



รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การวางแผนและออกแบบทางวิศวกรรมให้กับโครงการขยายการผลิตของ
โรงกลั่นน้ำมัน

Front End Engineering Design for Oil Refinery's Debottlenecking
Project

นายณภัทร รื่นวงษา

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560



รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การวางแผนและออกแบบทางวิศวกรรมให้กับโครงการขยายการผลิตของ
โรงกลั่นน้ำมัน

Front End Engineering Design for Oil Refinery's Debottlenecking
Project

นายณภัทร รื่นวงษา

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

ชื่อโครงการสหกิจศึกษา การออกแบบและวางแผนการดำเนินการให้กับโครงการขยายการผลิตของ
โรงกลั่นน้ำมัน

ชื่อ-สกุล นักศึกษา นายณภัทร รื่นวงษา

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชา วิศวกรรมการวัดและควบคุม

ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ รศ.สักรียา ชิตวงศ์

ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน นายชวลิต ทับทิมทอง

สถานประกอบการ บริษัท ฟอสเตอร์วิลเลอร์ (ประเทศไทย) จำกัด

บทคัดย่อ

รายงานสหกิจศึกษานี้จะกล่าวถึงการดำเนินการทำ Front End Engineering Design ใน ส่วนของวิศวกรเครื่องมือวัด ให้กับโครงการขยายการผลิตของโรงกลั่นแห่งหนึ่ง ที่มีความต้องการจะ ขยายขีดความสามารถของกระบวนการผลิตให้กับหน่วยการผลิตต่างๆ ของโรงกลั่น โดยจุดประสงค์ ของการดำเนินการ Front End Engineering Design ให้กับโครงการนี้คือเพื่อประเมินงบประมาณที่ ต้องใช้ในโครงการขยายการผลิตของโรงกลั่นน้ำมันแห่งนี้ และเพื่อวางแผนการดำเนินงานต่างๆ ใน การขยายการผลิตของโรงกลั่น ในการดำเนินการ Front End Engineering Design ให้กับโรงกลั่น แห่งนี้ จะมีการจัดทำฐานข้อมูล ที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูลของอุปกรณ์การวัดและควบคุมไว้อย่างเป็น ระบบ และจะมีการตรวจสอบว่าอุปกรณ์การวัดและควบคุมต่างๆ ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน สามารถรองรับ กระบวนการใหม่ได้หรือไม่ โดยข้อมูลจากการดำเนินการทั้งสองนี้ จะถูกนำไปใช้ในการจัดทำเอกสาร ต่างๆ ให้กับโรงกลั่นซึ่งจะมีอยู่ 2 ฉบับคือ เอกสารฉบับ C1 และเอกสารฉบับ F1 ซึ่งเอกสารที่มี ความสำคัญที่สุดในการดำเนินการ Front End Engineering Design คือ เอกสารสรุปรายการวัสดุที่ จะต้องทำการจัดซื้อเพิ่ม ในการก่อสร้างขยายการผลิตนี้ เนื่องจากเอกสารนี้จะถูกนำไปใช้ในการ ประเมินมูลค่าของโครงการ เพื่อให้ทางโรงกลั่นได้ทราบถึง งบประมาณที่จะต้องใช้ในการดำเนินการ โครงการนี้ และเพื่อเป็นการสนับสนุนการตัดสินใจต่างๆ ของโรงกลั่น ที่เกี่ยวข้องกับงบประมาณที่ต้อง ใช้ในโครงการ

คำสำคัญ : Front End Engineering Design, Database, Verification, Material Take Off

Cooperative Title: Front End Engineering Design for Oil Refinery's
Debottlenecking Project

Student Intern Name: Mr. Naphat Ruenwongsa

Faculty: Engineering **Department:** Instrumentation and Control Engineering

Advisor Name: Assoc. Prof. Sakreya Chitwong

Mentor Name: Mr. Chauvalit Tuptimtong

Company: Foster Wheeler (Thailand) Limited

ABSTRACT

This cooperative educational report describes a working procedure of an instrument engineer in the Front End Engineering Design for Oil Refinery's Debottlenecking Project. The goal of Debottlenecking Project is to increase the crude processing capacity by further expansion of maximum operation throughput of an existing operation units. The purpose of having Front End Engineering Design is to estimate an overall project cost and to establish a project schedule planning. In the process of Front End Engineering Design project, there will be a creation of an instrument database for storing an important data about related instruments, and a verification of related instruments that were existing in the refinery. The data from an instrument database and a verification of existing instruments will be use in the making of project documents. There will be 2 revision of the documents that will be issued: Revision C1 and Revision F1. The most important document is a Material Take Off, a summary list of an instruments and others that need to be purchased in this Debottlenecking Project, and this list will be used for an estimation of the overall project cost. The estimated overall project cost will be used to support a financial decision of the Debottlenecking Project.

