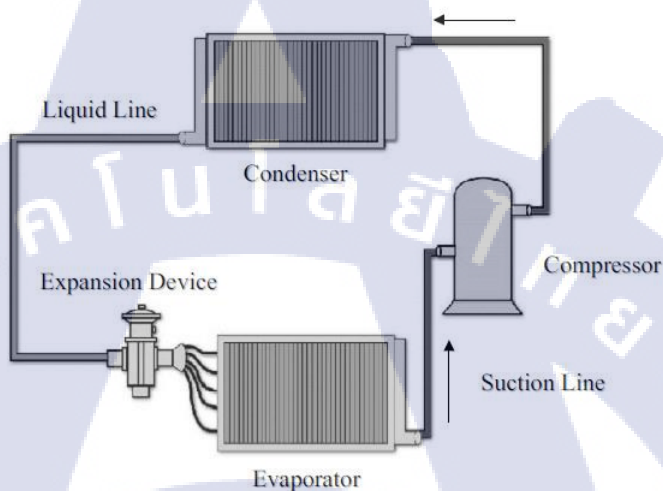


ภาพที่ 2.5 แผนภาพไซโครเมตริกชาร์ต (Psychrometric Chart)

1. อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry bulb temperature, db) คือ อุณหภูมิที่อ่านค่าจากเทอร์โมมิเตอร์ที่กระเปาะแห้ง
2. อุณหภูมิกระเปาะเปียก (Wet bulb temperature, wb) คือ อุณหภูมิที่อ่านจากเทอร์โมมิเตอร์ที่กระเปาะหุ้มด้วยผ้าสำลีที่ขึ้น โดยต้องมีกระแสลมพัดผ่านกระเปาะเปียกที่ความเร็วไม่น้อยกว่า 5 m/s
3. ความชื้นจำเพาะ (Humidity ratio) คือ อัตราส่วนโดยน้ำหนักระหว่างไอน้ำในอากาศต่ออากาศแห้ง 1 kg
4. ความชื้นในอากาศ (Relative humidity, RH) คือ อัตราส่วนความดันระหว่างความดันของไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศชื้น และความดันอิ่มตัวของไอน้ำที่อุณหภูมิเดียวกัน
5. ปริมาตรจำเพาะของอากาศชื้น (Specific volume) คือ ปริมาตรของอากาศชื้นต่อ 1 กิโลกรัมของอากาศแห้ง
6. อุณหภูมิจุดน้ำค้าง (Dew point, DP) คือ อุณหภูมิที่ไอน้ำในอากาศเริ่มควบแน่นเป็นหยดน้ำเมื่ออากาศชื้นถูกทำให้เย็นลง
7. ความร้อนจำเพาะของอากาศ (Specific enthalpy, h) คือ ปริมาณความร้อนที่ทำให้อากาศแห้ง 1 กิโลกรัม และน้ำ X กิโลกรัม ร้อนขึ้นจาก 0°C เป็น 1°C

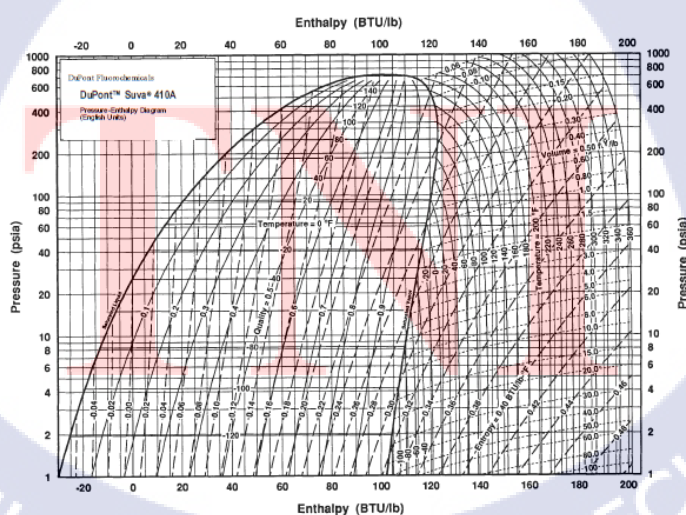
2.1.4 วัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอ

วัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอ มีการทำงานเบื้องต้นซึ่งประกอบด้วย 4 กระบวนการหลัก คือกระบวนการอัด (compression process) โดยคอมเพรสเซอร์ กระบวนการควบแน่น (condensing process) โดยคอนเดนเซอร์ กระบวนการขยายตัว (expansion process) โดยลิ้นลดความดันหรืออุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหล และกระบวนการกลายเป็นไอ (vaporizing process) โดยเครื่องระเหย



ภาพที่ 2.6 รูปแบบของการอัดไอในวัฏจักรของการทำความเย็น

2.1.5 แผนภาพมอลเลียร์



ภาพที่ 2.7 แผนภาพมอลเลียร์ของ R-410A

แผนภาพมอลเลียร์ เป็นแผนภาพซึ่งสามารถแสดงสถานะต่างๆ ของสารทำความเย็นในทุกสถานะทางเทอร์โมไดนามิกส์ และทุกกระบวนการในวัฏจักรทำความเย็น

1. วิธีการอ่านแผนภาพมอลเลียร์

แผนภาพมอลเลียร์ประกอบด้วยเส้นบอกคุณสมบัติต่างๆ ของสารทำความเย็น ซึ่งสามารถแยกทำความเข้าใจรายละเอียดของเส้นต่างๆ ได้ดังนี้

1.1 เส้นของเหลวอิ่มตัวและเส้นไออิ่มตัว (saturated liquid and saturated vapor lines)

- เขตของเหลวเย็นยิ่ง (subcooled region) คือพื้นที่บริเวณด้านซ้ายของเส้นของเหลวอิ่มตัว สารทำความเย็นที่อยู่ในพื้นที่นี้จะมีสถานะเป็นของเหลวที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดอิ่มตัว เรียกว่า ของเหลวเย็นยิ่ง (subcooled liquid)

- เขตไอร้อนยิ่งยั้ง (superheated region) คือพื้นที่บริเวณด้านขวาของเส้นไออิ่มตัว สารทำความเย็นในพื้นที่นี้จะมีสถานะเป็นไอที่มีอุณหภูมิสูงกว่าจุดอิ่มตัว เรียกว่า ไอร้อนยิ่งยั้ง หรือไอดง (superheated vapor)

- เขตเปลี่ยนสถานะ (phase change region) คือพื้นที่ระหว่างเส้นของเหลวอิ่มตัว และเส้นไออิ่มตัว สารทำความเย็นในพื้นที่นี้จะมีสถานะผสมระหว่างของเหลวและไอ (liquid-vapor mixture) หรือเป็นเขตเปลี่ยนสถานะ คือการเปลี่ยนแปลงจากด้านขวาเป็นการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นไอลตามกระบวนการกลายเป็นไอ (vaporization) และการเปลี่ยนแปลงจากด้านขวาไปซ้ายเป็นการเปลี่ยนสถานะจากไอเป็นของเหลวตามกระบวนการควบแน่น (condensation)

จุดที่เชื่อมต่อระหว่างเส้นของเหลวอิ่มตัวและเส้นไออิ่มตัวคือจุดวิกฤต (critical point) ซึ่งเป็นจุดที่สารทำความเย็นจะเปลี่ยนสถานะจากของเหลวอิ่มตัวไปเป็นไอร้อนยิ่งยั้ง หรือจากไอร้อนยิ่งยั้งไปเป็นของเหลวอิ่มตัวได้ทันที โดยไม่ต้องผ่านช่วง liquid-vapor mixture

2.1.6 ส่วนประกอบของระบบทำความเย็นแบบไออัด

ระบบทำความเย็นแบบอัดไอ ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ร่วมกันทำงาน โดยแบ่งออกได้เป็นอุปกรณ์หลักและอุปกรณ์ประกอบการทำงาน

อุปกรณ์หลัก (main components) เป็นอุปกรณ์ที่เครื่องทำความเย็นทุกแบบ ทุกขนาดจะต้องมีเหมือนกันหมด คือ คอมเพรสเซอร์ คอนเดนเซอร์ ลั่นลดความดันหรืออุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหล และเครื่องระเหย

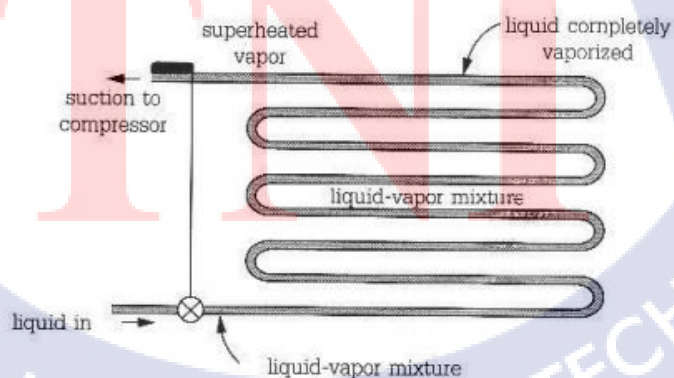
1. อีวาโปเรเตอร์หรือเครื่องระเหย (Evaporator)

เครื่องระเหยทำหน้าที่รับน้ำยาที่ถูกลดความดันจากลั่นลดความดัน โดยขณะที่น้ำยาผ่านเครื่องระเหยจะดูดความร้อนจากบริเวณรอบๆ เพื่อใช้ในการเปลี่ยนสถานะทำให้บริเวณใกล้เคียงเกิดความเย็นขึ้น สามารถจำแนกประเภทของเครื่องระเหยได้เป็น 2 ลักษณะ คือ จำแนกตามวิธีการป้อนสารทำความเย็น และ จำแนกตามลักษณะโครงสร้าง

1.1 การจำแนกเครื่องระเหยตามวิธีการป้อนสารทำความเย็น (methods of refrigerant feed)

1.1.1 เครื่องระเหยแบบแห้ง (dry expansion evaporator)

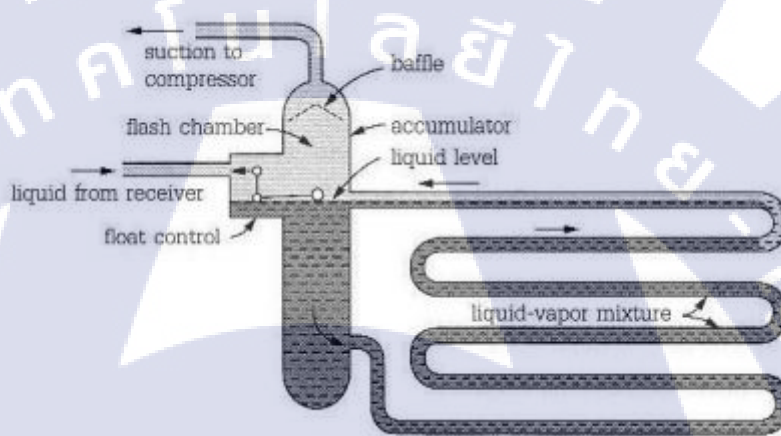
ปริมาณสารทำความเย็นที่ถูกป้อนเข้าในเครื่องระเหยจะถูกจำกัดปริมาณให้เดือดกลายเป็นไอหมดก่อนเข้าคอมเพรสเซอร์ เป็นแบบที่ทำให้ประสิทธิภาพต่ำแต่มีข้อดีคือออกแบบง่าย อุปกรณ์ประกอบน้อย ใช้สารทำความเย็นน้อย ราคาถูก นิยมใช้ในเครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศทั่วไป



ภาพที่ 2.8 เครื่องระเหยแบบแห้ง (dry expansion evaporator)

1.1.2 เครื่องระเหยแบบเปียก (flooded evaporator)

จะมีถังทำหน้าที่สะสมของเหลว เพื่อจ่ายให้กับเครื่องระเหย และรับของเหลวที่เดือดเป็นไอ ไม่หมดกลับเข้าถัง โดยส่วนที่เป็นไอจะถูกแยกออกไปเข้าคอมเพรสเซอร์ต่อไป การจ่ายน้ำยาเหลว เข้าในเครื่องระเหยจะอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลก (gravity) ระดับของเหลวจะท่วมแช่ในเครื่องระเหยตลอดเวลา โดยมีลูกลอยเป็นตัวรักษาระดับของเหลว ทำให้ประสิทธิภาพในการทำคามเย็น สูง เช่นที่ใช้ในเครื่องปรับอากาศระบบчилเลอร์ซึ่งใช้คอมเพรสเซอร์แบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง หรือใช้กับเครื่องระเหยในบ่อน้ำเกลือของโรงงานแช่แข็งแบบช่อง เป็นต้น



ภาพที่ 2.9 เครื่องระเหยแบบเปียก (flooded evaporator)

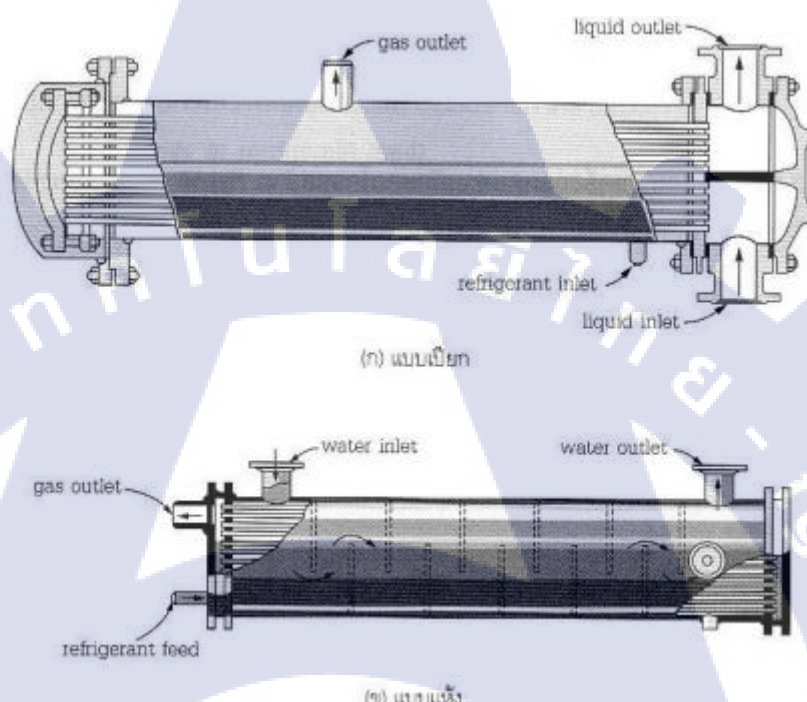
1.2 การจำแนกเครื่องระเหยตามลักษณะโครงสร้าง (types of construction)

1.2.1 เครื่องระเหยชนิดท่อและครีป (finned-tube evaporator)

มีโครงสร้างและหลักการทำงานเหมือนกับคอนเดนเซอร์ คือมีท่อและครีปอะลูมิเนียมบาง เป็นโครงสร้างหลัก เพราะต่างก็ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (heat exchanger) แต่ทำงานในลักษณะตรงกันข้าม คือคอนเดนเซอร์ระบายความร้อนให้กับอากาศ แต่เครื่องระเหยดูดความร้อนจากอากาศที่ผ่าน

1.2.2 เครื่องระเหยชนิดเปลือกและท่อ (shell and tube evaporator)

มีโครงสร้างและหลักการทำงานเหมือนกับที่ใช้เป็นคอนเดนเซอร์ นิยมใช้กับระบบปรับอากาศแบบใช้น้ำเย็น โดยเรียกเครื่องระเหยชนิดนี้ว่าเป็น ชิลเลอร์ (chillers) มีทั้งที่เป็นแบบแห้งและแบบเปียก



ภาพที่ 2.10 เครื่องระเหยแบบเปียก (flooded evaporator)

2. คอมเพรสเซอร์ (Compressor)

คอมเพรสเซอร์ทำหน้าที่ดูดน้ำยาในสภาพที่เป็นไอจากเครื่องระเหย เพื่อทำให้ความดันในเครื่องระเหยลดต่ำลงจนสามารถทำให้น้ำยากลายเป็นไอและสร้างความเย็นได้ พร้อมทั้งทำการอัดให้น้ำยาที่มีความดันสูงขึ้นจนสามารถควบแน่นเป็นของเหลวในคอนเดนเซอร์และส่งน้ำยาผ่านอุปกรณ์ต่างๆ ในวงจร สามารถจำแนกคอมเพรสเซอร์ออกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ จำแนกตามลักษณะโครงสร้าง และจำแนกตามวิธีการอัด

2.1 การจำแนกคอมเพรสเซอร์ตามลักษณะโครงสร้าง (types of construction)

2.1.1 คอมเพรสเซอร์แบบเปิด (open type compressors)

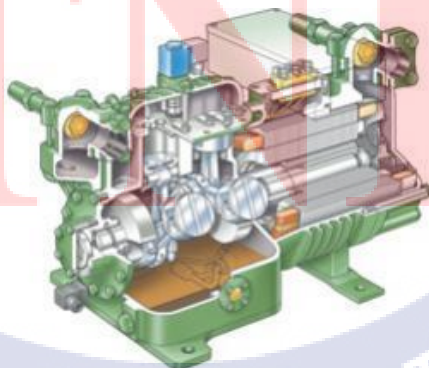
แบบที่ตัวขับซึ่งอาจจะเป็นมอเตอร์ไฟฟ้าหรือเครื่องยนต์และตัวคอมเพรสเซอร์ถูกแยกออกเป็นอิสระต่อกัน กำลังขับจะถูกส่งผ่านสายพานหรือต่อขับเพลลาโดยตรง และเนื่องจากจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ป้องกันการรั่วที่เพลลา (shaft seal) ซึ่งเป็นข้อเสียที่หลังจากใช้งานไปแล้วอาจเกิดการรั่วของน้ำยาหรือน้ำมันหล่อลื่นได้ แต่มีข้อดีคือเมื่อมีปัญหาสามารถแยกเฉพาะส่วนที่เสียออกมาซ่อมได้



ภาพที่ 2.11 คอมเพรสเซอร์แบบเปิด (open type compressors)

2.1.2 คอมเพรสเซอร์แบบกึ่งปิด (semi-hermetic compressors)

แบบที่ตัวคอมเพรสเซอร์และตัวขับจะถูกประกอบรวมอยู่ในโครงสร้างเดียวกันโดยใช้สลักเกลียว (bolts) เป็นตัวยึด ดังนั้นเมื่อเกิดการเสียหาย สามารถถอดออกตรวจสอบได้โดยโครงสร้างไม่เสียหายและเนื่องจากไม่มีการต่อแกนเพลลาออกมาภายนอกจึงไม่ต้องใช้อุปกรณ์ป้องกันการรั่วที่เพลลา



ภาพที่ 2.12 คอมเพรสเซอร์แบบกึ่งปิด (semi-hermetic compressors)

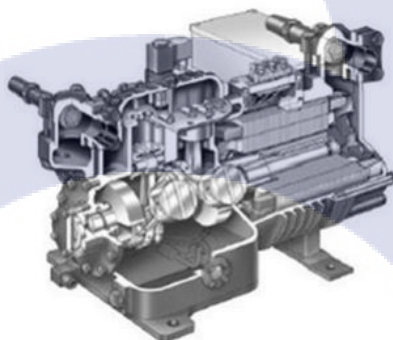
2.1.3 คอมเพรสเซอร์แบบหุ้มปิด (hermetic compressors)

แบบที่ตัวคอมเพรสเซอร์และตัวขับเคลื่อนประกอบรวมอยู่ในโครงสร้างเดียวกัน และถูกเชื่อมปิดสนิท ซึ่งมีข้อดีคือป้องกันการรั่วได้ดี มีขนาดเล็ก ทำงานได้เงียบ มีความสั่นสะเทือนน้อย จึงนิยมใช้กับเครื่องทำความเย็นที่ใช้ในบ้าน แต่มีข้อเสียคือไม่สามารถแยกตัวขับหรือคอมเพรสเซอร์ออกมาซ่อมเฉพาะส่วนที่เสียได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการถอดออกเพื่อตรวจซ่อมยากเพราะถูกประกอบไว้ด้วยวิธีการเชื่อม

2.2 การจำแนกคอมเพรสเซอร์ตามวิธีการอัด (compression methods)

2.2.1 คอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบ (reciprocating type)

อาศัยการทำงานของเพลาค้อนเหวี่ยง (crank shaft) ขับลูกสูบให้เกิดการดูดอัด มีใช้กับเครื่องทำความเย็นตั้งแต่ขนาดเล็กต่ำกว่าแรงม้าจนถึงขนาดใหญ่ มากกว่า 100 แรงม้า เป็นแบบที่นิยมใช้งานมากที่สุด