Keywords : Front End Engineering Design, Database, Verification, Material Take Off

กิตติกรรมประกาศ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์นี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เพราะได้รับความอนุเคราะห์ของบุคคลหลายท่าน ก่อนอื่นต้องขอขอบพระคุณ บริษัท ฟอสเตอร์ วิลเลอร์ (ประเทศไทย) จำกัด ที่ให้โอกาสข้าพเจ้าได้เข้าไปฝึกปฏิบัติงาน โครงการสหกิจศึกษาตลอดระยะเวลาหนึ่งภาคการศึกษา ทำให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์ในการทำงานของวิศวกรรมการวัดคุมในด้าน Front End Engineering Design มากยิ่งขึ้น และต้องกราบขอบพระคุณคุณณรงค์ ศีลมงคล ผู้จัดการแผนกวิศวกรรมระบบควบคุมและเครื่องมือวัด, คุณชวลิต ทับทิมทอง ผู้นิเทศงาน และพนักงาน แผนกวิศวกรรมระบบควบคุมและเครื่องมือวัดทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและให้ประสบการณ์ในการทำงานแก่ข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุณ รศ.สักรียา ชิตวงศ์ และคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำ ตรวจสอบแก้รายงานฉบับนี้ และให้ข้อคิดเห็นต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งแก่ข้าพเจ้าตลอดมา

ณภัทร รื่นวงษา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 ขอบเขตการทำโครงการ	2
1.4 วิธีดำเนินงาน	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 Front End Engineering Design	4
2.2 วาล์วควบคุม	5
2.3 เครื่องมือวัดอุณหภูมิ	20
2.4 เครื่องมือวัดการไหล	26
2.5 เครื่องมือวัดความดัน	33
2.6 เครื่องมือวัดระดับ	34
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	37
3.1 ภาพรวมของกระบวนการดำเนินงานในโครงการ	37
3.2 การตรวจสอบพีแอนด์ไอไดอะแกรม	38
3.3 การสร้างฐานข้อมูลของอุปกรณ์การวัดและควบคุม	39
3.4 การจัดทำเอกสารสรุปข้อมูลต่างๆ ของอุปกรณ์การวัดและควบคุม	41
3.5 การจัดทำสรุปจำนวนของ อินพุต/เอาต์พุต ของระบบควบคุม	41
3.6 การสำรวจหน้างาน	42
3.7 การตรวจสอบอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ติดตั้งและใช้งานอยู่ในปัจจุบัน	42
3.8 การจัดทำสรุปรายการวัสดุและอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ต้องจัดซื้อ	50
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	53

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.1 ภาพรวมของผลการดำเนินการ	53
4.2 การจัดทำสรุปจำนวนของ อินพุต/เอาต์พุต ของระบบควบคุม	53
4.3 การสำรวจหน้างาน	59
4.4 การตรวจสอบอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ติดตั้งและใช้งานอยู่ในปัจจุบัน	62
4.5 การจัดทำสรุปรายการวัสดุและอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ต้องจัดซื้อ	63
บทที่ 5 วิเคราะห์ผลและสรุปผล	69
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน	69
5.2 ปัญหาและอุปสรรค	69
5.3 แนวทางการแก้ไขปัญหา	70
บรรณานุกรม	71
ประวัติผู้เขียน	72

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ตารางแสดงวัสดุที่เหมาะสมในการผลิตวาล์วเพื่อใช้ที่อุณหภูมิค่าต่างๆ	10
2.2 ตารางแสดงวัสดุของ Trim ที่ผลิตเพื่อใช้งานที่ค่าความดันต่างๆ	11
2.3 Seat loading versus leakage class	17
2.4 สมการหาค่าสัมประสิทธิ์การไหลของวาล์วสำหรับการใช้งานของเหลว	19
2.5 สมการหาค่าสัมประสิทธิ์การไหลของวาล์วสำหรับการใช้งานก๊าซ	20
2.6 ชนิดของวัสดุตัวนำที่ใช้ในการผลิตเทอร์โมคัปเปิ้ลมาตรฐาน	23
2.7 ชนิดของเทอร์โมคัปเปิ้ลตามมาตรฐาน ISA	24
2.8 ชนิดของเทอร์โมคัปเปิ้ลตามมาตรฐาน ANSI	24
3.1 ตารางแสดงตัวอย่างข้อมูลที่บันทึกในฐานข้อมูลของอุปกรณ์การวัดและควบคุม	40
3.2 สรุปข้อมูลที่ได้จากแผ่นป้ายของวาล์วควบคุม	46
3.3 ข้อมูลที่ได้จากเอกสารแสดงรายละเอียดต่างๆ ของวาล์วควบคุมในกระบวนการใหม่	47
3.4 สรุปข้อมูลที่ได้จากการใช้โปรแกรมคำนวณหาขนาดของวาล์ว	48
4.1 สรุปจำนวนของ อินพุต/เอาต์พุต ของระบบ FGS สำหรับทุก Unit	54
4.2 สรุปจำนวนของ อินพุต/เอาต์พุต ของระบบ ESD/PIS สำหรับ ISOU	55
4.3 สรุปจำนวนของ อินพุต/เอาต์พุต ของระบบ ESD/PIS สำหรับ NPU	55
4.4 สรุปจำนวนของ อินพุต/เอาต์พุต ของระบบ ESD/PIS สำหรับ KTU	56
4.5 สรุปจำนวนของ อินพุต/เอาต์พุต ของระบบ ESD/PIS สำหรับ TPU&GRU	56
4.6 สรุปจำนวนของ อินพุต/เอาต์พุต ของระบบ DCS สำหรับ ISOU	57
4.7 สรุปจำนวนของ อินพุต/เอาต์พุต ของระบบ DCS สำหรับ NPU	58
4.8 สรุปจำนวนของ อินพุต/เอาต์พุต ของระบบ DCS สำหรับ KTU	58
4.9 สรุปจำนวนของ อินพุต/เอาต์พุต ของระบบ DCS สำหรับ TPU&GRU	59
4.10 ตารางสรุปจำนวนอุปกรณ์การวัดและควบคุม ที่จำเป็นต้องมีการแทนที่ด้วยตัวใหม่	62
4.11 ตารางสรุปจำนวนอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ต้องจัดซื้อ	63

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 รูปแสดงการดำเนินการของโครงการในช่วงต้นจนถึงช่วงอีพีซี	4
2.2 กราฟแสดงผลของการทำฟีด	5
2.3 ลักษณะของวาล์วผีเสื้อ	6
2.4 ลักษณะของบอลวาล์วแบบฟูล์บอล	7
2.5 ลักษณะของบอลวาล์วแบบเซกเมนทอลบอล	7
2.6 ส่วนประกอบของหัวขั้ววาล์ว	8
2.7 ส่วนประกอบของตัววาล์ว	8
2.8 ส่วนประกอบของตัวกำหนดระยะเวลาการปิดวาล์ว	9
2.9 กราฟคุณลักษณะของวาล์วแบบ Equal Percentage	13
2.10 กราฟคุณลักษณะของวาล์วแบบ Linear	13
2.11 กราฟคุณลักษณะของวาล์วแบบ Quick Opening	14
2.12 การเกิดโพรง	15
2.13 การเกิดแฟลชซิ่ง	16
2.14 การติดตั้งเทอร์โมเวลล์แบบต่างๆ	21
2.15 ส่วนประกอบต่างๆ ของเทอร์โมคัพเปิ้ล	21
2.16 ระยะเวลาต่างๆ ของเทอร์โมเวลล์	22
2.17 สายไฟที่ต่อกับหัววัด	25
2.18 ตัวอย่างเกจวัดอุณหภูมิ	26
2.19 แผ่นออริฟิสมมาตรฐาน	26
2.20 Flange Taps	27
2.21 Vena Contracta Taps	28
2.22 Corner Taps	29
2.23 การติดตั้งทรานสมิตเตอร์การไหลแบบความดันแตกต่างกันรูปแบบต่างๆ	30
2.24 ลักษณะของท่อปีโตต์	31
2.25 กราฟแสดงความเร็วในการไหลของของไหล	31
2.26 โรตاميเตอร์รูปแบบต่างๆ	32
2.27 การติดตั้งโรตاميเตอร์กับระบบท่อปิด	33
2.28 ส่วนประกอบต่างๆ ของเกจวัดความดัน	33
2.29 การทำงานของดิสเพลสเซอร์	34

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
3.1 สรุปขั้นตอนการดำเนินการพีดเพื่อโครงการขยายการผลิต	37
3.2 เอกสารอธิบายรายละเอียดต่างๆ ของพีแอนด์ไอไดอะแกรม	38
3.3 ตัวอย่างพีแอนด์ไอไดอะแกรมที่ถูกเขียนระบุให้แก้ไข	38
3.4 ตัวอย่างของฐานข้อมูลที่ใช้โปรแกรม Microsoft Access	39
3.5 ตัวอย่างพีแอนด์ไอดี	41
3.6 ตัวอย่างข้อมูลของวาล์วที่ได้จากการสำรวจหน้างาน	43
3.7 ตัวอย่างข้อมูลจากผู้จำหน่ายวาล์วควบคุม	43
3.8 ตัวอย่างเอกสารบอกรายละเอียดต่างๆ ของวาล์วควบคุมที่ติดตั้งใช้งานอยู่	44
3.9 ตัวอย่างเอกสารแสดงรายละเอียดต่างๆ ของวาล์วควบคุมในกระบวนการใหม่	45
3.10 ตัวอย่างคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การไหลของวาล์วควบคุม	48
3.11 ตัวอย่างเกจวัดอุณหภูมิ	49
3.12 เอกสารแสดงรายละเอียดต่างๆ ของเกจวัดอุณหภูมิในกระบวนการใหม่	50
3.13 ตัวอย่างข้อกำหนดของโครงการเกี่ยวกับเทอร์โมเวลล์	51
3.14 ตัวอย่างสรุปรายการวัสดุและอุปกรณ์ที่ต้องทำการจัดซื้อ	52
4.1 ตัวอย่างแผ่นป้ายที่เกิดสนิม	60
4.2 ตัวอย่างแผ่นป้ายที่โดนทาสีทับ	60
4.3 ตัวอย่างอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่มีเลขระบุตัวไม่สอดคล้องกับข้อมูลที่มีอยู่	61
4.4 ตัวอย่างการใช้พีแอนด์ไอดีที่ใช้ในการตรวจสอบตำแหน่งอุปกรณ์การวัดและควบคุม	61

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

บริษัท ฟอสเตอร์ วิลเลอร์ (ประเทศไทย) จำกัด เป็นบริษัทที่ให้บริการทางด้านงานวิศวกรรมต่างๆ เช่น Basic Engineering Design (BED), Front End Engineering Design (FEED), Engineering, Procurement and Construction management (EPCm) และ Project Management Consultant(PMC) โดยโครงการส่วนใหญ่ที่บริษัทฟอสเตอร์ วิลเลอร์ (ประเทศไทย) จำกัด เป็นผู้รับผิดชอบ จะเป็นอุตสาหกรรมจำพวก โรงกลั่นน้ำมัน และโรงงานปิโตรเคมี เป็นต้น

สำหรับโครงการวางแผนและออกแบบทางวิศวกรรมเพื่อโครงการขยายการผลิตของ โรงกลั่นน้ำมันแห่งหนึ่ง ซึ่งการดำเนินการนี้มีจุดประสงค์เพื่อวางแผนการก่อสร้างขยายกำลังผลิตของโรงกลั่นน้ำมันและประเมินมูลค่าของ โครงการขยายการผลิตของโรงกลั่นน้ำมัน ว่าจะต้องใช้จำนวนเงินในการลงทุนและต้องใช้ระยะเวลาเวลาเท่าใด ในการดำเนินการก่อสร้าง เพื่อนำไปใช้สำหรับประกอบการตัดสินใจของโรงกลั่นแห่งนี้ ที่จะลงทุนในโครงการขยายการผลิตนี้หรือไม่ โดยในรายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์นี้จะเสนอรายละเอียดการทำงานต่างๆ ในส่วนของวิศวกรเครื่องมือวัดที่ได้รับมอบหมายตลอดช่วงของการดำเนินการวางแผนและออกแบบทางวิศวกรรมให้กับโครงการขยายการผลิตของโรงกลั่นน้ำมันแห่งนี้