ภาพที่ 2.13 คอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบ (reciprocating type)

2.2.2 คอมเพรสเซอร์แบบโรตารี (rotary type)

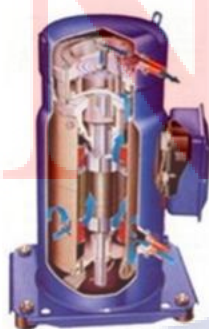
อาศัยการทำงานของลูกสูบหมุน (rotor) เป็นตัวดูดอัด น้ำยาโดยอาศัยเพลาลูกสูบ (rotor shaft) แทนเพลาลูกสูบ ทำให้ทำงานได้เงียบ มีความสั่นสะเทือนน้อย และมีขนาดเล็กกว่าแบบลูกสูบ



ภาพที่ 2.14 คอมเพรสเซอร์แบบโรตารี (rotary type)

2.2.3 คอมเพรสเซอร์แบบก้นหอยหรือแบบสโครล์ (scroll type)

เป็นคอมเพรสเซอร์แบบใหม่ล่าสุด ที่ถูกออกแบบมาใช้งานในระบบทำความเย็นแบบไออัด การทำงานจะประกอบด้วยชิ้นส่วนที่สำคัญ 2 ส่วน คือส่วนที่มีลักษณะเป็นก้นหอยอยู่กับที่และส่วนที่เคลื่อนที่ ซึ่งจะเคลื่อนที่ในลักษณะเอียงศูนย์ โดยไม่มีการเคลื่อนที่ในลักษณะหมุนรอบแกน (not rotate) โดยความดันจะเพิ่มจากภายนอกและถูกอัดเพิ่มมากที่สุดเมื่ออยู่ที่แกนกลาง ลักษณะเทียบได้เหมือนกับการเคลื่อนไหวของพายุทอร์นาโด ปัจจุบันนำมาใช้กับระบบปรับอากาศที่ใช้ในที่พักอาศัย ในสำนักงาน รวมทั้งระบบปรับอากาศในรถยนต์ เนื่องจากการทำงานมีการเคลื่อนไหวน้อย ไม่ต้องใช้เส้นทางดูด-ทางส่ง จึงทำงานได้เรียบและเงียบกว่า ให้ประสิทธิภาพสูงกว่าแบบลูกสูบประมาณ 10 - 15%



ภาพที่ 2.15 คอมเพรสเซอร์แบบก้นหอยหรือแบบสโครล์ (scroll type)

2.2.4 คอมเพรสเซอร์แบบสกรู (screw type)

ทำงานโดยอาศัยสกรู 2 ตัว คือสกรูตัวเมีย และสกรูตัวผู้ โดยสกรูตัวเมียจะอาศัยช่องเกลียวเป็นที่เก็บน้ำยา ส่วนสกรูตัวผู้จะใช้สันเกลียวรีดน้ำยาออกตามแกนของสกรูทั้งสอง และเนื่องจากต้องใช้น้ำมันหล่อลื่นทำหน้าที่ป้องกันการรั่วระหว่างช่องว่างของเกลียวทั้งสองขณะทำงานจึงมีน้ำมันหล่อลื่นออกไปกับน้ำยาจำนวนมากที่ทางออกของคอมเพรสเซอร์แบบสกรูจึงต้องติดตั้งอุปกรณ์แยกน้ำมันหล่อลื่น (oil separator) ไว้ด้วยเสมอ

2.2.5 คอมเพรสเซอร์แบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (centrifugal type)

ทำงานโดยอาศัยใบพัด (impeller) หมุนด้วยความเร็วรอบสูง ใช้กับเครื่องทำความเย็นขนาดใหญ่ เนื่องจากทำงานที่ความดันต่ำมาก จึงเหมาะที่จะใช้กับระบบที่ใช้น้ำยาที่มีจุดเดือดสูง

3. คอนเดนเซอร์หรือคอยล์ร้อน (Condenser)

คอนเดนเซอร์ ทำหน้าที่ระบายความร้อนออกจากน้ำยาเพื่อให้ น้ำยาซึ่งถูกอัดออกจากคอมเพรสเซอร์ในสภาพไอที่มีอุณหภูมิและความดันสูงควบแน่นเป็นของเหลวได้ สามารถจำแนกประเภทของคอนเดนเซอร์ได้เป็น 2 ลักษณะ คือ จำแนกตามวิธีการระบายความร้อน และจำแนกตามลักษณะโครงสร้าง

3.1 การจำแนกคอนเดนเซอร์ตามวิธีการระบายความร้อน

การจำแนกคอนเดนเซอร์ตามวิธีการระบายความร้อนสามารถแบ่งออกได้ 3 แบบคือ

1. การระบายความร้อนด้วยอากาศ (air cooled condenser)
2. การระบายความร้อนด้วยน้ำ (water cooled condenser)
3. การระบายความร้อนด้วยน้ำและอากาศ (evaporative condenser)

เป็นวิธีการระบายความร้อนแบบผสม คือคอนเดนเซอร์จะถูกระบายความร้อนด้วยน้ำ ขณะเดียวกันจะมีอากาศผ่านช่วยระบายความร้อนจากคอนเดนเซอร์อีกทางหนึ่ง และอากาศซึ่งผ่านจะทำให้ น้ำที่ระบายความร้อนที่คอนเดนเซอร์ส่วนหนึ่งระเหยกลายเป็นไอ และช่วยดูดความร้อนออกจากคอนเดนเซอร์ด้วย จึงเรียกระบายความร้อนวิธีนี้ว่า evaporative condenser

3.2 การจำแนกคอนเดนเซอร์ตามลักษณะโครงสร้าง (types of construction)

3.2.1 คอนเดนเซอร์ชนิดท่อและครีป (finned-tube condenser)

- โครงสร้าง : เป็นชนิดใช้อากาศระบายความร้อน ทำจากท่อทองแดงรูปตัวยูมีแผ่นอะลูมิเนียมบางอัดเป็นครีป ช่วยเพิ่มพื้นที่ในการระบายความร้อน
- ข้อดี : ระบายความร้อนดี ประสิทธิภาพสูงกว่าแบบท่อเปลือย ที่นิยมใช้ในตู้เย็นขนาดเล็กกะทัดรัด เมื่อสกปรกทำความสะอาดง่าย
- ข้อเสีย : การใช้งานต้องใช้พัดลมช่วย บริเวณที่ติดตั้งต้องสะอาด ถ้ามีฝุ่นผงมากจะอุดตันที่ครีปได้ง่าย
- ใช้กับ : เครื่องปรับอากาศตั้งแต่ขนาดเล็กที่ใช้ตามที่พักอาศัยจนถึงขนาดใหญ่ทั่วไป

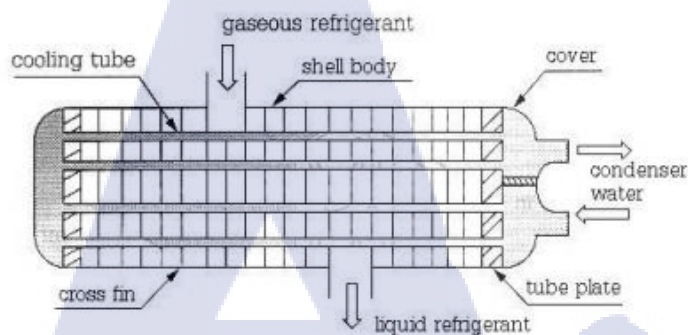
3.2.2 คอนเดนเซอร์ชนิดท่อสองชั้น (double tube condenser)

- โครงสร้าง : เป็นชนิดใช้น้ำระบายความร้อน ประกอบด้วยท่อ 2 ท่อ ท่อเล็กสอดอยู่ในท่อใหญ่ น้ำและน้ำยาจะไหลสวนทางกันในการระบายความร้อน
- ข้อดี : โครงสร้างง่าย อุปกรณ์ประกอบน้อย ราคาถูก
- ข้อเสีย : ทำความสะอาดภายในท่อลำบาก ต้องใช้น้ำที่สะอาด
- ใช้กับ : เครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก

3.2.3 คอนเดนเซอร์ชนิดเปลือกและท่อ (shell and tube condenser)

- โครงสร้าง : เป็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ ประกอบด้วยเปลือกนอก และท่อเล็กสอดอยู่ใน
- ข้อดี : ขนาดเล็กเหมาะที่จะติดตั้งในอาคาร เมื่อท่อสกปรกสามารถเปิดผาออกล้างได้
- ข้อเสีย : ต้องเลือกใช้น้ำที่มีคุณภาพดี

ใช้กับ : เครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่ที่ใช้ในอาคารสำนักงาน โรงแรม
ห้างสรรพสินค้าทั่วไป ปัจจุบันนิยมใช้งานมากที่สุด



ภาพที่ 2.16 คอนเดนเซอร์ชนิดเปลือกและท่อ (shell and tube condenser)

3.2 ภาระของคอนเดนเซอร์ (condenser load)

ภาระของคอนเดนเซอร์ คือภาระรวมที่เกิดจากภาระในเครื่องระเหย

4. ลินลดความดันหรืออุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหล (refrigerant control)

4.1 ลินลดความดันชนิดปรับด้วยมือ (hand expansion valve)

ลินลดความดันชนิดปรับด้วยมือ ใช้กับระบบทำความเย็นขนาดใหญ่ที่มีภาระไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก เป็นชนิดที่ปรับด้วยมือ จะต้องทำการเปิดและปิดทุกครั้งที่คอมเพรสเซอร์ทำงานและหยุดทำงาน

4.2 ลินลดความดันชนิดอัตโนมัติ (automatic expansion valve-AXV)

ลินลดความดันชนิดอัตโนมัติสามารถปิดและเปิดให้น้ำยาผ่านไปใช้งานได้โดยอัตโนมัติ โดยอาศัยความดันในเครื่องระเหย (evaporator - P_E) และความดันของสปริง (spring pressure - P_S) เป็นตัวควบคุม

4.3 ลินลดความดันชนิดควบคุมด้วยความร้อน (thermostatic valve - TXV)

การทำงานจะอาศัยความร้อนที่ออกจากเครื่องระเหยเป็นตัวควบคุม

4.4 อุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหลชนิดท่อรูเข็ม (capillary tube)

อุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหลชนิดท่อรูเข็ม ทำหน้าที่ฉีดน้ำยาเหลวเข้าในเครื่องระเหยโดยอาศัยท่อ ทองแดงเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเล็กไม่สามารถปรับปริมาณน้ำยาได้จึงเหมาะที่จะใช้กับระบบขนาดเล็กที่มีภาระเปลี่ยนแปลงน้อย

ข้อดี

1. ราคาถูก
2. การทำงานง่าย
3. การบำรุงรักษาน้อย

ข้อเสีย

1. ใช้กับระบบที่มีภาระเปลี่ยนแปลงมากๆ ไม่ได้
2. ท่อที่ใช้มีขนาดเล็กมากจึงมีโอกาสอุดตันง่าย

4.5 อุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหลชนิดลูกลอยด้านความดันต่ำ (low side float valve)

อุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหลชนิดลูกลอยด้านความดันต่ำ ควบคุมการไหลของน้ำยาโดยใช้ลูกลอยติดตั้งอยู่ด้านความดันต่ำ ใช้กับเครื่องระเหยแบบเปือก ลูกลอยจะเปิดให้น้ำยาผ่านโดยใช้ระดับของน้ำยาที่อยู่ด้านความดันต่ำเป็นตัวควบคุม

4.6 อุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหลชนิดลูกลอยด้านความดันสูง (high side float valve)

อุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหลชนิดลูกลอยด้านความดันสูง ควบคุมการไหลของน้ำยาโดยใช้ลูกลอยอยู่ด้านความดันสูง ลูกลอยจะเปิดให้น้ำยาผ่านมาใช้งานเมื่อระดับน้ำยาเหลวด้านความดันสูงมากพอ

2.1.7 หลักการคำนวณด้านพลังงานของวัฏจักรทำความเย็นแบบอัดไอ

อาศัยกฎข้อที่ 1 ทางเทอร์โมไดนามิกส์ หรือเรียกว่ากฎของพลังงานสำหรับวัฏจักรทำความเย็นสามารถพิจารณาได้ 2 รูปแบบ คือ

1. วัฏจักร

การพิจารณาว่าสารทำความเย็นจากสถานะที่ 1 เปลี่ยนเป็นสถานะที่ 2 แล้วเปลี่ยนเป็นสถานะที่ 3 ในที่สุดกลับมาเป็นสถานะเดิมคือสถานะที่ 1 ตามกฎธรรมชาติหรือกฎพลังงานจะได้ว่าผลรวมพลังงานเข้าต้องเท่ากับผลรวมพลังงานออกเพราะไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ ของสารทำความเย็น ซึ่งพลังงานที่เข้าออกมี 2 แบบ คือความร้อนและงานหรือกำลัง โดยพลังงานที่เข้าออกนี้ถ้าเกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิเราก็เรียกว่าความร้อน ถ้าไม่ใช่ก็เรียกว่างานหรือกำลัง เพื่อสะดวกในการเขียนเป็นสมการ เราจึงนิยมกำหนดเครื่องหมายบวก-ลบแทนทิศทางเข้าออก โดยให้เครื่องหมายของความร้อนตรงข้ามกับของงาน นั่นคือความร้อนเข้าใช้ค่าบวก แต่ถ้างานเข้าใช้ค่าลบ นั่นคือผลรวม (ตามเครื่องหมาย) ของความร้อน เท่ากับผลรวม (ตามเครื่องหมาย) ของงาน จะเขียนได้ดังนี้

$$\Sigma Q = \Sigma W \text{ หรือ } +Q_L - Q_H = -W_C \text{ หรือ } W_C = Q_H - Q_L$$

เมื่อ

Q_L = ความร้อนที่เข้าสู่วัฏจักรหรือขนาดทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ

Q_H = ความร้อนที่ต้องระบายทิ้งที่คอนเดนเซอร์

W_C = งานหรือกำลังที่คอมเพรสเซอร์ต้องใช้ในการอัด

ตัวอย่างที่ 1 ถ้าเครื่องปรับอากาศทำความเย็นได้ 3.517 kW (12,000 Btu/h) คอมเพรสเซอร์ใช้กำลัง 1.2 kW ความร้อนที่ต้องระบายทิ้งที่คอนเดนเซอร์เท่าไร?

วิธีการคำนวณ

$$Q_H = Q_L + W_C = 3.517 + 1.2 = 4.717 \text{ kW}$$

2. กระบวนการ

การที่สารทำความเย็นไหลเข้าแล้วไหลออกนั่นเอง ตามกฎธรรมชาติหรือกฎพลังงานจะได้ว่า ผลรวมความร้อนเข้าออกต้องเท่ากับผลรวมของงานหรือกำลังเข้าออกรวมกับการเปลี่ยนแปลงของพลังงานทั้งหมดของมวลที่ไหลเข้า-ออก ซึ่งโดยทั่วไปการเปลี่ยนแปลงของพลังงานจลน์ และพลังงานศักย์ของมวลดังกล่าว มีค่าน้อยมากจึงไม่น่ามาคิด จึงเหลือเพียงพลังงาน ภายใน (u) รวมกับผลคูณของความดัน (P) และปริมาตรจำเพาะ (v) ซึ่งเรียกว่าเอนทาลปี (h) ดังนี้

$$q = h_e - h_i + w \text{ หรือ } Q = m(h_e - h_i) + W$$

เมื่อ

$$m = \text{อัตราการไหลโดยมวลเข้า-ออก}$$

$$q = \text{ความร้อนต่อหน่วยมวล โดย } Q = \dot{m}q$$

$$w = \text{งานต่อหน่วยมวลโดยกำลัง } W = \dot{m}w$$

$$h = u + Pv$$

ซึ่งค่าเอนทาลปีนี้สามารถหาได้จากตาราง หรือแผนภูมิ (Chart/diagram) โดยต้องทราบค่าคุณสมบัติใดๆ 2 คุณสมบัติ เช่น ความดัน (P) และอุณหภูมิ (T) เป็นต้น สมการดังกล่าวสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์หลักต่างๆ ได้ดังนี้

1. คอมเพรสเซอร์หรือกระบวนการ 1-2

$$Q = \dot{m}(h_1 - h_2) + W_C \text{ หรือ } -W_C = \dot{m}(h_1 - h_2)$$

ทฤษฎีที่เรามักสมมุติให้ไม่มีความร้อนถ่ายเท $Q = 0$ จะได้

$$W_C = \dot{m}(h_1 - h_2) \text{ หรือ } -W_C = h_2$$

2. คอนเดนเซอร์หรือกระบวนการ 2-3

$$Q_H = \dot{m} (h_3 - h_2) + W$$

ไม่มีงานเข้า-ออก ดังนั้น $W = 0$ จะได้

$$Q_H = \dot{m} (h_3 - h_2) \text{ หรือ } q_H = h_3 - h_2$$

3. อุปกรณ์ลดความดันหรือกระบวนการ 3-4

$$Q = \dot{m} (h_4 - h_3) + W$$

ไม่มีงานเข้า-ออก และ Q น้อยมาก จะได้

$$h_4 = h_3$$

4. เครื่องระเหยหรือกระบวนการ 4-1

$$Q_L = \dot{m} (h_1 - h_4) + W$$

ไม่มีงานเข้า-ออก ดังนั้น $W = 0$ จะได้

$$Q_L = \dot{m} (h_1 - h_4) \text{ หรือ } q_L = h_1 - h_4$$

ประสิทธิภาพหรือสัมประสิทธิ์สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศ (Coefficient of Performance)

หรือในหน่วยอังกฤษนิยมใช้ (EER ; Energy Efficiency Ratio)

$$COP = Q_L / W$$

$$EER = 3.412 Q_L / W \text{ หน่วย Btu/h/W}$$

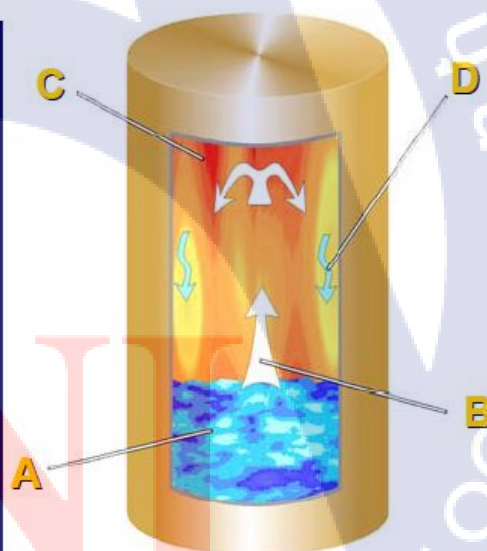
2.2 การลดความชื้นด้วยฮีทไพป์ (Heat Pipe Dehumidification)

2.2.1 หลักการทำงานของเทคโนโลยี

ฮีทไพป์ คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนความร้อนหรือส่งถ่ายความร้อนได้โดยไม่ต้องใช้พลังงานจากภายนอก ส่วนประกอบของฮีทไพป์จะเป็นท่อโลหะที่ปิดหัวท้ายภายในเป็นสุญญากาศที่มีสารทำงาน (Working Fluid) บรรจุอยู่ภายใน ซึ่งมักจะเป็นสารทำความเย็น (Refrigerant) ฟรีออน 22 หรือ 134a การทำงานของฮีทไพป์อาศัยหลักการเปลี่ยนสถานะจากการระเหยและควบแน่นร่วมกับแรงโน้มถ่วงของสารทำงาน โดยไม่ใช้พลังงานจากภายนอก (Passive) กล่าวคือสารทำงานในท่อด้านที่ต่ำกว่าเมื่อได้รับความร้อน ก็จะระเหยเป็นไอลอยขึ้นไปยังด้านที่สูงกว่าแล้วคายความร้อนออก ทำให้ไอของสารทำงานมีอุณหภูมิลดลง ถึงจุดควบแน่น กลายเป็นของเหลวตกลงสู่ด้านที่ต่ำกว่าอีกครั้ง และด้วยเหตุนี้จึงเรียกด้านที่อยู่ต่ำกว่าว่าด้าน ระเหย (Evaporation Section) และเรียก ด้านที่อยู่สูงกว่าว่าด้านควบแน่น (Condensation Section)

A traditional heat pipe is a hollow cylinder filled with a vaporizable liquid.

- A.** Heat is absorbed in the evaporating section.
- B.** Fluid boils to vapor phase.
- C.** Heat is released from the upper part of cylinder to the environment; vapor condenses to liquid phase.
- D.** Liquid returns by gravity to the lower part of cylinder (evaporating section).



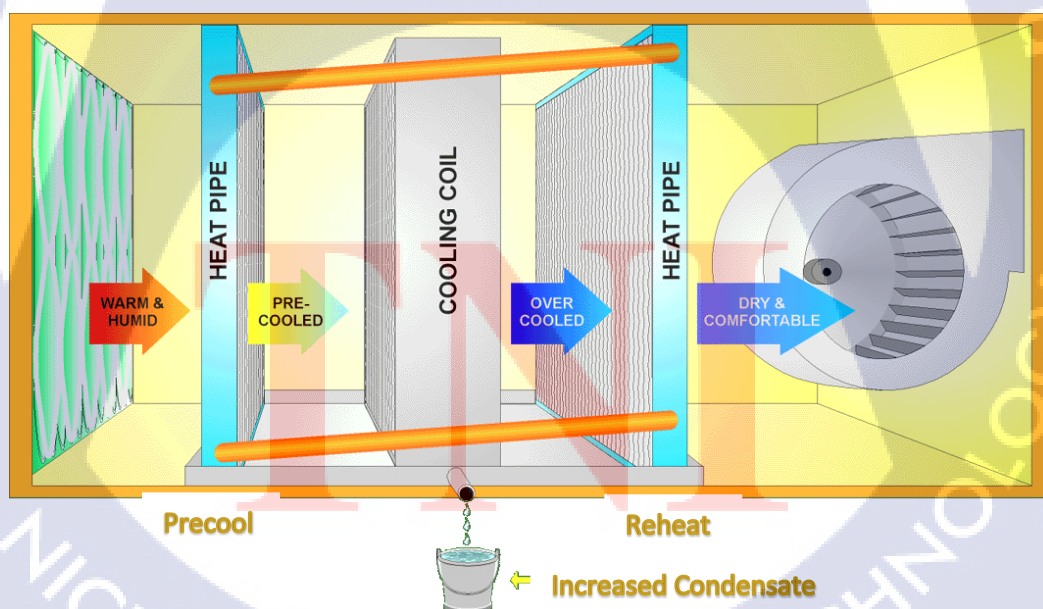
ภาพที่ 2.17 ฮีทไพป์ (Heat Pipe)

2.2.2 การใช้ฮีทไปป์ในการลดความชื้น

ฮีทไปป์สามารถใช้ในการลดความชื้นในระบบปรับอากาศ โดยการติดตั้งฮีทไปป์คร่อมคอยล์เย็น (Cooling Coil) ของระบบปรับอากาศ ฮีทไปป์ที่ติดตั้งจะแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนแรก เรียกว่า ส่วนให้ความเย็นเบื้องต้น (Precool Heat Pipe Section) ซึ่งอยู่ทางช่องลมเข้าก่อนที่จะผ่านคอยล์เย็น เมื่ออากาศร้อนผ่านฮีทไปป์ส่วนนี้ อากาศร้อนก็จะถ่ายเทความร้อนให้แก่ฮีทไปป์ อากาศที่ผ่านไปยังคอยล์เย็นจึงมีอุณหภูมิลดลงกว่าปกติ ทำให้คอยล์เย็นทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพเนื่องจากไอน้ำกลั่นตัวได้มาก อุณหภูมิของอากาศที่ผ่านคอยล์เย็นจะเย็นกว่าเครื่องปรับอากาศทั่วไป (Overcooled Air)

ในขณะที่ฮีทไปป์ส่วนแรกรับพลังงานจากลมร้อน สารทำความเย็นภายในตัวฮีทไปป์จะระเหยและพาความร้อนที่ได้รับจากอากาศร้อนนั้นไปยังฮีทไปป์ส่วนที่สอง (Reheat Heat Pipe Section) เมื่ออากาศจากคอยล์เย็นผ่านฮีทไปป์ส่วนที่สอง ก็จะได้รับความร้อนจากฮีทไปป์ส่วนนี้ ทำให้อากาศที่ผ่านระบบมีอุณหภูมิที่พอเหมาะ

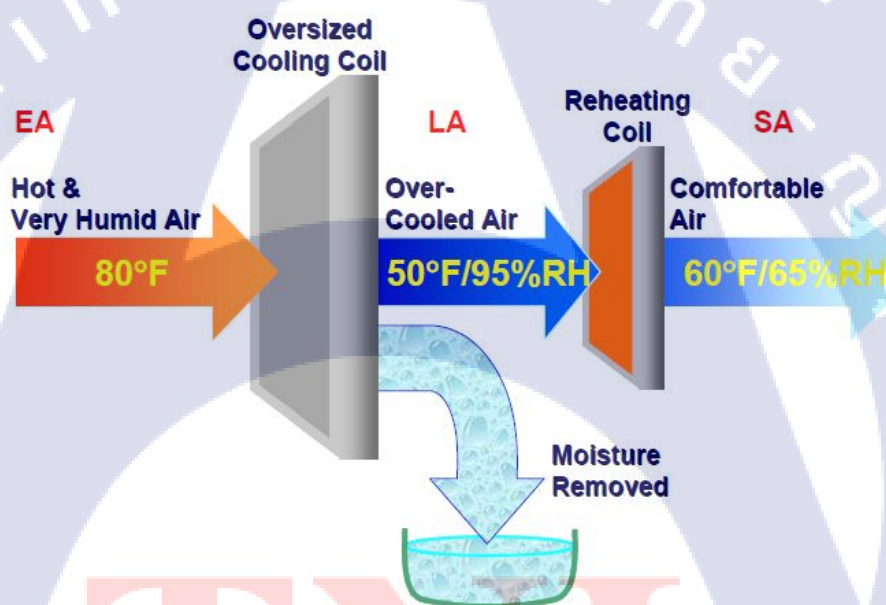
ขั้นตอนทั้งหมดเกิดขึ้นโดยไม่อาศัยพลังงานจากภายนอก และผลที่ได้คือ เครื่องปรับอากาศสามารถดึงเอาความชื้นจากอากาศได้สูงกว่าปกติ



ภาพที่ 2.18 ระบบลดความชื้นด้วยฮีทไปป์

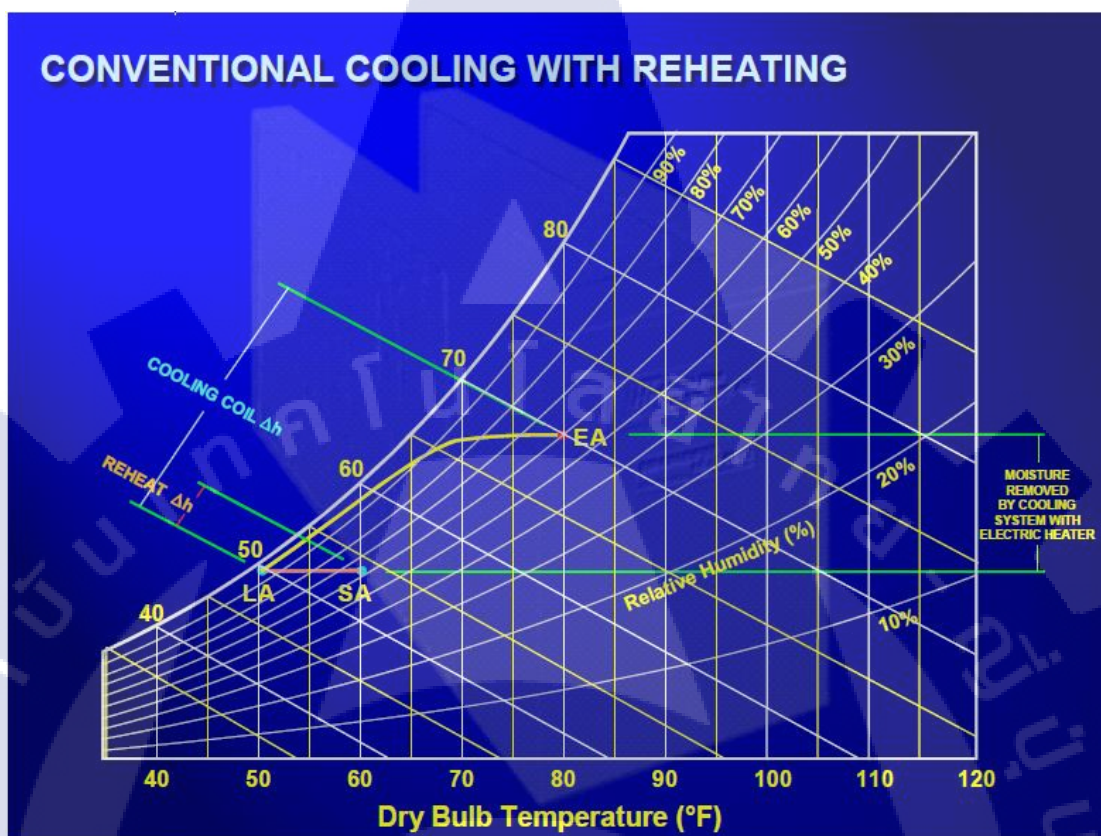
2.2.3 การใช้ทดแทนเทคโนโลยีเดิม

การควบคุมความชื้นในระบบปรับอากาศโดยทั่วไปจะใช้คอยล์เย็นเพื่อทำหน้าที่ในการดึงความชื้นออกจากอากาศ โดยอากาศภายนอกที่ร้อนชื้นเมื่อผ่านคอยล์เย็นก็จะคายความร้อนสัมผัส (Sensible Heat) ทำให้อุณหภูมิต่ำลง ถ้าคอยล์เย็นมีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดกลั่นตัวของไอน้ำ (Dew Point) ไอน้ำบางส่วนจะคายความร้อนแฝง (Latent Heat) พร้อมทั้งควบแน่นเป็นหยดน้ำ ในกรณีนี้อากาศที่ผ่านการดึงความชื้นออกแล้วจะเย็นจัด (Overcooled Air) ไม่เหมาะสมที่จะส่งผ่านเข้าไปยังพื้นที่ทำงานได้ จึงต้องใช้ความร้อนจากขดลวดไฟฟ้าหรือท่อไอน้ำ (Reheating Coil) ทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นกว่าเดิม เพื่อให้ได้อากาศที่อุณหภูมิสบาย (Comfortable Air) ทำให้ต้องใช้พลังงานสูงเพื่อทำให้อากาศเย็นและร้อนในภายหลัง



ภาพที่ 2.19 แสดงการลดความชื้นในระบบอากาศทั่วไป

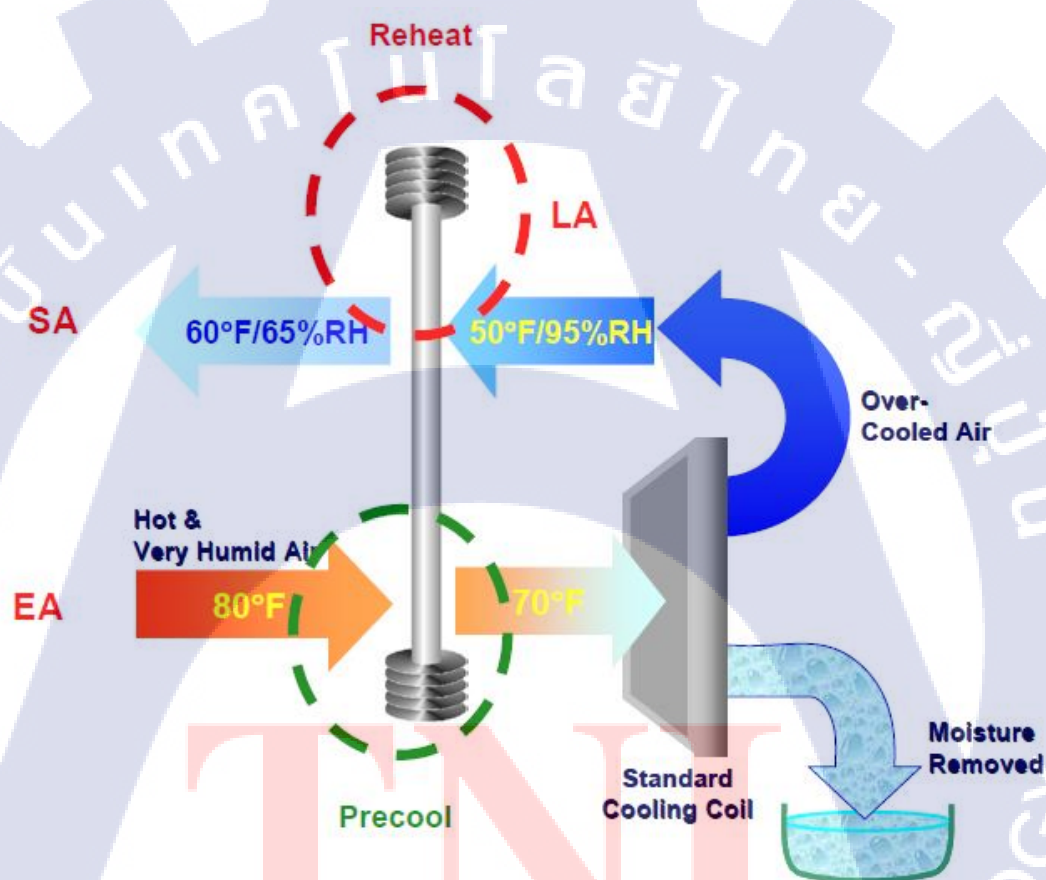
ทั้งนี้ สามารถแสดงสภาวะอากาศในกระบวนการควบคุมความชื้นซึ่งใช้คอยล์เย็นทำงานร่วมกับขดลวดความร้อนได้ดังแผนภูมิ Psychrometric



ภาพที่ 2.20 แผนภูมิ Psychrometric ของการลดความชื้นในระบบปรับอากาศทั่วไป

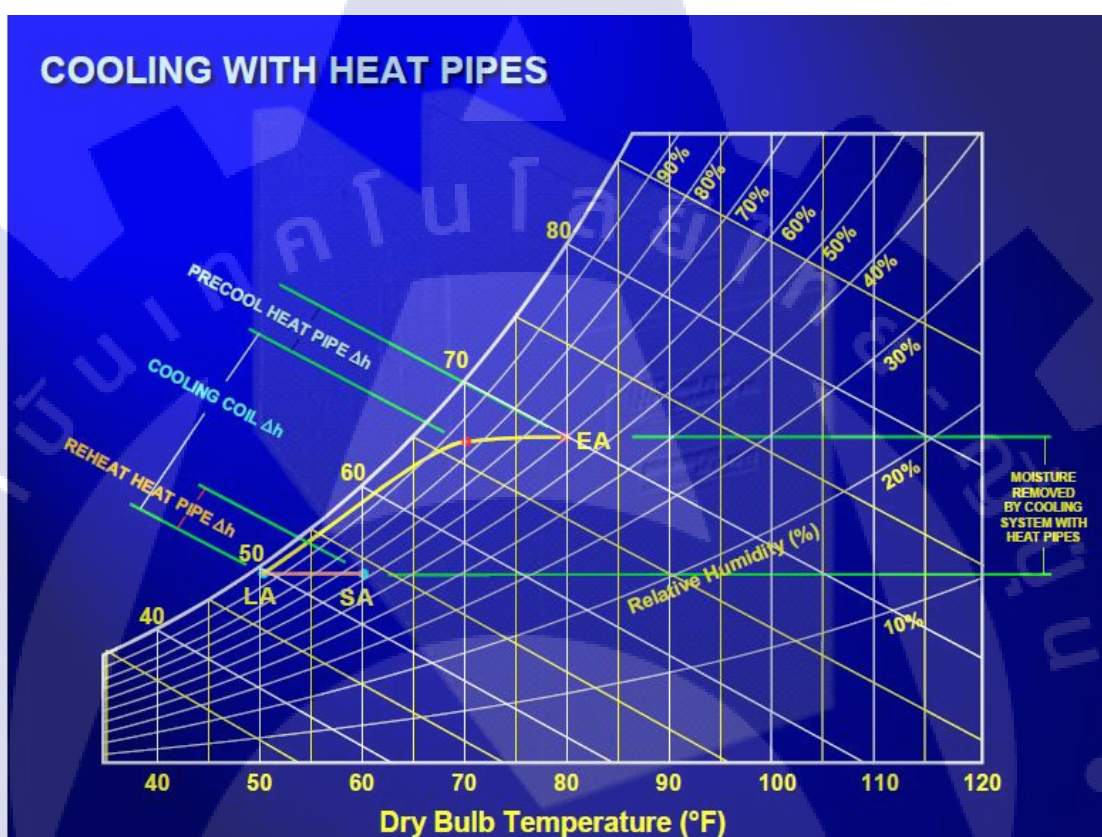
จากแผนภูมิจะเห็นได้ว่าการควบคุมความชื้นโดยใช้คอยล์เย็นทำงานร่วมกับขดลวดความร้อนจะมีการใช้พลังงานหลักที่คอยล์เย็น (Cooling Coil – จาก EA ไปสู่ LA) เพื่อลดอุณหภูมิของอากาศให้เกิดการควบแน่นของไอน้ำในอากาศ และมีการใช้พลังงานในการเพิ่มอุณหภูมิให้กับอากาศหลังผ่านคอยล์เย็น (Reheat – จาก LA ไป SA) โดยใช้ขดลวดความร้อนเพื่อให้อากาศมีอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการใช้งานต่อไป

การประยุกต์ใช้ฮีทไปป์ในระบบการควบคุมความชื้นโดยการติดตั้งฮีทไปป์ ครอบคอยล์เย็นจะช่วยประหยัดพลังงานที่ขจัดความร้อนและคอยล์เย็นลงได้ โดยฮีทไปป์จะทำหน้าที่ในการลดอุณหภูมิของอากาศ (Precool) โดยการดึงความร้อนออกจากอากาศก่อนเข้าคอยล์เย็น ทำให้อากาศที่ผ่านฮีทไปป์แล้วมีอุณหภูมิที่ลดต่ำลงซึ่งเป็นการลดภาระการทำงานของคอยล์เย็นได้ พร้อมกันนี้ ฮีทไปป์จะทำหน้าที่ถ่ายเทความร้อนที่ดึงออกจากอากาศก่อนเข้าสู่คอยล์เย็นไปใช้ในการเพิ่มอุณหภูมิให้กับอากาศ (Reheat) ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำหลังจากผ่านคอยล์เย็นให้มีอุณหภูมิเหมาะสมทดแทนการใช้ขจัดความร้อนแบบเดิมต่อไป



ภาพที่ 2.21 แสดงการลดความชื้นด้วยฮีทไปป์ (Heat Pipe)

เมื่อเปรียบเทียบกับระบบเดิม การติดตั้งฮีทปั๊มสามารถลดความชื้นของอากาศ โดยไม่ต้องใช้พลังงานในการลดอุณหภูมิอากาศให้เย็นกว่าปกติเพื่อดึงความชื้น (Overcool) และไม่ต้องใช้ไฟฟ้าหรือพลังงานความร้อนในการเพิ่มอุณหภูมิของอากาศ (Reheat) ให้เป็นไปตามที่ต้องการ ทั้งนี้สามารถแสดงสภาวะอากาศในกระบวนการควบคุมความชื้นซึ่งใช้คอยล์เย็นทำงานร่วมกับฮีทปั๊มได้ดังแผนภูมิ Psychrometric



ภาพที่ 2.22 แผนภูมิ Psychrometric ของการลดความชื้นด้วยฮีทปั๊ม

จากแผนภูมิจะเห็นว่าฮีทปั๊มจะช่วยลดการใช้พลังงานของคอยล์เย็นในการลดอุณหภูมิของอากาศในช่วง Precool และลดการใช้พลังงานของขดลวดความร้อนในช่วง Reheat ลงได้

2.3 ที่อับอากาศ (Confined Spaces)

ที่อับอากาศ หมายถึง ที่ซึ่งมีทางเข้า-ออก จำกัด และมีการระบายอากาศไม่เพียงพอที่จะทำให้อากาศ ภายในนั้นอยู่ในสภาวะที่ปลอดภัย เช่น ถ้ำ อุโมงค์ บ่อ หลุม ถัง และเป็นสถานที่ที่ไม่ได้ออกแบบให้เข้า มาทำงานอย่างต่อเนื่อง ปริมาณออกซิเจนไม่เพียงพอ

บรรยากาศอันตราย หมายถึง สภาพอากาศที่ทำให้ผู้ปฏิบัติงานได้รับอันตรายจากสภาวะอย่างหนึ่ง อย่างใดเช่น