โครงการนี้เป็นโครงการขยายการผลิตของโรงกลั่นน้ำมัน ที่อยู่ในขั้นตอนของการทำ Front End Engineering Design ซึ่งเป็นขั้นตอนของการวางแผนและประเมินมูลค่าของโครงการ ก่อนที่จะลงทุนออกแบบ, จัดซื้อ และดำเนินการก่อสร้างจริง เหตุที่ต้องมีการดำเนินการนี้เนื่องจากโรงกลั่นจะต้องใช้เวลาและเงินทุนมหาศาล ในการลงทุนให้กับโครงการนี้ และโครงการนี้ล้มเหลวได้ถ้าหากดำเนินการก่อสร้างโดยไม่วางแผน และไม่ทราบจำนวนเงินที่ต้องใช้ในการลงทุนล่วงหน้า เงินที่ต้องใช้ในการลงทุนของโครงการไม่เพียงพอ ซึ่งอาจจะเป็นผลให้ต้องหยุดโครงการ หรือหากว่าโครงการใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างนานเกินกว่าที่คาดการณ์ไว้อาจจะทำให้โครงการไม่สามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลาที่ตั้งไว้ แต่ถ้าหากมีการวางแผนและจัดการที่ดี ก่อนที่จะมีการก่อสร้างจริงก็จะทำให้สามารถจะควบคุมระยะเวลา ในการก่อสร้างให้เป็นไปตามที่กำหนดได้ง่ายขึ้น และถ้าหากทำการประเมินค่าใช้จ่ายที่ต้องใช้ในการก่อสร้างทั้งหมดก่อนทำการก่อสร้างจริงก็จะทำให้สามารถตัดสินใจได้ว่า จะลงทุนก่อสร้างหรือไม่ หรือสามารถจัดสรรงบประมาณเพื่อมาใช้ในการก่อสร้างได้ทันโดยไม่ต้องหยุดโครงการเนื่องจากเงินลงทุนไม่เพียงพอได้

เนื่องจากโครงการนี้คือการขยายกำลังผลิตของโรงกลั่นที่ดำเนินการผลิตอยู่ในปัจจุบัน แต่จะมีการปรับปรุงกระบวนการผลิตในบางส่วนเพื่อที่จะทำให้สามารถผลิตน้ำมันได้มากขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้กระบวนการบางอย่างของโรงกลั่นเปลี่ยนไป อุปกรณ์บางตัวที่ติดตั้งใช้งานอยู่ในปัจจุบันไม่สามารถที่

จะรองรับกระบวนการใหม่ได้ และต้องมีการเปลี่ยนแปลงโดยการนำอุปกรณ์ตัวใหม่ที่สามารถรองรับกระบวนการผลิตใหม่ได้มาติดตั้งแทนที่ ส่วนอุปกรณ์ตัวใดที่ยังสามารถใช้งานได้อยู่ ก็จะทำให้ติดตั้งไว้ดังเดิม จึงจำเป็นจะต้องมีการไปสำรวจที่หน้างาน เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลของอุปกรณ์ที่กำลังใช้งานอยู่ในปัจจุบัน เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการตรวจสอบว่าอุปกรณ์นั้นๆ ยังสามารถที่จะใช้งานได้หรือไม่ในกระบวนการใหม่ที่จะเกิดขึ้นหลังจากทำการขยายการผลิตของโรงกลั่นแล้ว

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อจัดทำสรุปรายการข้อมูลต่างๆ ของอุปกรณ์การวัดและควบคุม (Instrument List) ที่เกี่ยวข้องในโครงการขยายการผลิตนี้
2. เพื่อจัดทำสรุปรายการวัสดุและอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ต้องจัดซื้อ (Material Take Off) เพื่อใช้ติดตั้งในการก่อสร้างขยายการผลิตน้ำมันของโรงกลั่น ซึ่งจะถูกนำไปใช้ในการประเมินราคาของโครงการ
3. เพื่อออกแบบทางเดินสายสัญญาณ (Cable Routing) ของอุปกรณ์การวัดและควบคุม หลังจากมีการก่อสร้างขยายการผลิตน้ำมันของโรงกลั่น
4. เพื่อออกแบบระบบควบคุมหลังจากที่มีการก่อสร้างขยายการผลิตของโรงกลั่น
5. เพื่อสรุปรายการ อินพุต/เอาต์พุต (Input/Output) ของระบบควบคุม DCS, ESD/PIS และ FGS สำหรับใช้ในงานเชื่อมต่อสายสัญญาณ และงานออกแบบระบบควบคุม
6. เพื่อตรวจสอบว่าอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ใช้อยู่ในปัจจุบันติดตั้งไว้สามารถรองรับกระบวนการใหม่ที่เปลี่ยนไปได้หรือไม่

1.3 ขอบเขตการทำโครงการ

ทำการตรวจสอบอุปกรณ์การวัดและควบคุมทุกตัวในโรงกลั่น ที่ติดตั้งอยู่ในส่วนที่จะมีการปรับปรุงของ Isomerization Unit, Kerosene Treating Unit, Topping Unit, Gas Recovery Unit และ Naphtha Preatreating Unit ว่าสามารถที่จะใช้งานได้หรือไม่ในกระบวนการใหม่หลังจากทำการขยายการผลิต