1. มีออกซิเจนต่ำกว่าร้อยละ 19.5 หรือมากกว่าร้อยละ 23.5 โดยปริมาตร
2. ก๊าซ ไอ ละอองที่ติดไฟ หรือระเบิดได้เกินร้อยละ 10 ของค่าความเข้มข้นขั้นต่ำของสารเคมีแต่ละชนิดใน อากาศที่อาจติดไฟหรือระเบิดได้ (lower flammable limit)
3. มีฝุ่นที่ติดไฟหรือระเบิดได้
4. มีค่าความเข้มข้นของสารเคมีแต่ละชนิดเกินมาตรฐานที่กำหนดตามกฎหมายว่าด้วยการกำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับสารเคมีอันตราย
5. สภาวะอันตรายอื่นที่อาจเป็นอันตรายต่อร่างกายหรือชีวิตตามที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด

2.3.1 อันตรายจากการปฏิบัติงานในสถานที่อับอากาศ

1. อันตรายที่เกิดจากการขาดอากาศหายใจ (Oxygen Deficient Atmosphere)

บริเวณสถานที่ทำงานที่เป็นที่อับอากาศจะมีสภาพการณ์ที่มีบรรยากาศที่ไม่ปลอดภัยเนื่องจากสภาพพื้นที่ที่มีบริเวณจำกัด การระบายอากาศไม่เพียงพอ หรือมีการทำงานที่ก่อให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมี ซึ่งส่งผลให้เกิดก๊าซบางชนิดขึ้นมาแทนที่ออกซิเจนในบรรยากาศ อาจเกิดจากการเผาไหม้ของวัสดุ งานเชื่อม ที่อยู่ในที่อับอากาศ

2. อันตรายที่เกิดจากภาวะบรรยากาศมีพิษ (Toxic Atmosphere)

ลักษณะอันตรายที่เกิดจากการปฏิบัติงานในที่อับอากาศที่เกี่ยวข้องกับการใช้สารเคมีหรือของเสียที่จะต้องกำจัด โดยของเสียดังกล่าวจะอยู่ในรูปของก๊าซ ไอ ฝุ่น พุ่ม กวน ละออง หรืออยู่ในรูปของเหลว

3. อันตรายที่เกิดจากภาวะบรรยากาศที่ไวไฟ (Flammable Atmosphere)

ลักษณะอันตรายที่เกิดสภาวะบรรยากาศที่ไวไฟที่เกิดในที่อับอากาศส่วนใหญ่มักเกิดจากสภาพการณ์ที่มีระดับไอระเหยของสารเคมีไวไฟที่เกิดจากปฏิกิริยาทางเคมีทำให้เกิดการสะสม หรือตกค้างอยู่ในที่อับอากาศถึงระดับที่สามารถลุกติดไฟ

4. อันตรายที่เกิดจากสภาพแวดล้อมทางเออร์กอนอมิกส์ (Ergonomics)

4.1 เกิดจากสภาพพื้นที่ทำงานไม่เหมาะสม เช่นสถานที่ทำงานจำกัด อยู่ในสภาพชื้น มีสิ่งกีดขวาง

4.2 เกิดจากปัญหาที่เกี่ยวข้องกับจิตวิทยาสังคม เช่นงานที่ทำมีระยะเวลาจำกัด การปฏิบัติที่ซ้ำซากที่ต้องเข้าไปในที่อับอากาศ

4.3 เกิดลักษณะท่าทางและอิริยาบถไม่เหมาะสม เช่นยืนหรือนั่งทำงานที่ระดับสูงแต่ไม่เท่ากันปวดหลังจากการยกของผิดท่าทาง

5. อันตรายจากสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ

5.1 เสียงดังที่เกิดจากการใช้เครื่องมือกลที่ใช้ในการทำงานในที่อับอากาศ

5.2 การสั่นสะเทือนเสียงและความสั่นสะเทือนมักจะมีต้นกำเนิดมาจากแหล่งเดียวกัน จึงมีความเกี่ยวข้องกันอยู่เสมอการสั่นสะเทือนเกิดจากตัวผู้ปฏิบัติงานใช้เครื่องมือกลในการถอดหรือประกอบอุปกรณ์ที่เป็นตัวยึด

6. อุณหภูมิที่ผิดปกติ

การทำงานในที่อับอากาศ ส่วนหนึ่งจะมีอันตรายที่เกี่ยวข้องกับอุณหภูมิที่ผิดปกติพิจารณาได้จากสภาพการทำงาน ประเภทการทำงานหรือกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง เช่นเข้าไปทำงานในเตาเผาที่มีความร้อนสูง หรือลงไปใบบ่อบำบัดน้ำเสีย ซึ่งลักษณะการทำงานแบบนี้ อาจมีผลกระทบกับอุณหภูมิและความชื้น ซึ่งเป็นอันตรายกับผู้ปฏิบัติงาน

7. อันตรายที่เกิดจากการสัมผัสกระแสไฟฟ้า

ผู้ปฏิบัติงานในที่อับอากาศที่มีการใช้เครื่องมือกล ที่มีสภาพชำรุด และในพื้นที่ทำงานมีสภาพชื้นแฉะ ก็อาจทำให้กระแสไฟฟ้าลัดวงจร

8. อันตรายจากสภาพแวดล้อมทางชีวภาพในที่อับอากาศ

8.1 การติดเชื้อโรคต่างๆ เช่น เชื้อแบคทีเรีย ไวรัส และเชื้อรา

8.2 การถูกสัตว์มีพิษกัดในขณะทำงานในที่อับอากาศ

9. อันตรายจากการได้รับบาดเจ็บจากอุบัติเหตุอื่นๆ

2.3.2 ขั้นตอนการทำงานในสถานที่อับอากาศ

1. ก่อนเข้าทำงานในสถานที่อับอากาศทุกครั้งผู้ปฏิบัติงานต้องมีเอกสารดังนี้
 - 1.1 ใบอนุญาตการทำงานในสถานที่อับอากาศโดยมีลายเซ็นผู้อนุญาตให้ครบทุกช่อง
 - 1.2 แบบบันทึกรายชื่อบุคคลผู้ทำงานในสถานที่อับอากาศ
 - 1.3 รายการอุปกรณ์เครื่องมือ-อุปกรณ์สื่อสาร ที่จะต้องใช้ในสถานที่อับอากาศ
 - 1.4 แบบบันทึกการตรวจติดตามสภาพอากาศ ในพื้นที่อับอากาศ
2. ก่อนทำงานจะต้องผ่านการอบรมและชี้แจงเรื่องการทำงานในสถานที่อับอากาศ และให้เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยเป็นผู้ตรวจสอบพื้นที่ทำงานก่อนทุกครั้ง
3. นำป้าย “อันตรายห้ามเข้า” หรือข้อความใกล้เคียงติดบริเวณพื้นที่ทำงาน
4. ปิดอุปกรณ์ควบคุมทุกระบบภายในสถานที่อับอากาศที่จะเข้าไปปฏิบัติงาน พร้อมแขวนป้าย และล็อกอุปกรณ์ควบคุมระบบต่างๆ
5. ก่อนที่จะเข้าไปในสถานที่อับอากาศต้องมีการตรวจสอบปริมาณออกซิเจนก่อนทุกครั้งว่ามีปริมาณมากพอที่จะเข้าไปในสถานที่อับอากาศได้ (ไม่น้อยกว่า 19.5 %)
6. หากพื้นที่อับอากาศมีสารไวไฟอยู่ภายใน ต้องนำถังดับเพลิงเข้าไปด้วยทุกครั้ง และห้ามนำอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่มีประกายไฟรวมทั้งปิดโทรศัพท์มือถือทุกครั้งที่จะเข้าไปปฏิบัติงาน
7. หากปริมาณออกซิเจนในอากาศมีไม่เพียงพอแต่มีความจำเป็นต้องเข้าไปปฏิบัติงาน ผู้ควบคุมงานต้องจัดหาอุปกรณ์ช่วยหายใจชนิดมีถังออกซิเจนในตัว (SCBA)
8. ในระหว่างการทำงานในที่อับอากาศจะต้องตรวจเช็คและบันทึกปริมาณออกซิเจนเป็น ระยะเวลา รวมทั้งมีการสื่อสารที่ชัดเจนระหว่างผู้ปฏิบัติงานภายใน กับผู้ช่วยเหลือภายนอก
9. เมื่อปฏิบัติงานเสร็จเรียบร้อยแล้วต้องทำการตรวจเช็คพื้นที่และจำนวนผู้ปฏิบัติงาน ทุกครั้งก่อนทำการปิดทางเข้า-ออกพื้นที่

บทที่ 3

แผนงานการปฏิบัติงานและขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 แผนงานการปฏิบัติงาน

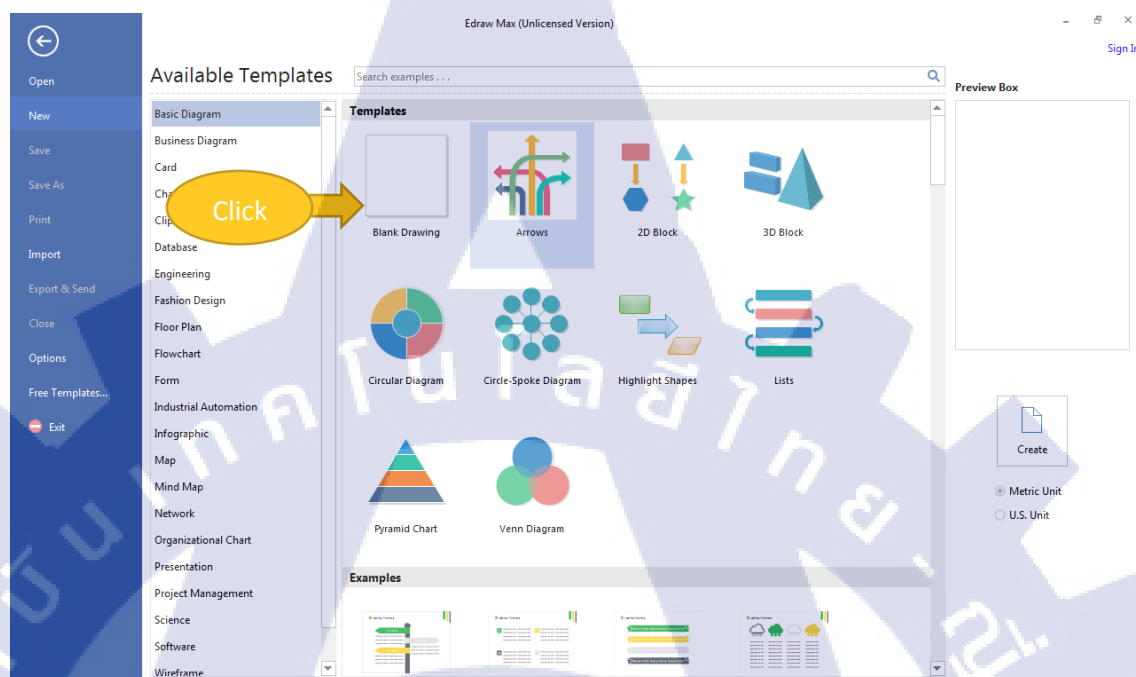
ระยะเวลาการดำเนินโครงการ 4 เดือน ตั้งแต่ 1 มิถุนายน พ.ศ. 2559 ถึง 30 กันยายน พ.ศ. 2559

ตารางที่ 3.1 แสดงแผนงานการปฏิบัติงาน

หัวข้องาน	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4
ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับ ระบบปรับอากาศ	■			
ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับ ที่ปรับอากาศ		■		
ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับ heat pipe		■		
ศึกษาการใช้โปรแกรม edraw max			■	
แผนภาพการทำงานโดยใช้โปรแกรม edraw max			■	
ออกแบบโครงสร้าง เครื่อง dehumidifier			■	
เขียนแบบโดยใช้โปรแกรม catia			■	
คำนวณกระบวนการปรับอากาศ				■
เปรียบเทียบต้นทุน				■
จัดทำรายงาน				■
นำเสนอ				■

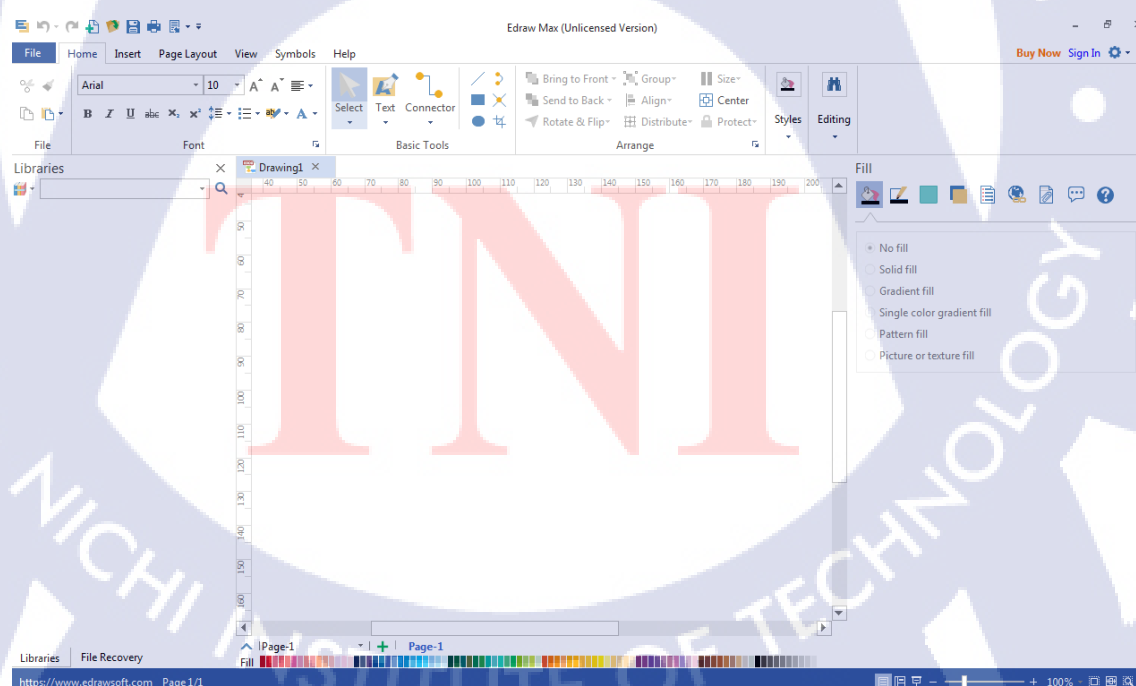
3.2 การออกแบบแผนภาพการทำงานโดยใช้โปรแกรม Edraw max

➤ หน้าแรกของการเปิดโปรแกรม



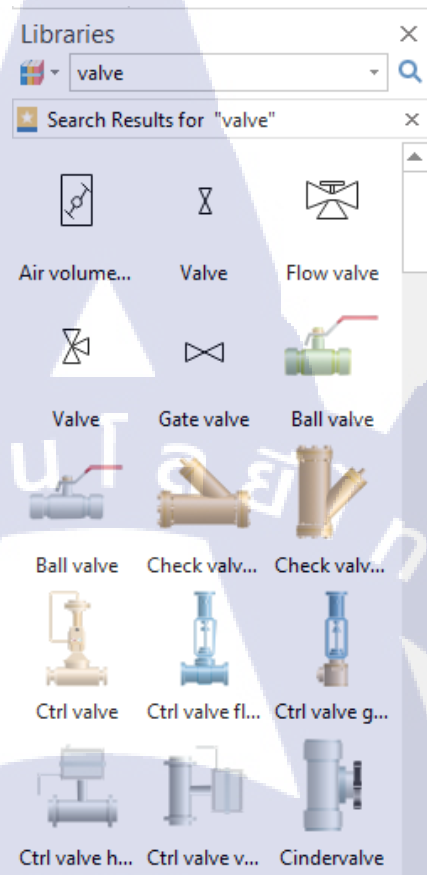
ภาพที่ 3.1 แสดงหน้าแรกการเปิดหน้าแรกของโปรแกรม Edraw max

➤ พื้นที่ทำการเขียนแบบแผนภาพ



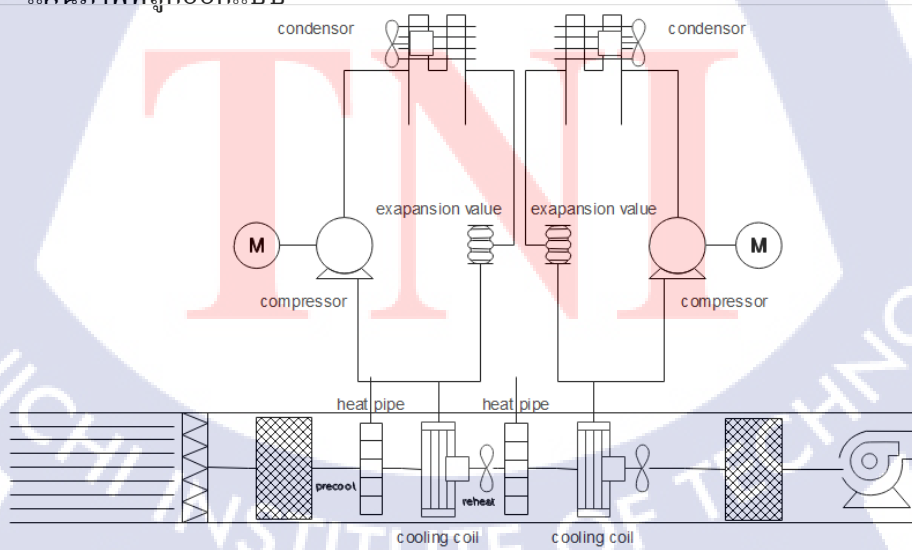
ภาพที่ 3.2 แสดงพื้นที่ที่จะทำการออกแบบแผนภาพ

➤ แถบเครื่องมือค้นหา ส่วนประกอบในวงจร



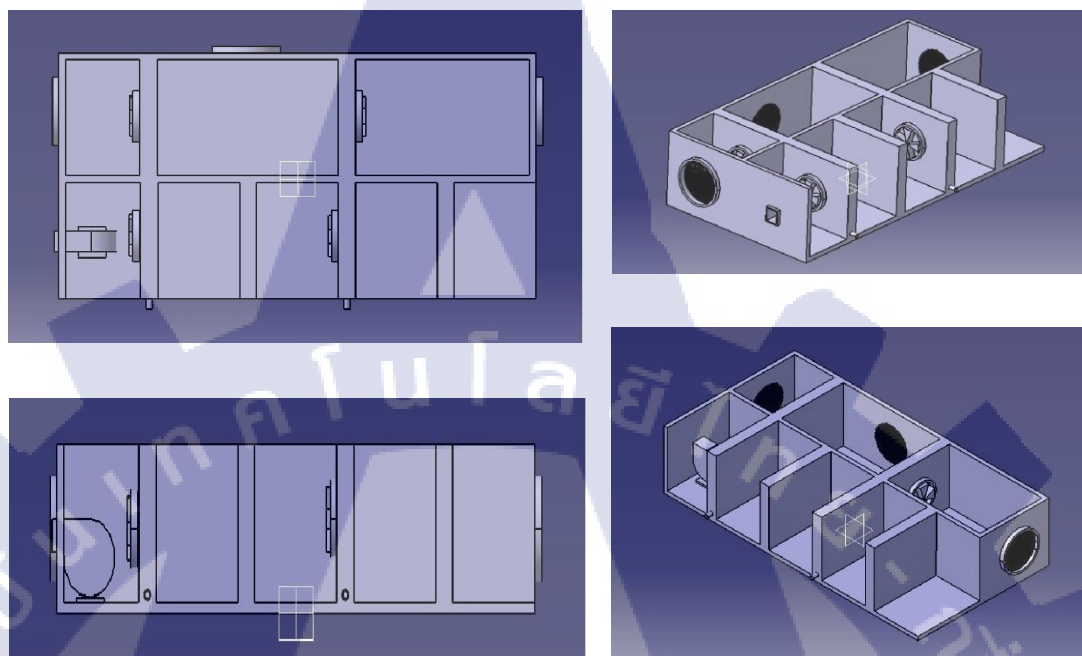
ภาพที่ 3.3 แสดงแถบเครื่องมือค้นหา ส่วนประกอบในวงจร

➤ แผนภาพที่ถูกออกแบบ



ภาพที่ 3.4 แผนภาพของเครื่องดูดความชื้น

3.3 การออกแบบโครงสร้างเครื่องดูความชื้นโดยใช้โปรแกรม Catia

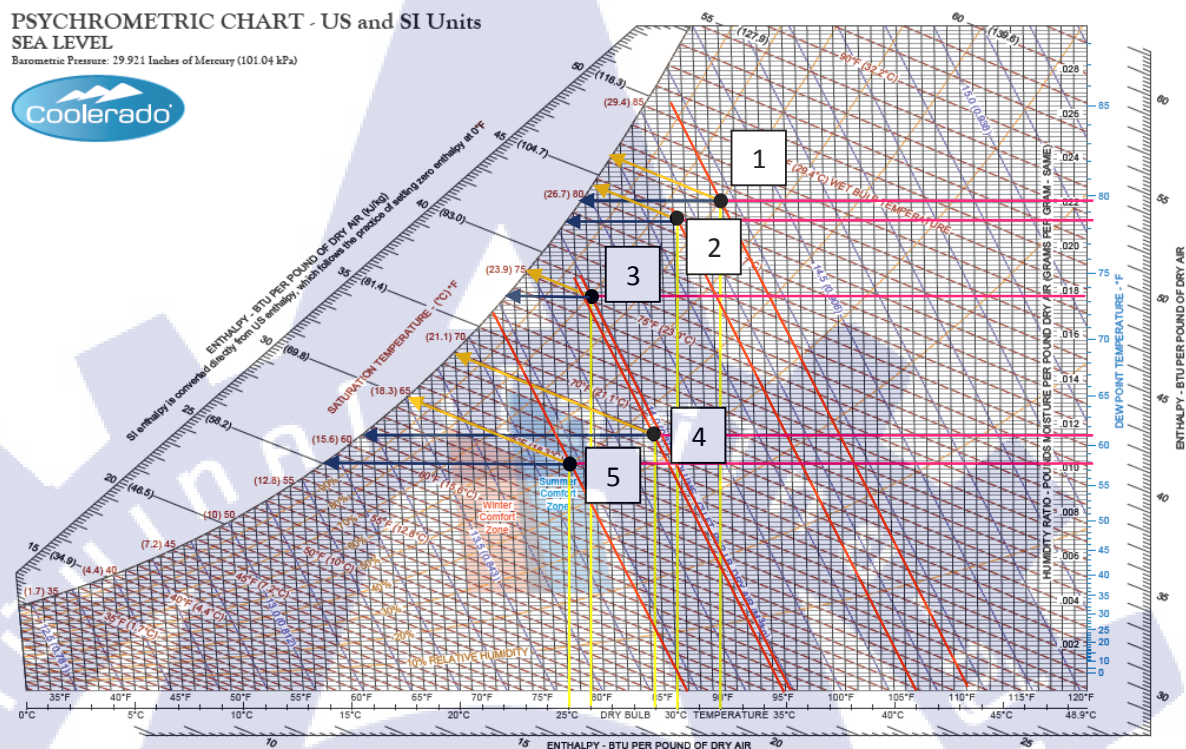


ภาพที่ 3.5 การออกแบบโครงสร้างเครื่องดูความชื้น

3.4 กระบวนการปรับอากาศ

PSYCHROMETRIC CHART - US and SI Units SEA LEVEL

Barometric Pressure: 29.921 inches of Mercury (101.04 kPa)



ภาพที่ 3.6 แผนภูมิไซโครเมตริก แสดงกระบวนการปรับอากาศในลักษณะต่างๆ

ตารางที่ 3.2 แสดงกระบวนการปรับอากาศ

Position	Process	อุณหภูมิ กระเปาะ แห้ง (°C)	ความชื้น สัมพัทธ์ (%)	Enthalpy (kJ/kg)	Delta enthalpy (kJ/kg)
1 → 2	Precool	32 → 30	70 → 75	107.484 → 103.296	4.188
2 → 4	Cooling coil & Moisture removed	30 → 26	75 → 80	103.296 → 90.68	12.616
4 → 3	Reheat	26 → 29	80 → 45	90.68 → 77.224	13.456
3 → 5	Cooling coil & Moisture removed	29 → 25	45 → 50	77.224 → 69.8	7.424

3.5 สมการที่ใช้ในการคำนวณ

อัตราการไหลโดยมวล (Mass Flow Rate)

อัตราการไหลโดยมวล

$$m = \rho V$$

เมื่อ m คือ อัตราการไหลโดยมวล (kg/h)

ρ คือ ความหนาแน่นของอากาศ (kg/m³)

V คือ Flow Speed (m³/h)

อัตราการดึงความชื้น (Moisture Condensation Rate, MCR)

อัตราการควบแน่นน้ำที่อีแวปอเรเตอร์ในระบบทำความเย็นเป็นปัจจัยสำคัญที่แสดงถึงประสิทธิภาพการดึงความชื้น ซึ่งมีความสัมพันธ์ดังนี้

$$MCR = \dot{m}_a (w_i - w_o)$$

เมื่อ MCR คือ อัตราการดึงความชื้น (kg/h)

$\dot{m}_a$ คือ อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศที่ผ่านอีแวปอเรเตอร์ (kg/h)

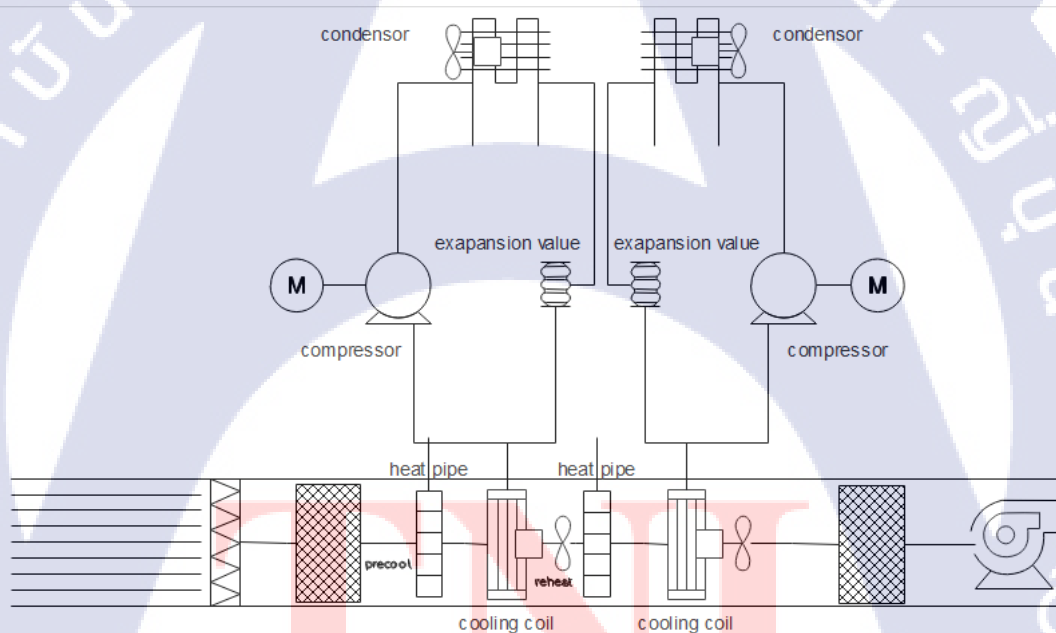
w_i คือ อัตราส่วนความชื้นก่อนเข้าอีแวปอเรเตอร์ (kg.h₂o/kg.dry-air)

w_o คือ อัตราส่วนความชื้นออกจากอีแวปอเรเตอร์ (kg.h₂o/kg.dry-air)

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน และวิเคราะห์

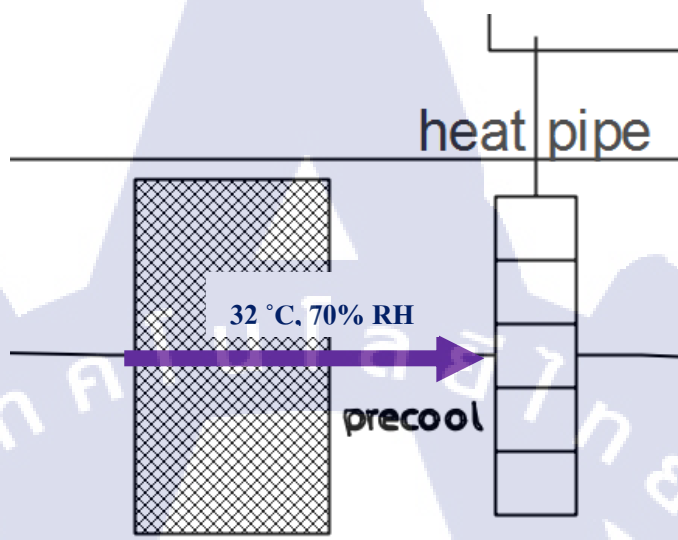
จากการทำงานของผู้ปฏิบัติงานภายในถังหรือหอหั่นซึ่งเป็นพื้นที่อับอากาศ มีความจำเป็นที่จะให้ผู้ปฏิบัติงานนั้นมีความสะดวกสบายในการปฏิบัติงาน เพื่อที่จะเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน ผู้จัดทำจึงมีแนวคิดออกแบบเครื่องปรับอากาศที่สามารถลดความชื้นได้ โดยใช้วิธีการติดตั้งฮีทไปป์คร่อมคอยล์เย็น (Cooling Coil) ของระบบปรับอากาศ ซึ่งระบบที่ออกแบบนี้จะสามารถควบคุมได้ทั้งอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องได้ตามที่ต้องการโดยเครื่องต้นแบบนี้ถูกออกแบบให้มีอุณหภูมิที่ต้องการที่ 25°C และความชื้นสัมพัทธ์ 50 %RH ในสภาวะอากาศของจังหวัดระยอง ประเทศไทย มีอุณหภูมิที่ 32°C และความชื้นสัมพัทธ์ 70 %RH



ภาพที่ 4.1 Diagram dehumidifier

4.1 ผลการคำนวณการออกแบบกระบวนการปรับอากาศ

4.1.1 ช่วง Precool



ภาพที่ 4.2 ช่วง Precool

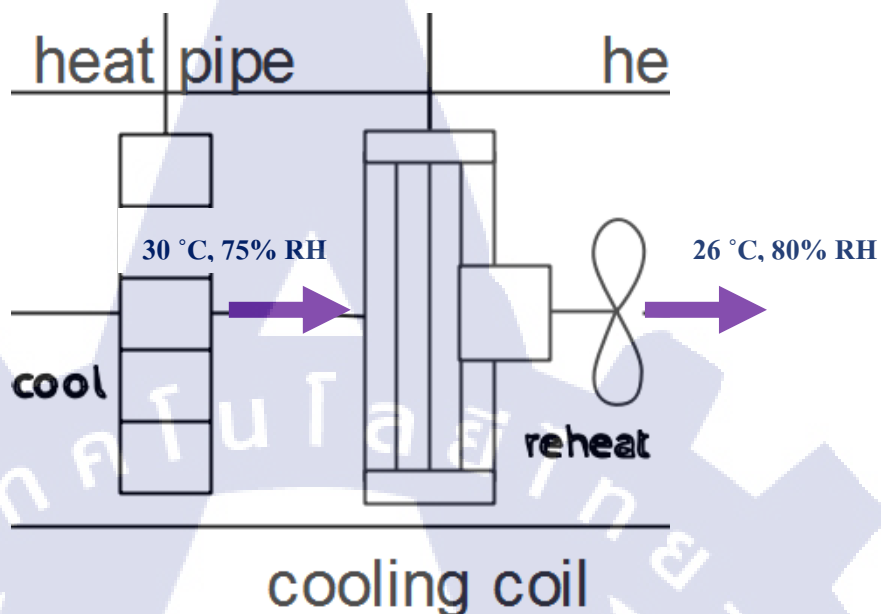
ตารางที่ 4.1 แสดงผลการคำนวณในช่วง Precool

กำหนดให้ : Air flow rate = 3200 cfm

Precool: 32 °C, 70% RH

Qualification		Unit
Air flow rate	5436.83456	m ³ /h
air density	1.143	kg/m ³
mass flow rate	6214.301902	kg/h
humidity ratio	0.022	kg.h ₂ o/kg.dry-air
mass flow rate of h ₂ o in precool	136.7146	kg/h
dry air flow rate	6077.58726	kg/h
specific volume	0.89856	m ³ /kg
specific enthalpy	107.484	kJ/kg

4.1.2 ช่วง Cooling coil 1



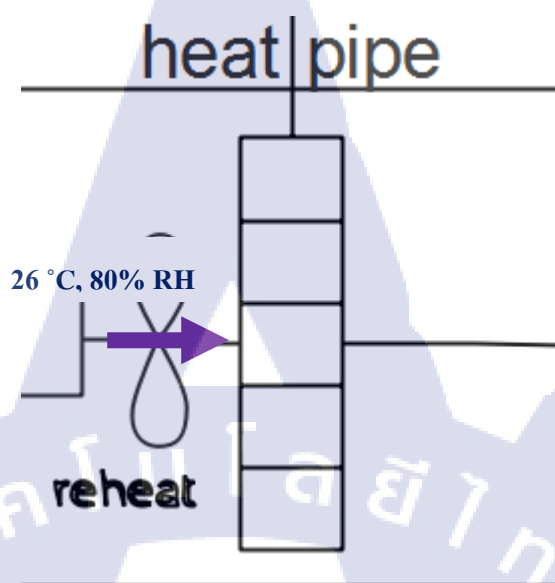
ภาพที่ 4.3 ช่วง Cooling coil 1

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการคำนวณในช่วง Cooling coil 1

Cooling coil1: 30 °C, 75% RH

Qualification		Unit
specific enthalpy	103.296	kJ/kg
delta specific enthalpy	4.188	kJ/kg
30°C ,50% RH remove moisture	0.0212	kg.h2o/kg.dry-air
mass flow rate of h2o in cooling coil	131.7432	kg/h
dry air flow rate	6082.559	kg/h
26°C ,60% RH remove moisture	0.0178	kg.h2o/kg.dry-air
mass flow rate of h2o out cooling coil	110.6146	kg/h
dry air flow rate	6103.687	kg/h
remove water rate	0.447927	kg/h

4.1.3 ช่วง Reheat



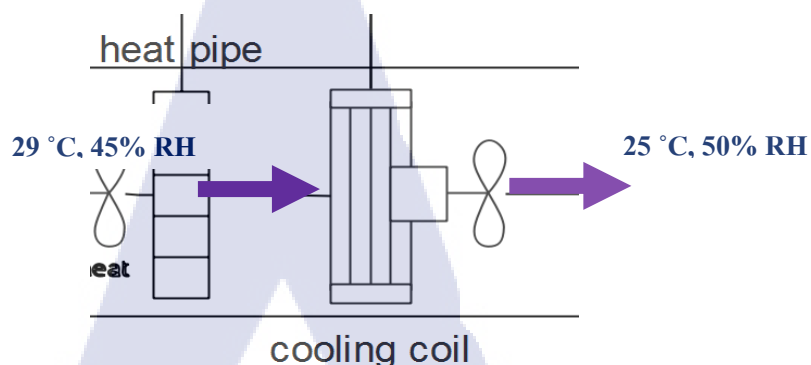
ภาพที่ 4.4 ช่วง Reheat

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการคำนวณในช่วง Reheat

Reheat: 26 °C, 80% RH

Qualification		Unit
specific enthaply	90.68	kJ/kg
delta specific enthaply	12.616	kJ/kg

4.1.4 ช่วง Cooling coil 2



ภาพที่ 4.5 ช่วง Cooling coil 2

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการคำนวณในช่วง Cooling coil 2

Cooling coil2: 29 °C, 45% RH

Qualification		Unit
specific enthalpy	77.224	kJ/kg
delta specific enthalpy	13.456	kJ/kg
29°C ,45% RH remove moisture	0.0112	kg.h ₂ O/kg.dry-air
mass flow rate of h ₂ O in cooling coil	69.60018	kg/h
dry air flow rate	6144.702	kg/h
25°C ,50% RH remove moisture	0.0102	kg.h ₂ O/kg.dry-air
mass flow rate of h ₂ O out cooling coil	63.38588	kg/h
air flow rate	6014.201	kg/h
remove water rate	0.069600181	kg/h

จากการออกแบบกระบวนการปรับอากาศโดยแบ่งเป็น 4 ช่วง

ช่วงที่ 1 เป็นช่วง Precool โดยอากาศที่ออกจากช่วงนี้มีอุณหภูมิลดลงและความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้น

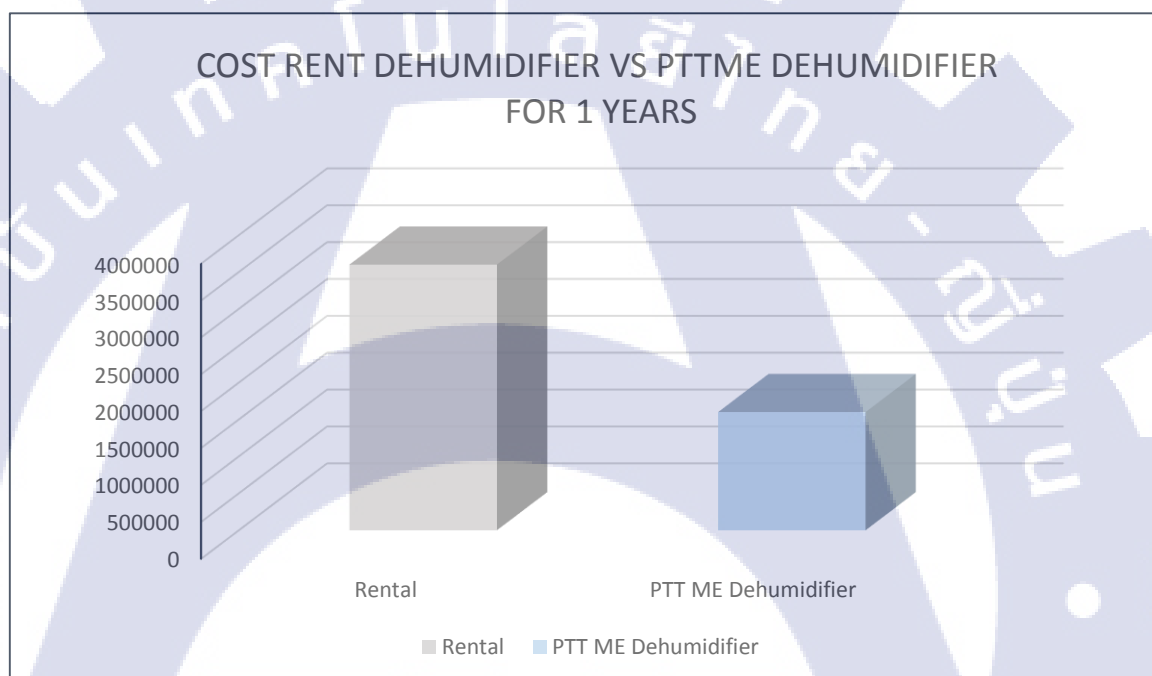
ช่วงที่ 2 Cooling coil 1 มีอัตราการดึงความชื้น ออกจาก Cooling coil 0.447927 kg/h

ช่วงที่ 3 เป็นช่วง Reheat โดยอากาศที่ออกจากช่วงนี้มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นและความชื้นสัมพัทธ์ลดลง

ช่วงที่ 4 Cooling coil 2 มีอัตราการดึงความชื้น ออกจาก Cooling coil 0.069600181 kg/h

4.2 ผลการเปรียบเทียบต้นทุน

จากการสอบถามผู้ควบคุมการปฏิบัติงานพบว่าระยะเวลาในการใช้งานเครื่องลดความชื้นจะขึ้นอยู่กับงานที่ได้รับมอบหมายจากลูกค้า โดยเฉลี่ยแล้ว ภายใน 1 เดือน งาน 1 งานที่จะทำการซ่อมบำรุงรักษาในที่อับอากาศจะใช้เวลาในการซ่อมบำรุงรักษาประมาณ 5 วัน โดยใช้เครื่องลดความชื้น เป็นระยะเวลา 5 วัน เช่นกัน ซึ่งเมื่อเทียบระยะเวลาในการใช้งานเครื่องลดความชื้น ในระยะเวลา 1 ปี จะใช้เครื่องลดความชื้นประมาณ 60 วันต่อปี โดยปัจจุบันทางทีมบำรุงรักษาเครื่องกลได้ทำการเช่าเครื่องลดความชื้น ซึ่งมีค่าใช้จ่ายในการเช่า ประมาณ 60000 บาทต่อวัน



ภาพที่ 4.6 กราฟแท่งเปรียบเทียบต้นทุน

ตารางที่ 4.5 แสดงราคาต้นทุนของเครื่องดูดความชื้น

Detail	Cost
Dehumidifier Rent	3,600,000
Dehumidifier PTTME (budgets +/- 10%)	1,600,000
Save cost	2,000,000