1.4 วิธีดำเนินงาน

1. ศึกษาเอกสารอธิบายรายละเอียดต่างๆ ของพีแอนด์ไอไดอะแกรม (P&ID Legend Sheet)
2. ตรวจสอบพีแอนด์ไอไดอะแกรม (P&ID Review) เพื่อจัดทำฐานข้อมูลของอุปกรณ์การวัดและควบคุม (Instrument Database) ของอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่อยู่ในขอบเขตของโครงการเพื่อเป็นฐานข้อมูลที่จะใช้ในการดำเนินงาน

3. จัดทำสรุปข้อมูลต่างๆ ของอุปกรณ์การวัดและควบคุม เพื่อนำไปใช้ในการสำรวจหน้างานและเพื่อส่งให้กับโรงกลั่น
4. ทำการสำรวจอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่หน้างาน เพื่อรวบรวมข้อมูลต่างๆของอุปกรณ์
5. ทำการตรวจสอบว่าอุปกรณ์การวัดและควบคุม ที่ติดตั้งใช้งานอยู่ในที่หน้างานสามารถรองรับกระบวนการใหม่ได้หรือไม่ และจัดทำสรุปผลการตรวจสอบอุปกรณ์การวัดและควบคุม ให้กับโรงกลั่นว่าจะต้องเปลี่ยนอุปกรณ์ตัวใดบ้าง และเพราะเหตุใดจึงต้องเปลี่ยน
6. จัดทำสรุปรายการวัสดุและอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ต้องจัดซื้อ เพื่อส่งให้แผนกประเมินราคา ของบริษัท ฟอสเตอร์ วิลเลอร์ (ประเทศไทย) จำกัด ทำการประเมินราคาวัสดุทั้งหมดที่ต้องทำการจัดซื้อเพิ่ม จากนั้นจึงรายงานจำนวนเงินที่ต้องใช้ในการจัดซื้อให้กับโรงกลั่น

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

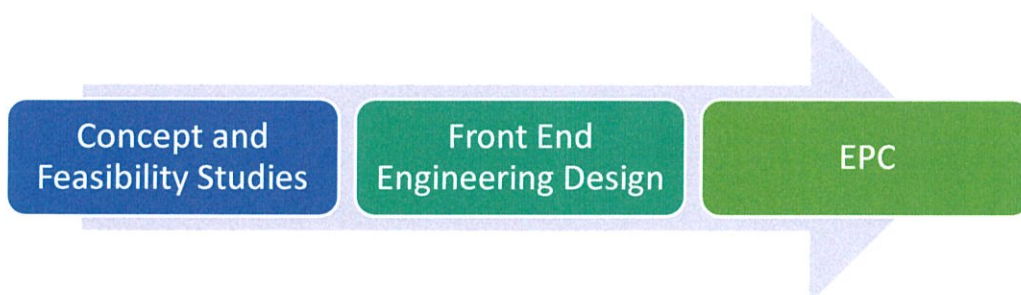
1. ได้เรียนรู้และได้รับประสบการณ์การทำงานทางด้าน Front End Engineering Design
2. สามารถอ่านและเข้าใจพีแอนด์ไอไดอะแกรม (P&ID : Piping & Instrumentation Diagram)
3. สามารถจัดการกับข้อมูลที่มีปริมาณมากโดยใช้โปรแกรม Microsoft Access ได้
4. ได้ศึกษาและทดลองใช้โปรแกรมคำนวณขนาดของวาล์วให้เหมาะสมกับกระบวนการผลิต
5. มีความเข้าใจในอุปกรณ์การวัดและควบคุมมากขึ้น

บทที่ 2

ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง

2.1 Front End Engineering Design

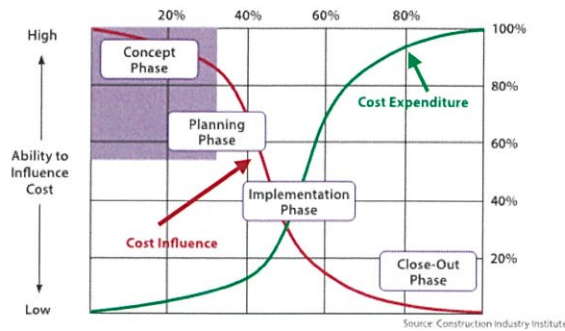
โครงการต่างๆ ในอุตสาหกรรมมักจะเริ่มจากความคิดที่อยากจะเพิ่มสิ่งต่างๆ ซึ่งก็คือในช่วงของแนวคิดและการศึกษาความเป็นไปได้ (Concept and Feasibility Studies) เช่น การขยายการผลิตของโรงกลั่นน้ำมัน จะต้องมีการศึกษาความเป็นไปได้ในการขยายการผลิตเบื้องต้นก่อน เมื่อคิดว่าโครงการสามารถดำเนินการได้ จะมีการวางแผนการดำเนินการและการประมาณงบประมาณที่ต้องใช้ของโครงการในช่วงการทำฟีด (FEED : Front End Engineering Design) โดยงบประมาณที่จะต้องใช้ในการดำเนินโครงการ และระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินการที่ได้จากการทำฟีด จะถูกใช้ประกอบการตัดสินใจว่า จะดำเนินการทำโครงการขยายการผลิตนี้ต่อหรือไม่ และหากตัดสินใจที่จะดำเนินการทำโครงการต่อโครงการก็จะเข้าสู่ช่วงการดำเนินการทางวิศวกรรม, การจัดซื้อ และการก่อสร้าง หรือเรียกสั้นๆ ว่าอีพีซี (EPC : Engineering, Procurement and Construction) ซึ่งลำดับขั้นตอนของโครงการเหล่านี้จะเป็นไปดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 รูปแสดงการดำเนินการของโครงการในช่วงต้นจนถึงช่วงอีพีซี