วิเคราะห์ความคุ้มค่าโดยคิดต้นทุนที่ ต้นทุนที่หมายถึงต้นทุนที่ตายตัวคือ ราคาของเครื่องจักรประกอบด้วย ชุดแอร์คอนดิชั่น 2 ชุด โครงสร้าง อิทไปป์ โบเวอร์ รวมถึงค่าใช้จ่ายในการประกอบและติดตั้งเครื่องจักร ซึ่งราคาต้นทุนที่ได้รวมแล้วประมาณ 1,600,000 บาท

พบว่าสามารถลดต้นทุนที่ได้ประมาณ 2,000,000 บาท หรือคิดเป็น 55.56 %

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงการ

จากการค้นคว้าและศึกษาหาข้อมูลจึงได้ทำการออกแบบเครื่องดูดความชื้น ซึ่งต้องการอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ต้นแบบอยู่ที่ 25°C , 50%RH โดยการติดตั้งฮีทปั๊มคอมคอยล์เย็นของระบบปรับอากาศ ฮีทปั๊มที่ติดตั้งจะแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนแรก เรียกว่า Precool จะอยู่ในทางช่องลมเข้าก่อนที่จะผ่านคอยล์เย็น เมื่อสภาวะอากาศที่อุณหภูมิ 32°C , 70%RH ผ่านฮีทปั๊มส่วนนี้อากาศร้อนจะถ่ายเทความร้อนให้แก่ฮีทปั๊ม อากาศที่ออกมาจาก Precool มีอุณหภูมิ 30°C , 75%RH ซึ่งจะเป็นอากาศที่เข้าไปยังคอยล์เย็นจากนั้นอุณหภูมิที่ออกจากคอยล์เย็นมีอุณหภูมิที่ 26°C , 80%RH มีอุณหภูมิลดลงกว่าปกติ ทำให้คอยล์เย็นมีประสิทธิภาพมากขึ้น พบว่ามีอัตราการดึงความชื้นจากคอยล์เย็นเท่ากับ 0.447927 kg/h ในขณะที่ฮีทปั๊มส่วนแรกรับพลังงานจากลมร้อนสารทำความเย็นภายในตัวฮีทปั๊มจะระเหยและพาความร้อนที่ได้รับจากอากาศร้อนนั้นไปยังฮีทปั๊มส่วนที่สอง (Reheat) เมื่ออากาศจากคอยล์เย็นผ่านฮีทปั๊มส่วนที่สอง ก็จะได้รับความร้อนจากฮีทปั๊มส่วนนี้ ทำให้อากาศที่ผ่านฮีทปั๊มส่วนที่สอง (Reheat) มีอุณหภูมิ 29°C , 45%RH จากนั้นผู้ออกแบบต้องการอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ต้องการ จึงให้อากาศที่ออกจาก Reheat เข้าผ่านคอยล์เย็นเพื่อลดอุณหภูมิลง ให้อยู่ที่ 25°C , 50%RH พบว่ามีอัตราการดึงความชื้นออกจากคอยล์เย็นเท่ากับ 0.069600181 kg/h ทำให้ระบบมีอุณหภูมิที่พอเหมาะ

เมื่อประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์โดยคิดจากต้นทุนคงที่แล้วพบว่า การออกแบบเครื่องดูดความชื้นเอง จะสามารถลดต้นทุนค่าเช่าเครื่องดูดความชื้น 2,000,000 บาท คิดเป็น 55.56% นอกจากนี้เครื่องต้นแบบยังสามารถเคลื่อนย้ายไปใช้งานตามสถานที่ต่างๆ ได้ตามความเหมาะสม

5.2 ข้อเสนอแนะ

เพื่อเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจนำโครงการนี้ไปปรับปรุงและพัฒนาให้สมบูรณ์ขึ้น การออกแบบเครื่องดูดความชื้น ควรมีการพัฒนาการดำเนินงานอย่างต่อเนื่อง ผู้จัดทำมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

5.2.1 ควรพิจารณาถึงความทนทานและความน่าเชื่อถือในการออกแบบสร้างโดยอาจดูจากปัจจัยเบื้องต้น เช่น การรับประกันของอุปกรณ์ ชิ้นส่วนต่างๆ เป็นต้น

5.2.2 ควรพิจารณาถึงประสิทธิภาพในด้านพลังงาน เนื่องจากหากไม่มีประสิทธิภาพที่ดีจะส่งผลให้สูญเสียพลังงานมาก

5.2.3 ควรพิจารณาถึงขนาดการทำความเย็น โดยการเลือกกระบอกที่ถูกต้องคำนึงถึงการถ่ายเทความร้อนจากกำแพง เพดาน พื้นห้อง ความร้อนที่เกิดจากเครื่องมือเครื่องใช้ และความร้อนจากแสงอาทิตย์ เป็นต้น การคำนวณขนาดการทำความเย็น จะมีความซับซ้อนมากขึ้นถ้าขนาดพื้นที่ที่ต้องการปรับอากาศกว้างขึ้นและลักษณะของห้องมีความซับซ้อนยิ่งขึ้น

5.2.4 ควรพิจารณาต้นทุนในหลายๆรูปแบบ เช่น ต้นทุนในการบำรุงรักษา เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

1. ผศ. ชูชัย ต.ศิริวัฒนา, 2546, การทำความเย็นและการปรับอากาศ, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ
2. ผศ.สุรพล พุกษพานิช, 2529, การปรับอากาศ หลักการและระบบ, หจก.สำนักพิมพ์ฟิสิกส์ เซ็นเตอร์
3. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2547, **กรณีศึกษา 013 การใช้ฮีทไปป์เพื่อประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ**, พิมพ์ครั้งที่ 1, โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, กรุงเทพมหานคร
3. Heat Pipe Technology Inc. 2002, **Wrap-Around Dehumidifier Heat Pipes**, available URL: <http://www.heatpipe.com> [2016, JUNE 27].
4. Heat Pipe Technology, Inc. **Why Heat Pipes? Case Summaries**, available URL: <http://www.heatpipe.com> [2016, JUNE 28].
5. บริษัท กิดเพื่อความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม จำกัด. **แผนการทำงานที่้อบอากาศ**, available URL: <http://www.siamsafety.com/012.DOC> [2016, JUNE 15].
6. คณาธิศ เกิดคล้าย, **สถานการณ์การเสียชีวิตและมาตรการป้องกันอันตรายจากการทำงานในสถานที่้อบอากาศ**, available URL: <http://php.diw.go.th/safety/wp-content/uploads/2014/05/Confined.pdf> [2016, JUNE 17].

ภาคผนวก

TNI

ภาคผนวก ก

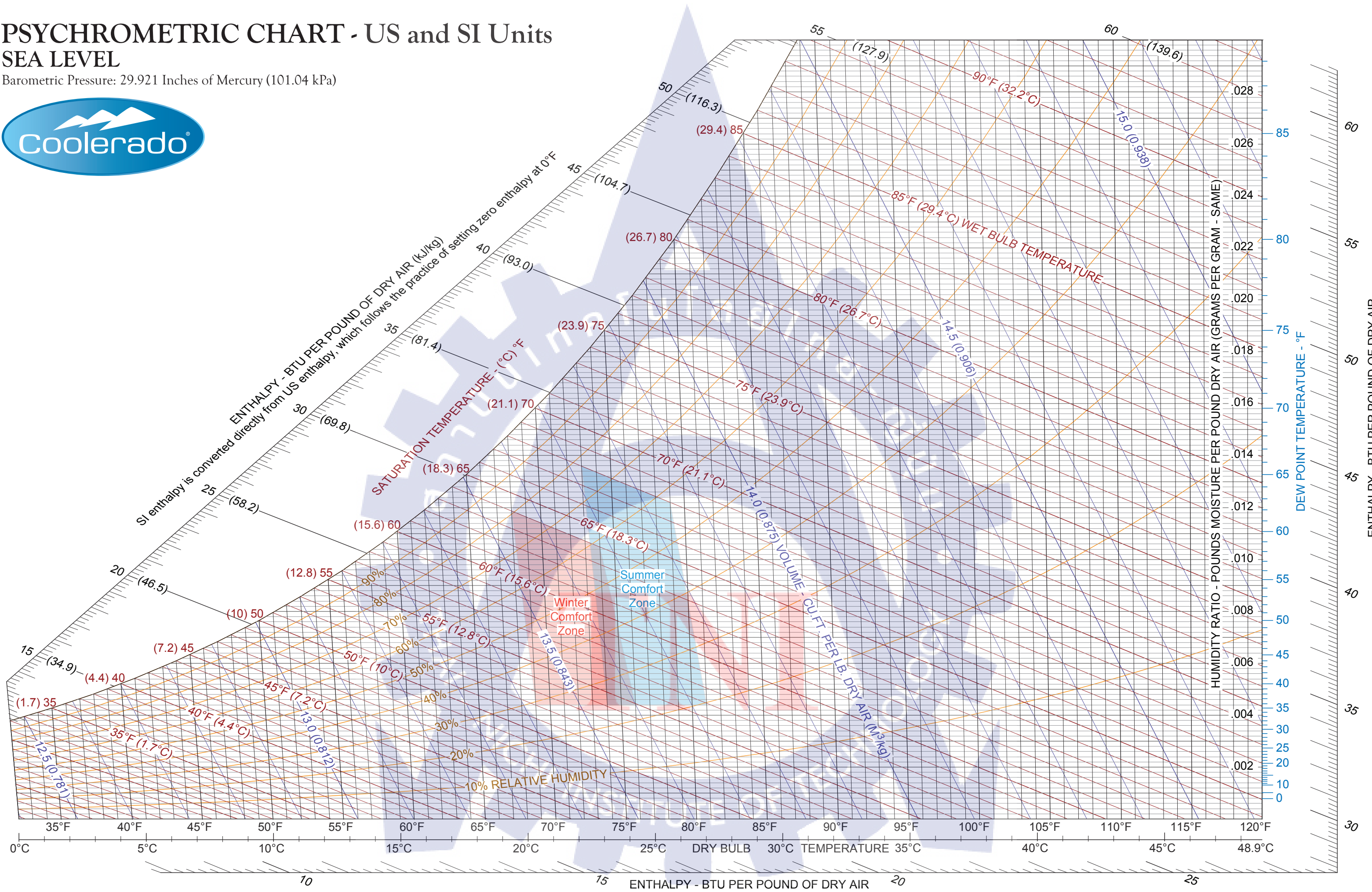
แผนภูมิไซโครเมตริก

TNI

PSYCHROMETRIC CHART - US and SI Units

SEA LEVEL

Barometric Pressure: 29.921 Inches of Mercury (101.04 kPa)



ภาคผนวก ข

รายงานการปฏิบัติงานประจำสัปดาห์

TNI



ศูนย์สหกิจศึกษาและจัดการงาน สถาบันเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่น

Co-operative Education and Career Center

1771/1 ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพฯ 10250 โทรศัพท์: 0-2763-2762, 02-763-2750 Fax: 0-2763-2600 ต่อ 2788 www.tni.ac.th

แบบฟอร์มรายงานการปฏิบัติงานประจำสัปดาห์

สัปดาห์ที่.....1.....

ชื่อ-สกุลนักศึกษา ขวัญชนก พิบูลย์ศรี รหัสนักศึกษา 56114711-7
คณะวิชา วิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชา อุตสาหกรรม

วัน/เดือน/ปี	จำนวนชั่วโมง	งานที่ปฏิบัติโดยย่อ	ความรู้/ทักษะที่ได้รับ	ปัญหา/อุปสรรค
จันทร์/...../.....				
อังคาร...../...../.....				
พุธ.....1...../06/2559	8	ประชุมณีสหกิจศึกษาสนธิกิจ สัปดาห์อบรมเรื่องSafety พบผู้ควบคุมการปฏิบัติงาน	รู้ถึงสภาวะที่ไม่ปลอดภัย	ปรับตัวเข้ากับเพื่อน
พฤหัสบดี 2...../06/2559	8	ผู้ควบคุมการปฏิบัติงานในนักศึกษา ศึกษาเรื่องวาล์วได้ไปดู การทำวาล์วใน work shop สอนดู Symbol ของ Valve ส่วนประกอบต่างๆ ของ Valve	ชนิดของ Valve	มีประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งที่ผู้ควบคุมการปฏิบัติงานบอก
ศุกร์.....3...../06/2559	8	ผู้ควบคุม พาไปดู การทดสอบโดยใช้หัววัดโดยวิธีทรานสดิวเซอร์วัดแรงดัน (PT), การทำ electromagnetic เพื่อซ่อมรถมอเตอร์	ได้รู้ถึงกระบวนการทำ Penetrant testing ว่ามีขั้นตอนอะไรบ้าง	ศัพท์ภาษาอังกฤษ
เสาร์...../...../.....				
อาทิตย์...../...../.....				
จำนวนชั่วโมงรวม ในรายงานฉบับนี้	24	ขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้เป็นความจริงทุกประการ	ขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้เป็นความจริงทุกประการ	
จำนวนชั่วโมง ในรายงานฉบับก่อน	0	ลงชื่อ..... ขวัญชนก พิบูลย์ศรี (นางสาว ขวัญชนก พิบูลย์ศรี)	ลงชื่อ..... (.....)	
จำนวนชั่วโมง รวมทั้งหมด	24	วัน/เดือน/ปี 3 มิถุนายน 2559 นักศึกษา	ตำแหน่ง วัน/เดือน/ปี 03 June 2016 ผู้ควบคุมการปฏิบัติงาน	

หมายเหตุ นักศึกษาต้องส่งรายงานฉบับนี้ถึงอาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา / ฝึกงานทุกคณะวิชา ทุกสัปดาห์อย่างเคร่งครัด อย่าลืมถ่ายสำเนาเก็บไว้ เพื่อทำรายงานฉบับสมบูรณ์



แบบฟอร์มรายงานการปฏิบัติงานประจำสัปดาห์ (Weekly Report)

สัปดาห์ที่.....2.....

ชื่อ-สกุลนักศึกษา ขวัญชนก นิสิตศรี รหัสนักศึกษา 56114711-7
คณะวิชา วิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชา อุตสาหการ

วัน/เดือน/ปี	จำนวนชั่วโมง	งานที่ปฏิบัติโดยย่อ	ความรู้/ทักษะที่ได้รับ	ปัญหา/อุปสรรค
จันทร์ 6/06/2559	8	อบรม Basic Safety และ B Cares, ทำบัตรพนักงาน / นักศึกษาฝึกงาน ที่ PTGC2	รู้ การป้องกันจากสภาวะที่ ได้ปลดอาวุธตัวองรับผิดของ ตัวเองเป็นหลัก	ทวเดินไปโรงอาเนาร ก่อนเข้าโรง
อังคาร 7/06/2559	8	ศึกษาด้านข้อผิดพลาด Flare (นอเบลา)	ได้รู้ ประโยชน์และ หลักการ ทบทวนจาก Flare	ไม่มีคอมมรี เรื่อวเครื่องกล ภายในตัวให้ขอ สัปดาห์ที่ 1
พุธ 8/06/2559	8	สำรวจ overhaul reciprocating compressor ถ่ายภาพชิ้นส่วนภายใน, drawing ชิ้นส่วนประกอบกับ Gear, เครื่องยนต์ 2 จังหวะ, 4 จังหวะ, ชิ้นส่วนเครื่องจักร	เป็นภาพจริงของ overhaul reciprocating compressor อุปกรณ์ชิ้นส่วนภายใน	ไม่มีโอกาสการทำงานของ เครื่องยนต์ 2 จังหวะ, 4 จังหวะ
พฤหัสบดี 9/06/2559	8	look worker install reciprocating compressor.	ทำให้รู้ขั้นตอนการ ติดตั้งประกอบชิ้นส่วน	ชิ้นส่วนภายในด้านบน สีน้ำมันถูกสกปรกด้วย สีขาว
ศุกร์ 10/06/2559	8	search gasket types, come along check consumable, change head airjet	ได้รู้ คุณสมบัติของ ขอสินค้าเป็นอย่างไร	การตรวจชิ้นประกอบจาก ความลับนั้นเนื่องจากหลาย พนักงานอายุน้อย
เสาร์...../...../.....				
อาทิตย์...../...../.....				
จำนวนชั่วโมงรวม ในรายงานฉบับนี้	40	ขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้เป็นความจริงทุก ประการ	ขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้เป็นความจริงทุก ประการ	
จำนวนชั่วโมง ในรายงานฉบับก่อน	24	ลงชื่อ..... ขวัญชนก นิสิตศรี	ลงชื่อ..... 	
จำนวนชั่วโมง รวมทั้งหมด	64	(นางสาว ขวัญชนก นิสิตศรี) วัน/เดือน/ปี 10 มิถุนายน 2559 นักศึกษา	(.....) ตำแหน่ง Section Mgr. วัน/เดือน/ปี 10-june-2019 ผู้ควบคุมการปฏิบัติงาน	

หมายเหตุ: นักศึกษาต้องส่งรายงานฉบับนี้ถึงอาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา / ฝึกงานทุกคณะวิชา ทุกสัปดาห์อย่างเคร่งครัด อย่าลืม
ถ่ายสำเนาเก็บไว้เพื่อทำรายงานฉบับสมบูรณ์



ศูนย์สหกิจศึกษาและจัดหางาน สถาบันเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่น

Co-operative Education and Career Center

1771/1 ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพฯ 10250 โทรศัพท์: 0-2763-2762, 02-763-2750 Fax: 0-2763-2600 ต่อ 2788 www.tni.ac.th

แบบฟอร์มรายงานการปฏิบัติงานประจำสัปดาห์

สัปดาห์ที่.....3.....

ชื่อ-สกุลนักศึกษา..... ขวัญชนก..... นิลพัชร์..... รหัสนักศึกษา..... 56114711-7.....
คณะวิชา..... วิศวกรรมศาสตร์..... สาขาวิชา..... อุตสาหกรรม.....

วัน/เดือน/ปี	จำนวนชั่วโมง	งานที่ปฏิบัติโดยย่อ	ความรู้/ทักษะที่ได้รับ	ปัญหา/อุปสรรค
จันทร์ 13 / 06 / 2559	8	- search information about maintenance type, key	เข้าใจได้รู้ข้อบกพร่อง รักษาประเภทต่างๆมากขึ้น	ถ้าเลือกวิธีบำรุงรักษาไม่ ตรงตามนิยามของ m/c อาจ ใช้ค่าใช้จ่ายมาก
อังคาร 14 / 06 / 2559	8	- research paper example - keep box in container - search type of heat detector	เรียนรู้ประเภทของ ตัวตรวจจับความร้อน	ต้องมีความระมัดระวัง ในการยกกล่องเก็บของ
พุธ 15 / 06 / 2559	8	- see video 'How a gas turbine works'	ได้รู้การทำงานของ gas turbine	ไม่มีความรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์ จึงทำให้ยังรู้ช้า
พฤหัสบดี 16 / 06 / 2559	8	- search information about ISO vibration Chiller, motor oil, plastic types	เรียนรู้หลักการทำงาน ของ chiller	ยังไม่เห็น Chiller ของจริง จึงทำให้ยังไม่สามารถบอก
ศุกร์ 17 / 06 / 2559	8	- make merit company - see maintenance and repair pressure safety valve	ได้รู้หลักการทำงาน ของ safety valve	ถ้า safety valve เกิดการ แตกกระเทือน ต้องเริ่ม ทำการบำรุงรักษาใหม่ทันที
เสาร์...../...../.....				
อาทิตย์...../...../.....				
จำนวนชั่วโมงรวม ในรายงานฉบับนี้	40	ขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้เป็นความจริงทุกประการ	ขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้เป็นความจริงทุกประการ	
จำนวนชั่วโมง ในรายงานฉบับก่อน	64	ลงชื่อ..... ขวัญชนก..... นิลพัชร์..... (..... พงษ์สวัสดิ์..... นิลพัชร์.....)	ลงชื่อ..... (.....)	
จำนวนชั่วโมง รวมทั้งหมด	104	วัน/เดือน/ปี 17 มิถุนายน 2559 นักศึกษา	ตำแหน่ง..... วัน/เดือน/ปี 17-06-2559 ผู้ควบคุมการปฏิบัติงาน	

หมายเหตุ นักศึกษาต้องส่งรายงานฉบับนี้ถึงอาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา / ฝึกงานทุกคณะวิชา ทุกสัปดาห์อย่างเคร่งครัด อย่าลืมถ่าย
สำเนาเก็บไว้เพื่อทำรายงานฉบับสมบูรณ์



ศูนย์สหกิจศึกษาและจัดหางาน สถาบันเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่น

Co-operative Education and Career Center

1771/1 ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพฯ 10250 โทรศัพท์: 0-2763-2762, 02-763-2750 Fax: 0-2763-2600 ต่อ 2788 www.tni.ac.th

แบบฟอร์มรายงานการปฏิบัติงานประจำสัปดาห์

สัปดาห์ที่... 4

ชื่อ-สกุลนักศึกษา ขวัญชนก / พินิจศรี รหัสนักศึกษา 56114711-7
คณะวิชา วิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชา อุตสาหการ

วัน/เดือน/ปี	จำนวนชั่วโมง	งานที่ปฏิบัติโดยย่อ	ความรู้/ทักษะที่ได้รับ	ปัญหา/อุปสรรค
จันทร์ 20 / 06 / 2559	8	- see repair of control valve - search information about ansi b16.5 flange	เรียนรู้การซ่อมแซมวาล์ว control valve	ถ้าจุด plug ไม่ดีจะ - ทำให้ leak ได้ ✓
อังคาร 21 / 06 / 2559	8	- calculate cost of scaffolding - see vibration test of gearbox - table fuel support celek by excel	ได้เรียนรู้วิธีการทดสอบ gearbox	น้ำมันมากเกินไปจะ - ทำให้น้ำมันรั่วออกมา ✓
พุธ 22 / 06 / 2559	8	- check time sheet worker - search gasket class, size	รู้มาตรฐานของ gasket	ถ้าทำ gasket ที่ผิดจะ - ทำให้งานเสียได้ ✓
พฤหัสบดี 23 / 06 / 2559	8	- search information about QC & Tools	รู้วิธีการนำเครื่องมือวัดแบบมือใช้	ต้องฝึกใช้เครื่องมือวัด ✓
ศุกร์ 24 / 06 / 2559	8	- Ariba cloud project seminars	รู้ระบบ PO, PR โดยการใช้ Ariba	ต้องเข้าใจถึงความต้องการในการใช้งานระบบ ✓
เสาร์ / /				
อาทิตย์ / /				
จำนวนชั่วโมงรวมในรายงานฉบับนี้	40	ขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้เป็นความจริงทุกประการ	ขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้เป็นความจริงทุกประการ	
จำนวนชั่วโมงในรายงานฉบับก่อน	104	ลงชื่อ ขวัญชนก / พินิจศรี (..... ขวัญชนก / พินิจศรี)	ลงชื่อ (.....)	
จำนวนชั่วโมงรวมทั้งหมด	144	วัน/เดือน/ปี 24 มิถุนายน 2559 นักศึกษา	ตำแหน่ง Section Mgr. วัน/เดือน/ปี 26-ธันวาคม-2016 ผู้ควบคุมการปฏิบัติงาน	

หมายเหตุ นักศึกษาต้องส่งรายงานฉบับนี้ถึงอาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา / ฝึกงานทุกคณะวิชา ทุกสัปดาห์อย่างเคร่งครัด อย่าลืมถ่ายสำเนาเก็บไว้เพื่อทำรายงานฉบับสมบูรณ์



ศูนย์สหกิจศึกษาและจัดหางาน สถาบันเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่น

Co-operative Education and Career Center

1771/1 ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพฯ 10250 โทรศัพท์: 0-2763-2762, 02-763-2750 Fax: 0-2763-2600 ต่อ 2788 www.tni.ac.th

แบบฟอร์มรายงานการปฏิบัติงานประจำสัปดาห์

สัปดาห์ที่.....5.....

ชื่อ-สกุลนักศึกษา ขวัญชนก / วัฒนชัยศรี รหัสนักศึกษา 56114711-7
คณะวิชา วิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชา อุตสาหกรรม

วัน/เดือน/ปี	จำนวนชั่วโมง	งานที่ปฏิบัติโดยย่อ	ความรู้/ทักษะที่ได้รับ	ปัญหา/อุปสรรค
จันทร์ 27/06/2559	8	- key bolting tables data in php program	ได้รู้ class ของ gas ket ว่า มีกี่ class	gas ket ต้องเป็นมาตรฐาน แต่เขากลับมาใช้มาตรฐานอื่น
อังคาร 28/06/2559	8	- key bolting tables data in php program	ได้รู้วิธีใช้ฟังก์ชัน	ตารางข้อมูลเยอะ จำไม่ได้ ตารางหลาย
พุธ 29/06/2559	8	- search information about confined space work. Confined	ได้มีศึกษาใบอุปกรณ์ ที่ใช้ในที่อับอากาศ	ในที่อับอากาศให้ทราบ ทำงานที่เสี่ยงต้องระวังเรื่อง
พฤหัสบดี 30/06/2559	8	- see worker pump assembly, repair	ได้เห็นอุปกรณ์การซ่อม ทราบดีอยู่แล้ว	การเคลื่อนย้ายต้องระวัง ความปลอดภัยไว้
ศุกร์ 01/07/2559	8	- prepare information for presentation	ฝึกการเตรียมความพร้อม เพื่อนำเสนอ	ใช้ข้อมูลจริงในกรณี จะได้มีความ
เสาร์...../...../.....				
อาทิตย์...../...../.....				
จำนวนชั่วโมงรวม ในรายงานฉบับนี้	40	ขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้เป็นความจริงทุกประการ	ขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้เป็นความจริงทุกประการ	
จำนวนชั่วโมง ในรายงานฉบับก่อน	144	ลงชื่อ..... ขวัญชนก / วัฒนชัยศรี (นางสาว ขวัญชนก / วัฒนชัยศรี)	ลงชื่อ..... (.....)	
จำนวนชั่วโมง รวมทั้งหมด	184	วัน/เดือน/ปี..... 1 กรกฎาคม 2559 นักศึกษา	ตำแหน่ง..... วัน/เดือน/ปี..... 04-10-59. ผู้ควบคุมการปฏิบัติงาน	

หมายเหตุ นักศึกษาต้องส่งรายงานฉบับนี้ถึงอาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา / ฝึกงานทุกคณะวิชา ทุกสัปดาห์อย่างเคร่งครัด อย่าลืมนำ
สำเนาเก็บไว้เพื่อทำรายงานฉบับสมบูรณ์



ศูนย์สหกิจศึกษาและจัดหางาน สถาบันเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่น

Co-operative Education and Career Center

1771/1 ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพฯ 10250 โทรศัพท์: 0-2763-2762, 02-763-2750 Fax: 0-2763-2600 คอ 2788 www.tni.ac.th

แบบฟอร์มรายงานการปฏิบัติงานประจำสัปดาห์

สัปดาห์ที่.....6.....

ชื่อ-สกุลนักศึกษา ขวัญชนก นามสกุล นามสกุล รหัสนักศึกษา 56119711-7
คณะวิชา วิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชา อุตสาหการ

วัน/เดือน/ปี	จำนวนชั่วโมง	งานที่ปฏิบัติโดยย่อ	ความรู้/ทักษะที่ได้รับ	ปัญหา/อุปสรรค
จันทร์ 4/07/2559	8	-search information about blasting	รู้วิธีการจัดซื้อของที่ดี การมัดด้วยมือ	ต้องซื้ออุปกรณ์หลาย ที่เฉพาะ: สมกับงาน
อังคาร 5/07/2559	8	-Presentation	ความกล้าแสดงออก	
พุธ 6/07/2559	8	-find program for make dehumidifier diagram	ศึกษาโปรแกรม edrawmax	โปรแกรม crash down load มีม จำกัดวันใช้งาน
พฤหัสบดี 7/07/2559	8	-search information about the dangers of confined spaces	ได้รับอันตรายจากทาส อยู่ข้างในถังอากาศ	ทำงานในที่อับอากาศ ความปลอดภัยสูง
ศุกร์ 8/07/2559	8	-search information about kaizen process	รู้กระบวนการคิดแบบ ไคเซ็น	รู้ขั้นตอนการทำงานของบริษัท ขอตำราจากญี่ปุ่นได้ฟรี สนับสนุนช่วยเหลือทั้งใจ: ประมวลผล
เสาร์...../...../.....				
อาทิตย์...../...../.....				
จำนวนชั่วโมงรวม ในรายงานฉบับนี้	40	ขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้เป็นความจริงทุกประการ	ขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้เป็นความจริงทุกประการ	
จำนวนชั่วโมง ในรายงานฉบับก่อน	184	ลงชื่อ ขวัญชนก นามสกุล นามสกุล (นางสาว ขวัญชนก นามสกุล)	ลงชื่อ (..... นามสกุล)	
จำนวนชั่วโมง รวมทั้งหมด	224	วัน/เดือน/ปี 8 กรกฎาคม 2559 นักศึกษา	ตำแหน่ง วัน/เดือน/ปี 12-50/7-16 ผู้ควบคุมการปฏิบัติงาน	

หมายเหตุ นักศึกษาต้องส่งรายงานฉบับนี้ถึงอาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา / ฝึกงานทุกคณะวิชา ทุกสัปดาห์อย่างเคร่งครัด อย่าลืมถ่าย
สำเนาเก็บไว้เพื่อทำรายงานฉบับสมบูรณ์



ศูนย์สหกิจศึกษาและจัดหางาน สถาบันเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่น

Co-operative Education and Career Center

1771/1 ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพฯ 10250 โทรศัพท์: 0-2763-2762, 02-763-2750 Fax: 0-2763-2600 ต่อ 2788 www.tni.ac.th

แบบฟอร์มรายงานการปฏิบัติงานประจำสัปดาห์

สัปดาห์ที่.....๕.....

ชื่อ-สกุลนักศึกษา.....จรัลชนก.....ดิบุลย์ศรี.....รหัสนักศึกษา.....56114711-7.....
คณะวิชา.....วิศวกรรมศาสตร์.....สาขาวิชา.....อุตสาหกรรม

วัน/เดือน/ปี	จำนวนชั่วโมง	งานที่ปฏิบัติโดยย่อ	ความรู้/ทักษะที่ได้รับ	ปัญหา/อุปสรรค
จันทร์ 11/07/2559	8	- check time sheet of manpower	ได้ความรู้และใช้เครื่องมือคอมพิวเตอร์	มีกรรมาชื้อไฮดรอลิกทำของผิด
อังคาร 12/07/2559	8	- excel	ทำกราฟแท่ง	ข้อมูลที่จะใช้ส่งยังไม่พร้อม
พุธ 13/07/2559	8	- search information about boilers	ได้รู้ประโยชน์ของไอน้ำที่ได้จาก boilers	ไอน้ำมีความเสี่ยงเกี่ยวกับ boilers มาก่อนวิธีทำไอน้ำยังเข้าใจยาก
พฤหัสบดี 14/07/2559	8	- Productivity Tools c4d tools, qcstory train, kaizen	ได้เรียนรู้การแก้ปัญหา รวมถึงแก้ไข	ยังไม่มีการใช้สกรีนออกเคอร์
ศุกร์ 15/07/2559	8	- search information about furnace types	ได้รู้ประเภทของบ่อนเผาไหม้ 1/ตา	ต้องให้ความพยายามในการทำความเข้าใจมาก
เสาร์...../...../.....				
อาทิตย์...../...../.....				
จำนวนชั่วโมงรวมในรายงานฉบับนี้	40	ขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้เป็นความจริงทุกประการ	ขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้เป็นความจริงทุกประการ	
จำนวนชั่วโมงในรายงานฉบับก่อน	224	ลงชื่อ.....จรัลชนก.....ดิบุลย์ศรี..... (นางสาว จรัลชนก ดิบุลย์ศรี)	ลงชื่อ.....วิเชียร ปรานคง..... (.....)	
จำนวนชั่วโมงรวมทั้งหมด	264	วัน/เดือน/ปี.....15 กรกฎาคม 2559..... นักศึกษา	ตำแหน่ง.....Section. Mg..... วัน/เดือน/ปี.....21-50/4-20/6..... ผู้ควบคุมการปฏิบัติงาน	

หมายเหตุ นักศึกษาต้องส่งรายงานฉบับนี้ถึงอาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา/ฝึกงานทุกคณะวิชา ทุกสัปดาห์อย่างเคร่งครัด อย่าลืมนำสำเนาเก็บไว้เพื่อทำรายงานฉบับสมบูรณ์



ศูนย์สหกิจศึกษาและจัดหางาน สถาบันเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่น

Co-operative Education and Career Center

1771/1 ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพฯ 10250 โทรศัพท์: 0-2763-2762, 02-763-2750 Fax: 0-2763-2600 ต่อ 2788 www.tni.ac.th

แบบฟอร์มรายงานการปฏิบัติงานประจำสัปดาห์

สัปดาห์ที่..... 8

ชื่อ-สกุลนักศึกษา ขวัญชนก พินุลักษณ์ รหัสนักศึกษา 56119711-7
คณะวิชา วิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชา อากาศยาน

วัน/เดือน/ปี	จำนวนชั่วโมง	งานที่ปฏิบัติโดยย่อ	ความรู้/ทักษะที่ได้รับ	ปัญหา/อุปสรรค
จันทร์/...../.....				
อังคาร/...../.....				
พุธ/...../.....				
พฤหัสบดี 21/07/2559	8	- prepare information for powerpoint		
ศุกร์ 22/07/2559	8	- walking save energy campaign #5✓	ได้นำหลักการประหยัดพลังงานไปใช้ในชีวิตประจำวันและปลูกฝังแก่ผู้อื่น	อากาศร้อน
เสาร์/...../.....				
อาทิตย์/...../.....				
จำนวนชั่วโมงรวม ในรายงานฉบับนี้	16	ขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้เป็นความจริงทุกประการ	ขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้เป็นความจริงทุกประการ	
จำนวนชั่วโมง ในรายงานฉบับก่อน	264	ลงชื่อ..... ขวัญชนก พินุลักษณ์ (นางสาว ขวัญชนก พินุลักษณ์)	ลงชื่อ..... (.....)	
จำนวนชั่วโมง รวมทั้งหมด	280	วัน/เดือน/ปี 22 กรกฎาคม 2559 นักศึกษา	ตำแหน่ง วัน/เดือน/ปี 22 July - 16 ผู้ควบคุมการปฏิบัติงาน	

หมายเหตุ นักศึกษาต้องส่งรายงานฉบับนี้ถึงอาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา / ฝึกงานทุกคณะวิชา ทุกสัปดาห์อย่างเคร่งครัด อย่าลืมถ่ายสำเนาเก็บไว้เพื่อทำรายงานฉบับสมบูรณ์



ศูนย์สหกิจศึกษาและจัดหางาน สถาบันเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่น

Co-operative Education and Career Center

1771/1 ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพฯ 10250 โทรศัพท์: 0-2763-2762, 02-763-2750 Fax: 0-2763-2600 คอ 2788 www.tni.ac.th

แบบฟอร์มรายงานการปฏิบัติงานประจำสัปดาห์

สัปดาห์ที่..... 9

ชื่อ-สกุลนักศึกษา..... ขวัญชนก..... พินิจศรี..... รหัสนักศึกษา..... 56114711-7.....
คณะวิชา..... วิศวกรรมศาสตร์..... สาขาวิชา..... อุตสาหการ.....

วัน/เดือน/ปี	จำนวนชั่วโมง	งานที่ปฏิบัติโดยย่อ	ความรู้/ทักษะที่ได้รับ	ปัญหา/อุปสรรค
จันทร์ 25/07/2559	8	-search information about chiller	ได้รู้ว่า chiller คืออะไร ✓	ไม่ชินอุปกรณ์ทำงานจริง
อังคาร 26/07/2559	8	observe activities about chiller at RO	ได้เห็นสภาพของจริง บ่อ (การทำงานของ chiller)	
พุธ 27/07/2559	8	observe activities at industrial estate authority of Thailand	ได้เห็นสภาพจริงของนิคมอุตสาหกรรม ✓	
พฤหัสบดี 28/07/2559	8	-take a stuff at warehouse -take a stuff at equipment room	ทดลองสื่อสารกับแผนกอื่น ✓	งานที่รับต้องใช้เวลาพอสมควร
ศุกร์ 29/07/2559	8	-take a stuff at equipment room	รู้ความผิดปกติของงาน ✓	เกิดความระแวงจากตนเอง ไม่ชัดเจนอีกว่าต้องทำอะไร
เสาร์...../...../.....				
อาทิตย์...../...../.....				
จำนวนชั่วโมงรวมในรายงานฉบับนี้	40	ขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้เป็นความจริงทุกประการ	ขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้เป็นความจริงทุกประการ	
จำนวนชั่วโมงในรายงานฉบับก่อน	280	ลงชื่อ..... ขวัญชนก..... พินิจศรี..... (นางสาว ขวัญชนก..... พินิจศรี.....)	ลงชื่อ..... (.....)	
จำนวนชั่วโมงรวมทั้งหมด	320	วัน/เดือน/ปี..... 29..... กรกฎาคม..... 2559..... นักศึกษา.....	ตำแหน่ง..... วัน/เดือน/ปี..... 29-07-16..... ผู้ควบคุมการปฏิบัติงาน.....	

หมายเหตุ นักศึกษาต้องส่งรายงานฉบับนี้ถึงอาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา / ฝึกงานทุกคณะวิชา ทุกสัปดาห์อย่างเคร่งครัด อย่าลืมนำสำเนาเก็บไว้ เพื่อทำรายงานฉบับสมบูรณ์



ศูนย์สหกิจศึกษาและจัดหางาน สถาบันเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่น

Co-operative Education and Career Center

1771/1 ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพฯ 10250 โทรศัพท์: 0-2763-2762. 02-763-2750 Fax: 0-2763-2600 คอ 2788 www.tni.ac.th

แบบฟอร์มรายงานการปฏิบัติงานประจำสัปดาห์

สัปดาห์ที่.....10.....

ชื่อ-สกุลนักศึกษา.....จวิฒนา.....พิบลัศรี.....รหัสนักศึกษา.....56114711-7.....
คณะวิชา.....วิศวกรรมศาสตร์.....สาขาวิชา.....อุตสาหการ.....

วัน/เดือน/ปี	จำนวนชั่วโมง	งานที่ปฏิบัติโดยย่อ	ความรู้/ทักษะที่ได้รับ	ปัญหา/อุปสรรค
จันทร์ 1/08/2559	8	- excel 'work progress'		Excel คนละเวอร์ชัน
อังคาร 2/08/2559	8	- see and take a photo 'crane inspections and preventive maintenance'	ได้เห็นมรณารวรักษาของโรงงานของเครื่อง	
พุธ 3/08/2559	8	- search information about heat pipe	ได้รู้ประโยชน์ของ heat pipe	
พฤหัสบดี 4/08/2559	8	- separate document		เอกสาร มีปริมาณมาก ✓
ศุกร์ 5/08/2559	8	- separate document		✓
เสาร์...../...../.....				
อาทิตย์...../...../.....				
จำนวนชั่วโมงรวม ในรายงานฉบับนี้	40	ขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้เป็นความจริงทุกประการ	ขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้เป็นความจริงทุกประการ	
จำนวนชั่วโมง ในรายงานฉบับก่อน	320	ลงชื่อ.....จวิฒนา.....พิบลัศรี..... (นางสาวจวิฒนา.....พิบลัศรี.....)	ลงชื่อ..... (.....วิเชียร ปรามคลัง.....)	
จำนวนชั่วโมง รวมทั้งหมด	360	วัน/เดือน/ปี.....5 สิงหาคม 2559..... นักศึกษา	ตำแหน่ง.....Section Mgr..... วัน/เดือน/ปี.....08-SEP-16..... ผู้ควบคุมการปฏิบัติงาน	

หมายเหตุ นักศึกษาต้องส่งรายงานฉบับนี้ถึงอาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา / ฝึกงานทุกคณะวิชา ทุกสัปดาห์อย่างเคร่งครัด อย่าลืมถ่าย
สำเนาเก็บไว้ เพื่อทำรายงานฉบับสมบูรณ์



ศูนย์สหกิจศึกษาและจัดหางาน สถาบันเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่น

Co-operative Education and Career Center

1771/1 ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพฯ 10250 โทรศัพท์: 0-2763-2762, 02-763-2750 Fax: 0-2763-2600 ต่อ 2788 www.tni.ac.th

แบบฟอร์มรายงานการปฏิบัติงานประจำสัปดาห์

สัปดาห์ที่.....11.....