การดำเนินการในช่วงฟีดนอกจากจะช่วยประมาณระยะเวลา และงบประมาณที่ต้องใช้ในการดำเนินโครงการ การดำเนินการทำฟีดยังสามารถช่วยทำให้ทราบถึงปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นในโครงการ และสามารถที่จะแก้ไขปัญหานั้นได้ก่อนที่จะดำเนินการจริงได้

จากรูปที่ 2.2 พื้นที่ที่แรเงาจะหมายถึงช่วงที่มีการดำเนินการทางวิศวกรรมต่างๆ เช่น การทำฟีด ซึ่งการดำเนินการนี้จะทำให้สามารถควบคุมค่าใช้จ่ายในโครงการได้ และค่าใช้จ่ายสำหรับการดำเนินการฟีด ค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับค่าใช้จ่ายในส่วนอื่นๆ ของโครงการ บางองค์กรต้องการที่จะลงทุนให้น้อยที่สุด โดยคิดว่าการดำเนินการฟีดนั้นไม่จำเป็น หรืออยากทำแต่ไม่มีงบประมาณและเวลาเพียงพอที่จะมาดำเนินการฟีด ผลจากความคิดเหล่านี้จะทำให้องค์กรเหล่านี้ ไม่อาจทราบขอบเขตที่แน่นอนของโครงการได้ และจะทำให้ค่าใช้จ่ายและระยะเวลาในการดำเนินโครงการเกินกว่าที่ตั้งไว้ได้



รูปที่ 2.2 กราฟแสดงผลของการทำฟีด

การดำเนินการฟีดโดยปกตินั้น จะดำเนินการโดยบริษัททางด้านวิศวกรรมต่างๆ และในการดำเนินการทำฟีด หน้าที่หลักของบริษัทที่ให้บริการว่าจ้างในการดำเนินการคือ การจัดทำเอกสารต่างๆ ที่ลูกค้าต้องการจากการดำเนินการฟีด (FEED Package), เอกสารบอกลักษณะทั่วไปของโครงการให้กับผู้เสนอราคาว่าจ้างในการดำเนินการช่วงอีพีซี (Invitation to Bid) ซึ่งจะบอกรายละเอียดต่างๆ ของโครงการเช่น ชื่อโครงการ และข้อกำหนดต่างๆของการทำโครงการ เป็นต้น และท้ายที่สุดคือการทำการประเมินมูลค่าของโครงการนั้นๆให้กับโรงกลั่น เพื่อให้บริษัทที่ว่าจ้างให้ทำฟีดสามารถตัดสินใจที่จะดำเนินการทำโครงการต่อไปได้ นอกจากนี้แล้วมูลค่าของราคาที่ประเมินได้ จะถูกนำมาใช้เพื่อประกอบการตัดสินใจเลือกบริษัททางวิศวกรรมที่เหมาะสมมาดำเนินโครงการในช่วงของอีพีซีต่อไป

2.2 วาล์วควบคุม

วาล์วควบคุมเป็นอุปกรณ์ที่ถูกเรียกว่าอุปกรณ์ตัวสุดท้าย (Final Element) ของระบบควบคุม มีหน้าที่คือปิดกั้นการไหลของของไหลภายในท่อ ซึ่งสามารถเลือกที่จะปิดได้เป็นสัดส่วนตามต้องการ ปิดมาก ปิดน้อย หรือปิดสนิท

2.2.1 ชนิดของวาล์วควบคุม

วาล์วควบคุมสามารถแบ่งตามลักษณะการปิดกั้นการไหลได้เป็น 2 ประเภทคือ โกลบวาล์ว (Globe Valve) และโรตารีวาล์ว (Rotary Valve)

2.2.1.1 โกลบวาล์ว

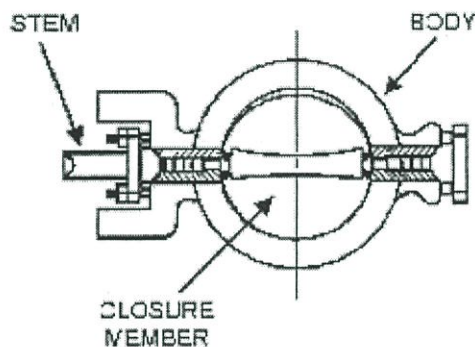
เป็นวาล์วที่ควบคุมการไหลของของไหลในท่อโดยการเปิด-ปิดลิ้นของวาล์ว ซึ่งเป็นผลมาจากการเคลื่อนที่ขึ้น-ลงของก้านวาล์ว ที่ถูกสั่งการโดยหัวขับเคลื่อน (Actuator) ของวาล์วควบคุม สำหรับงานที่เหมาะสมกับการนำโกลบวาล์วไปใช้จะยกตัวอย่างเช่น งานที่มีความดันสูง, งานที่มีความร้อนสูง หรือใช้ในการปรับปริมาณการไหล เป็นต้น

2.2.1.2 โรตารีวาล์ว

วาล์วลักษณะนี้จะเปิด-ปิดลิ้นวาล์วด้วยการหมุนก้านวาล์วต่างจากการเคลื่อนที่ขึ้นลงของโกลบวาล์วรวมไปถึงวาล์วที่มีการหมุนของก้านวาล์วเพียง $\frac{1}{4}$ รอบ (Quarter Trim) วาล์วแบบนี้จะมีลักษณะเฉพาะดังนี้คือ น้ำหนักเบา, ความจุสูง, แรงเสียดทานที่ก้านวาล์วต่ำ วาล์วประเภทนี้ อาจแบ่งเป็นชนิดย่อยๆได้อีกเช่น

2.2.1.2.1 วาล์วผีเสื้อ (Butterfly Valve)

วาล์วผีเสื้อจะมีลิ้นวาล์วที่ถูกต้องแบบให้ใช้แรงขับเคลื่อน และจะมีการควบคุมการเปิดของลิ้นวาล์วระหว่าง 10 ถึง 60 องศา แต่ถ้าตัวที่มีสมรรถนะสูงจะสามารถเปิดได้ถึง 90 องศา วาล์วแบบนี้จะมีการชดเชยที่ก้านวาล์วถึง 2 ครั้ง



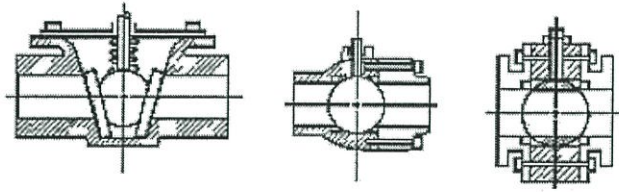
รูปที่ 2.3 ลักษณะของวาล์วผีเสื้อ

2.2.1.2.2 บอลวาล์ว (Ball Valve)

บอลวาล์วจะทำงานโดยการเปิด-ปิดลิ้นวาล์วที่เป็นบอลรูปทรงกลม และวาล์วประเภทนี้สามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบคือ ฟูลบอล (Full Ball) และเซกเมนทัลบอล (Segmental Ball) ซึ่งจะมีรายละเอียดดังนี้

1) ฟูลบอล

วาล์วลักษณะนี้จะมีช่องผ่านของไหล (Port) ทะลุบอลรูปทรงกลม ซึ่งขนาดช่องผ่านของไหลที่อยู่บนลิ้นของวาล์วจะมีขนาดเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อ หรือถ้าหากต้องการลดค่าสัมประสิทธิ์การไหลของวาล์ว (Cv) สามารถทำได้โดยการลดขนาดของรูให้เล็กกว่าขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อได้ โดยวาล์วแบบนี้จะนิยมใช้เป็นวาล์วปิดกั้น (Block Valve) โดยลักษณะของบอลวาล์วแบบฟูลบอลสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.4

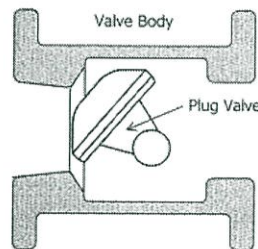


(a) One Piece (b) Two Piece (c) Three Piece

รูปที่ 2.4 ลักษณะของบอลวาล์วแบบฟูลบอล

2) เซกเมนทอลบอล

ลื่นของวาล์วชนิดนี้จะมีลักษณะคล้ายซี่กของลูกบอล และจะมีคุณลักษณะการไหลของการไหลที่ผ่านวาล์วเป็นไปตามการหมุนของลูกบอลนี้



รูปที่ 2.5 ลักษณะของบอลวาล์วแบบเซกเมนทอลบอล

โรตารีวาล์วทั้งลักษณะที่เป็นวาล์วผีเสื้อและบอลวาล์ว สามารถที่จะนำไปใช้ในในงานที่ตัววาล์วมีขนาดเล็กกว่าท่อได้ แต่ขนาดของท่อที่เล็กลงไปจะมีผลกระทบต่อการหาขนาดวาล์ว และจะส่งผลให้มีโอกาสเกิดการแฟลชซิง (Flashing) และการเกิดโพรง (Cavitation) มากกว่าเมื่อเทียบกับโกลบวาล์วที่มีขนาดเท่าๆกันกับโรตารีวาล์ว

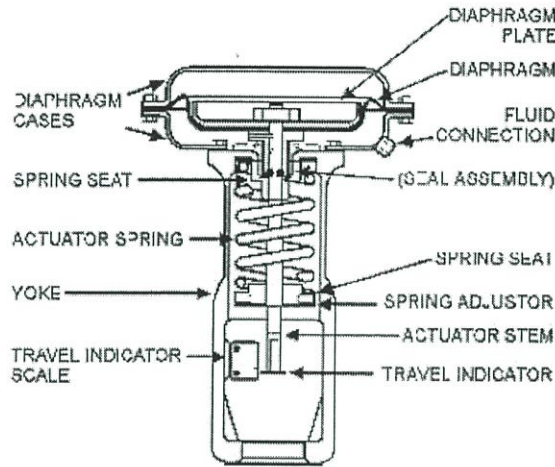
2.2.2 องค์ประกอบของวาล์วควบคุม

วาล์วควบคุมมีส่วนประกอบหลายส่วนและมีชื่อเรียกเฉพาะส่วน ซึ่งส่วนประกอบที่สำคัญของวาล์วควบคุมจะประกอบด้วยส่วนหลักๆดังนี้

- 1) หัวขับวาล์ว (Valve Actuator)
- 2) ตัววาล์ว (Valve Body)
- 3) ตัวกำหนดระยะการปิดวาล์ว (Valve Positioner)