ชื่อ-สกุลนักศึกษา..... ขวัญชนก คิมบุลศรี..... รหัสนักศึกษา..... 56114711-4.....
คณะวิชา..... วิศวกรรมศาสตร์..... สาขาวิชา..... อุตสาหกรรม

วัน/เดือน/ปี	จำนวนชั่วโมง	งานที่ปฏิบัติโดยย่อ	ความรู้/ทักษะที่ได้รับ	ปัญหา/อุปสรรค
จันทร์ 6/08/2559	8	- ศึกษาค้นคว้า ตรวจสอบ - ควบคุมการปฏิบัติงานของวิศวกรโยธา	วิธีการทำงานของ ช่างเทคนิค	
อังคาร 9/08/2559	8	- ควบคุมการปฏิบัติงาน วิศวกรโยธา ในท่าอากาศยาน ศักดิ์ขุศล Excel	วิธีการตรวจสอบงานช่าง	หน่วยงานยังไม่ลงตัว
พุธ 10/08/2559	8	- ศักดิ์ขุศล Excel	- ใ้เห็นแบบของ จากโรงงาน	มีข้อผิดพลาดจาก งาน
พฤหัสบดี 11/08/2559	8	- ศักดิ์ขุศล Excel		มีข้อผิดพลาดจาก งาน
ศุกร์...../...../.....				
เสาร์...../...../.....				
อาทิตย์...../...../.....				
จำนวนชั่วโมงรวม ในรายงานฉบับนี้	32	ขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้เป็นความจริงทุกประการ	ขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้เป็นความจริงทุกประการ	
จำนวนชั่วโมง ในรายงานฉบับก่อน	360	ลงชื่อ..... ขวัญชนก คิมบุลศรี..... (..... วิศวกรโยธา คิมบุลศรี.....)	ลงชื่อ..... (..... วิศวกรโยธา.....)	
จำนวนชั่วโมง รวมทั้งหมด	392	วัน/เดือน/ปี..... 11 สิงหาคม 2559..... นักศึกษา	ตำแหน่ง..... Inspection Engineer..... วัน/เดือน/ปี..... 11 Aug 2016..... ผู้ควบคุมการปฏิบัติงาน	

หมายเหตุ นักศึกษาต้องส่งรายงานฉบับนี้ถึงอาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา / ฝึกงานทุกคณะวิชา ทุกสัปดาห์อย่างเคร่งครัด อย่าลืมนำ
สำเนาเก็บไว้ เพื่อทำรายงานฉบับสมบูรณ์



ศูนย์สหกิจศึกษาและจัดหางาน สถาบันเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่น

Co-operative Education and Career Center

1771/1 ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพฯ 10250 โทรศัพท์: 0-2763-2762, 02-763-2750 Fax: 0-2763-2600 ต่อ 2788 www.tni.ac.th

แบบฟอร์มรายงานการปฏิบัติงานประจำสัปดาห์

สัปดาห์ที่.....12.....

ชื่อ-สกุลนักศึกษาจวิชัย หก..... พินิจศรี..... รหัสนักศึกษา..... 56114711-7.....
คณะวิชา..... วิศวกรรมศาสตร์..... สาขาวิชา..... อุตสาหกรรม.....

วัน/เดือน/ปี	จำนวนชั่วโมง	งานที่ปฏิบัติโดยย่อ	ความรู้/ทักษะที่ได้รับ	ปัญหา/อุปสรรค
จันทร์ 15/08/2559	8	- คีย์ข้อมูลลง excel	เป็นแบบ drawing ของ heat exchanger etc.	
อังคาร 16/08/2559	8	- คีย์ข้อมูลลง excel	"	ข้อมูลบางไฟล์ใช้งานไม่ได้
พุธ 17/08/2559	8	- คีย์ข้อมูลลง excel	"	ตรวจสอบข้อผิดพลาดไม่ได้
พฤหัสบดี 18/08/2559	8	- คีย์ข้อมูลลง excel	"	แบบ drawing ไม่ชัดเจน
ศุกร์ 19/08/2559	8	- คีย์ข้อมูลลง excel	"	รอ report ของโรงงานอื่น
เสาร์...../...../.....				
อาทิตย์...../...../.....				
จำนวนชั่วโมงรวม ในรายงานฉบับนี้	40	ขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้เป็นความจริงทุกประการ	ขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้เป็นความจริงทุกประการ	
จำนวนชั่วโมง ในรายงานฉบับก่อน	392	ลงชื่อ.....จวิชัย หก..... พินิจศรี..... (.....นายจวิชัย หก..... พินิจศรี.....)	ลงชื่อ.....นาย พงษ์ วัฒนกุล..... (.....นาย พงษ์ วัฒนกุล.....)	
จำนวนชั่วโมง รวมทั้งหมด	432	วัน/เดือน/ปี..... 19 สิงหาคม 2559..... นักศึกษา	ตำแหน่ง Engineer..... วัน/เดือน/ปี..... 19 Aug 2016..... ผู้ควบคุมการปฏิบัติงาน	

หมายเหตุ นักศึกษาต้องส่งรายงานฉบับนี้ถึงอาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา / ฝึกงานทุกคณะวิชา ทุกสัปดาห์อย่างเคร่งครัด อย่าลืมถ่ายสำเนาเก็บไว้ เพื่อทำรายงานฉบับสมบูรณ์



ศูนย์สหกิจศึกษาและจัดหางาน สถาบันเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่น

Co-operative Education and Career Center

1771/1 ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพฯ 10250 โทรศัพท์: 0-2763-2762, 02-763-2750 Fax: 0-2763-2600 คอ 2788 www.tni.ac.th

แบบฟอร์มรายงานการปฏิบัติงานประจำสัปดาห์

สัปดาห์ที่.....13.....

ชื่อ-สกุลนักศึกษานางสาว นวรัตน์ วัฒนชัยศรี..... รหัสนักศึกษา.....56114711-7.....
คณะวิชา.....วิศวกรรมศาสตร์..... สาขาวิชา.....อุตสาหกรรม

วัน/เดือน/ปี	จำนวนชั่วโมง	งานที่ปฏิบัติโดยย่อ	ความรู้/ทักษะที่ได้รับ	ปัญหา/อุปสรรค
จันทร์ 22/08/2559	8	ยังไม่ได้ใบมอบหมายงาน		
อังคาร 23/08/2559	8	- Check UTWT inspection excel	ตรวจสอบข้อบกพร่องในการตรวจเช็คข้อมูล	แก้ไขข้อผิดพลาด
พุธ 24/08/2559	8	- Check UTWT inspection excel	"	"
พฤหัสบดี 25/08/2559	8	- Check UTWT inspection excel	"	"
ศุกร์ 26/08/2559	8	manage report and separate report		report ไม่สมบูรณ์
เสาร์...../...../.....				
อาทิตย์...../...../.....				
จำนวนชั่วโมงรวม ในรายงานฉบับนี้	40	ขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้เป็นความจริงทุกประการ	ขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้เป็นความจริงทุกประการ	
จำนวนชั่วโมง ในรายงานฉบับก่อน	432	ลงชื่อ.....นางสาว นวรัตน์ วัฒนชัยศรี..... (.....นางสาว นวรัตน์ วัฒนชัยศรี.....)	ลงชื่อ.....นางสาว นวรัตน์ วัฒนชัยศรี..... (.....นางสาว นวรัตน์ วัฒนชัยศรี.....)	
จำนวนชั่วโมง รวมทั้งหมด	472	วัน/เดือน/ปี.....26 สิงหาคม 2559..... นักศึกษา	ตำแหน่ง.....Inspection Engineer..... วัน/เดือน/ปี.....26 August 2016..... ผู้ควบคุมการปฏิบัติงาน	

หมายเหตุ นักศึกษาต้องส่งรายงานฉบับนี้ถึงอาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา / ฝึกงานทุกคณะวิชา ทุกสัปดาห์อย่างเคร่งครัด อย่าลืมถ่ายสำเนาเก็บไว้ เพื่อทำรายงานฉบับสมบูรณ์



ศูนย์สหกิจศึกษาและจัดหางาน สถาบันเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่น

Co-operative Education and Career Center

1771/1 ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพฯ 10250 โทรศัพท์: 0-2763-2762, 02-763-2750 Fax: 0-2763-2600 คอ 2788 www.tni.ac.th

แบบฟอร์มรายงานการปฏิบัติงานประจำสัปดาห์

สัปดาห์ที่.....14.....

ชื่อ-สกุลนักศึกษา ขวัญชนก พิบูลย์ศรี รหัสนักศึกษา 56114711-7
คณะวิชา วิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชา อุตสาหกรรม 1

วัน/เดือน/ปี	จำนวนชั่วโมง	งานที่ปฏิบัติโดยย่อ	ความรู้/ทักษะที่ได้รับ	ปัญหา/อุปสรรค
จันทร์ 29/08/2559	8	-check UTWT Inspection data of excel	เน้นแบบ drawing ของ heat ex, vessel etc	พบ การลงข้อมูลผิดพลาด
อังคาร 30/08/2559	8	-check UTWT Inspection data of excel	"	"
พุธ 31/08/2559	8	-check UTWT Inspection data of excel	"	"
พฤหัสบดี 1/09/2559	8	-check UTWT Inspection data of excel	"	"
ศุกร์ 2/09/2559	8	-check UTWT Inspection data of excel	"	"
เสาร์...../...../.....				
อาทิตย์...../...../.....				
จำนวนชั่วโมงรวม ในรายงานฉบับนี้	40	ขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้เป็นความจริงทุกประการ	ขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้เป็นความจริงทุกประการ	
จำนวนชั่วโมง ในรายงานฉบับก่อน	472	ลงชื่อ..... ขวัญชนก พิบูลย์ศรี (นางสาว ขวัญชนก พิบูลย์ศรี)	ลงชื่อ..... พิชญ์ วัฒนวิทย์ (นาย พิชญ์ วัฒนวิทย์)	
จำนวนชั่วโมง รวมทั้งหมด	512	วัน/เดือน/ปี 2 กันยายน พ.ศ. 2559 นักศึกษา	ตำแหน่ง Inspection Engineer วัน/เดือน/ปี 2 Sep 2016 ผู้ควบคุมการปฏิบัติงาน	

หมายเหตุ นักศึกษาต้องส่งรายงานฉบับนี้ถึงอาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา / ฝึกงานทุกคนวิชา ทุกสัปดาห์อย่างเคร่งครัด อย่าลืมนำ
สำเนาเก็บไว้ เพื่อทำรายงานฉบับสมบูรณ์



ศูนย์สหกิจศึกษาและจัดหางาน สถาบันเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่น

Co-operative Education and Career Center

1771/1 ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพฯ 10250 โทรศัพท์: 0-2763-2762, 02-763-2750 Fax: 0-2763-2600 ต่อ 2788 www.tni.ac.th

แบบฟอร์มรายงานการปฏิบัติงานประจำสัปดาห์

สัปดาห์ที่.....15.....

ชื่อ-สกุลนักศึกษาจรัสชนกพิบลุย์ศรีรหัสนักศึกษา..... 56114711-7
คณะวิชา.....วิศวกรรมคัลเลอร์.....สาขาวิชา.....อุตสาหกรรม

วัน/เดือน/ปี	จำนวนชั่วโมง	งานที่ปฏิบัติโดยย่อ	ความรู้/ทักษะที่ได้รับ	ปัญหา/อุปสรรค
จันทร์ 5./09./2559	8	-search information about QFD	ได้รู้ขั้นตอนการทำ QFD	ข้อจำกัดของเวลา
อังคาร 6./09./2559	8	-search information about NDT "Non-Destructive testing"	ได้รู้ประเภทของการทำ NDT	
พุธ 7./09./2559	8	-search information about RT and UT "Radiographic test and Ultrasonic test"	ได้รู้หลักการทำงานของ RT และ UT	
พฤหัสบดี 8./09./2559	8	-search information about VT and UTM "visual test and Ultrasonic thickness measurement"	ได้รู้หลักการทำงานของ VT และ UTM	
ศุกร์ 9./09./2559	8	-search information about HT and HDT "Holiday test and Hydrostatic test"	ได้รู้หลักการทำงานของ HT และ HDT	
เสาร์...../...../.....				
อาทิตย์...../...../.....				
จำนวนชั่วโมงรวม ในรายงานฉบับนี้	40	ขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้เป็นความจริงทุกประการ	ขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้เป็นความจริงทุกประการ	
จำนวนชั่วโมง ในรายงานฉบับก่อน	512	ลงชื่อ.....จรัสชนกพิบลุย์ศรี (.....จรัสชนกพิบลุย์ศรี)	ลงชื่อ..... (.....)	
จำนวนชั่วโมง รวมทั้งหมด	552	วัน/เดือน/ปี..... 9 กันยายน 2559 นักศึกษา	ตำแหน่ง..... Section mgrs- วัน/เดือน/ปี..... 09/09/16 ผู้ควบคุมการปฏิบัติงาน	

หมายเหตุ นักศึกษาต้องส่งรายงานฉบับนี้ถึงอาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา / ฝึกงานทุกคณะวิชา ทุกสัปดาห์อย่างเคร่งครัด อย่าลืมถ่ายสำเนาเก็บไว้ เพื่อทำรายงานฉบับสมบูรณ์



ศูนย์สหกิจศึกษาและจัดหางาน สถาบันเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่น

Co-operative Education and Career Center

1771/1 ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพฯ 10250 โทรศัพท์: 0-2763-2762, 02-763-2750 Fax: 0-2763-2600 ต่อ 2788 www.tni.ac.th

แบบฟอร์มรายงานการปฏิบัติงานประจำสัปดาห์

สัปดาห์ที่.....16.....

ชื่อ-สกุลนักศึกษา..... ขวัญชนก / พิบลุขศรี รหัสนักศึกษา..... 561147117
คณะวิชา..... วิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชา..... อุตสาหกรรม

วัน/เดือน/ปี	จำนวนชั่วโมง	งานที่ปฏิบัติโดยย่อ	ความรู้/ทักษะที่ได้รับ	ปัญหา/อุปสรรค
จันทร์ 12/09/2559	8	-search information about MT and HN "Magnetic Particle test and Hardness test"	ได้รู้หลักการทาง MT และ HN	
อังคาร 13/09/2559	8	-search information about PMI "Positive Material Identification test"	ได้รู้หลักการทาง PMI	
พุธ 14/09/2559	8	-search information about PTME		
พฤหัสบดี 15/09/2559	8	- project report		
ศุกร์ 16/09/2559	8	- project report		
เสาร์...../...../.....				
อาทิตย์...../...../.....				
จำนวนชั่วโมงรวม ในรายงานฉบับนี้	40	ขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้เป็นความจริงทุกประการ	ขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้เป็นความจริงทุกประการ	
จำนวนชั่วโมง ในรายงานฉบับก่อน	552	ลงชื่อ..... ขวัญชนก / พิบูลุขศรี (..... ขวัญชนก / พิบูลุขศรี)	ลงชื่อ..... (.....)	
จำนวนชั่วโมง รวมทั้งหมด	592	วัน/เดือน/ปี..... 16 กันยายน 2559 นักศึกษา	ตำแหน่ง..... วัน/เดือน/ปี..... 16-SEP-16 ผู้ควบคุมการปฏิบัติงาน	

หมายเหตุ นักศึกษาต้องส่งรายงานฉบับนี้ถึงอาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา / ฝึกงานทุกคณะวิชา ทุกสัปดาห์อย่างเคร่งครัด อย่าลืมถ่ายสำเนาเก็บไว้เพื่อทำรายงานฉบับสมบูรณ์



ศูนย์สหกิจศึกษาและจัดหางาน สถาบันเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่น

Co-operative Education and Career Center

1771/1 ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพฯ 10250 โทรศัพท์: 0-2763-2762, 02-763-2750 Fax: 0-2763-2600 ต่อ 2788 www.tni.ac.th

แบบฟอร์มรายงานการปฏิบัติงานประจำสัปดาห์

สัปดาห์ที่.....17.....

ชื่อ-สกุลนักศึกษา..... ขวัญชนก / พินิจศรี รหัสนักศึกษา..... 56114711-7
คณะวิชา..... วิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชา..... อุตสาหกรรม

วัน/เดือน/ปี	จำนวนชั่วโมง	งานที่ปฏิบัติโดยย่อ	ความรู้/ทักษะที่ได้รับ	ปัญหา/อุปสรรค
จันทร์ 19/09/2559	8	-Project Report		
อังคาร 20/09/2559	8	-Project Report		
พุธ 21/09/2559	8	-project Report		
พฤหัสบดี 22/09/2559	8	-types of voltage cable. -Project Report	ได้รู้จักชนิดของสายไฟ	
ศุกร์ 23/09/2559	8	-Project Report		
เสาร์...../...../.....				
อาทิตย์...../...../.....				
จำนวนชั่วโมงรวม ในรายงานฉบับนี้	40	ขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้เป็นความจริงทุกประการ	ขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้เป็นความจริงทุกประการ	
จำนวนชั่วโมง ในรายงานฉบับก่อน	592	ลงชื่อ..... ขวัญชนก พินิจศรี / (นางสาวขวัญชนก พินิจศรี)	ลงชื่อ..... (วิเชียร ปรารังคัง)	
จำนวนชั่วโมง รวมทั้งหมด	632	วัน/เดือน/ปี 23 กันยายน 2559 นักศึกษา	ตำแหน่ง Section. Mgr. วัน/เดือน/ปี 29-SEP-2016. ผู้ควบคุมการปฏิบัติงาน	

หมายเหตุ นักศึกษาต้องส่งรายงานฉบับนี้ถึงอาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา / ฝึกงานทุกคณะวิชา ทุกสัปดาห์อย่างเคร่งครัด อย่าลืมถ่ายสำเนาเก็บไว้ เพื่อทำรายงานฉบับสมบูรณ์



ศูนย์สหกิจศึกษาและจัดหางาน สถาบันเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่น

Co-operative Education and Career Center

1771/1 ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพฯ 10250 โทรศัพท์: 0-2763-2762, 02-763-2750 Fax: 0-2763-2600 ต่อ 2788 www.tni.ac.th

แบบฟอร์มรายงานการปฏิบัติงานประจำสัปดาห์

สัปดาห์ที่..... 16

ชื่อ-สกุลนักศึกษา..... บัวชัยชนก..... วิชา..... ฝึกวิชาชีพ..... รหัสนักศึกษา..... 56114711-7.....
คณะวิชา..... วิศวกรรมศาสตร์..... สาขาวิชา..... อุตสาหการ.....

วัน/เดือน/ปี	จำนวนชั่วโมง	งานที่ปฏิบัติโดยย่อ	ความรู้/ทักษะที่ได้รับ	ปัญหา/อุปสรรค
จันทร์ 26/09/2559	8	-Project Report		
อังคาร 27/09/2559	8	-Project Report - Present project report		
พุธ 28/09/2559	8	-Project Report		
พฤหัสบดี 29/09/2559	8	-Project Report - Present project report		
ศุกร์...../...../.....				
เสาร์...../...../.....				
อาทิตย์...../...../.....				
จำนวนชั่วโมงรวม ในรายงานฉบับนี้	32	ขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้เป็นความจริงทุกประการ	ขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้เป็นความจริงทุกประการ	
จำนวนชั่วโมง ในรายงานฉบับก่อน	632	ลงชื่อ..... บัวชัยชนก..... ฝึกวิชาชีพ..... (นางสาวบัวชัยชนก..... ฝึกวิชาชีพ.....)	ลงชื่อ..... (.....)	
จำนวนชั่วโมง รวมทั้งหมด	664	วัน/เดือน/ปี..... 29 กันยายน 2559 นักศึกษา	ตำแหน่ง..... วัน/เดือน/ปี..... 29-sep-16 ผู้ควบคุมการปฏิบัติงาน	

หมายเหตุ นักศึกษาต้องส่งรายงานฉบับนี้ถึงอาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา / ฝึกงานทุกคณะวิชา ทุกสัปดาห์อย่างเคร่งครัด อย่าลืมถ่ายสำเนาเก็บไว้ เพื่อทำรายงานฉบับสมบูรณ์

ประวัติผู้จัดทำโครงการ

ชื่อ - สกุล

ขวัญชนก พิบูลย์ศรี



วัน เดือน ปีเกิด

12 มิถุนายน พ.ศ.2538

ประวัติการศึกษา

ระดับประถมศึกษา

ประถมศึกษาตอนปลายพ.ศ. 2547

โรงเรียนปิ่นสร้อยไขลาลัยวิทยาลัย

ระดับมัธยมศึกษา

มัธยมศึกษาตอนปลายพ.ศ. 2553

โรงเรียนปิ่นสร้อยไขลาลัยวิทยาลัย

ระดับอุดมศึกษา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมอุตสาหการพ.ศ. 2556

สถาบันเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่น

ทุนการศึกษา

- ไม่มี -

ประวัติการฝึกอบรม

1. Productivity Tools ณ บริษัท พีทีที เมนเทนแนนซ์ แอนด์

เอนจิเนียริ่ง จำกัด

2. Basic Safety ณ บริษัท พีทีที โกบอล เคมีคอล จำกัด

3. Safety ณ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

4. Space Technology ณ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์

- ไม่มี -