2.2.2.1 หัวขับเคลื่อนวาล์ว

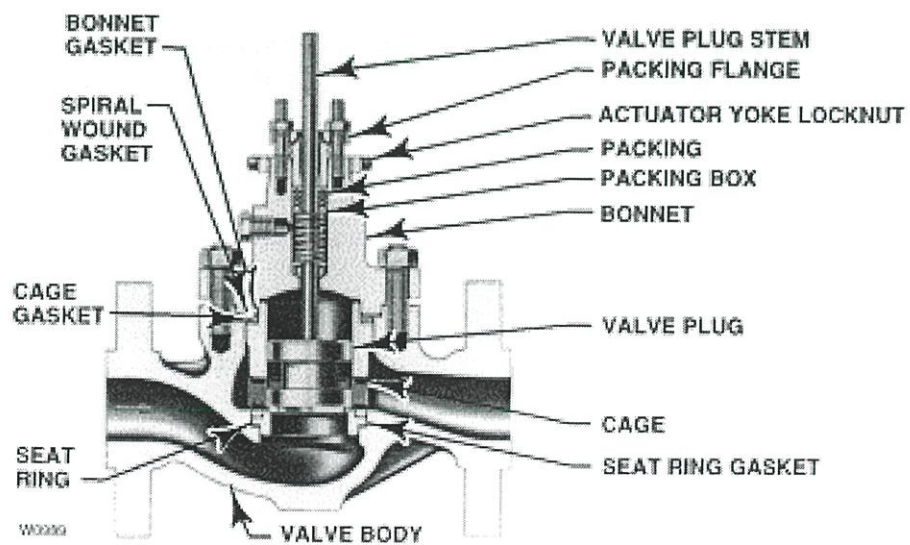
ส่วนที่ใช้ในการขับเคลื่อนก้านวาล์ว ให้เคลื่อนที่ไปตามระดับสัญญาณการควบคุม เพื่อไปใช้ในการเปิด-ปิดลิ้นวาล์ว การเคลื่อนที่จะเกิดขึ้นจากแรงกดของสัญญาณลมที่แผ่นไดอะแฟรมในตัวหัวขับเคลื่อนวาล์วซึ่งจะมีส่วนประกอบดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 ส่วนประกอบของหัวขับเคลื่อนวาล์ว

2.2.2.2 ตัววาล์ว

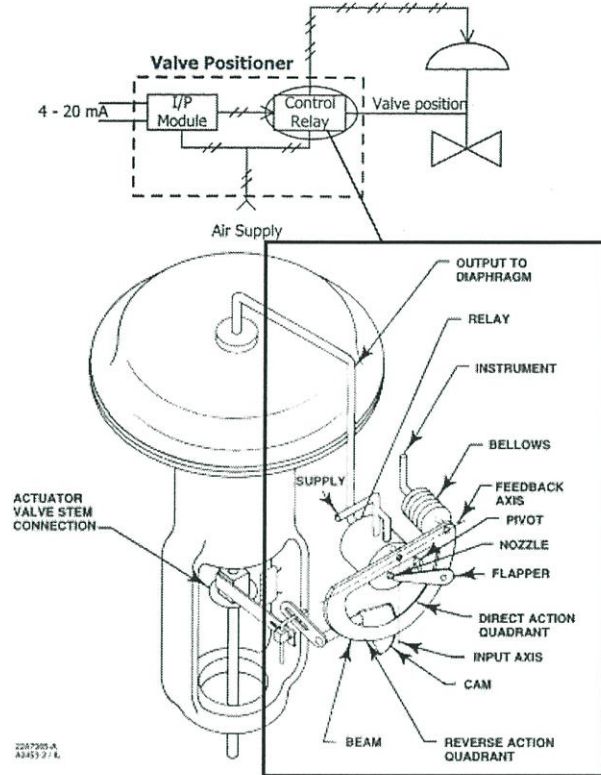
ตัววาล์วจะเป็นส่วนที่ยึดจับลิ้นวาล์วและบ่าวาล์วไว้ด้วยกัน และยังเป็นทางผ่านของของไหลที่ต้องการควบคุม ซึ่งจะมีส่วนประกอบดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 ส่วนประกอบของตัววาล์ว

2.2.2.3 ตัวกำหนดระยะการปิดวาล์ว

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเพิ่มหรือลดความดันของสัญญาณลมที่ต่อไปยังหัวขับวาล์ว เพื่อทำการขับเคลื่อนวาล์วตามสัญญาณการควบคุม ซึ่งส่วนประกอบของตัวกำหนดระยะการปิดวาล์วจะเป็นไปดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 ส่วนประกอบของตัวกำหนดระยะการปิดวาล์ว

2.2.2.4 ส่วนประกอบที่สำคัญในการพิจารณาเลือกวาล์วควบคุม

1. ฝาครอบตัววาล์ว ฝาครอบตัววาล์วเป็นส่วนที่ใช้ประคองก้านวาล์ว (Bonnet)
2. ไดอะแฟรม ส่วนที่ใช้รับแรงจากความดันอากาศ (Instrument Air) เพื่อใช้ในการขับเคลื่อนก้านวาล์ว (Stem) (Diaphragm)
3. แพคกิ้ง เป็นซีลรอบๆก้านวาล์วเพื่อป้องกันการรั่วไหล (Packing)
4. ลิ้นวาล์ว ลิ้นวาล์วจะเป็นส่วนเปิด-ปิดเพื่อควบคุมการไหลผ่านตัววาล์ว (Plug)
5. บ่าวาล์ว บ่าวาล์วจะเป็นส่วนที่เปิด-ปิดร่วมกับลิ้นวาล์วเพื่อใช้ในการควบคุมการไหล (Seat Ring)
6. สปริง เป็นส่วนที่ใช้ดัน Diaphragm ให้อยู่ในตำแหน่งเดิม เมื่อ

(Spring)	ไม่มีแรงกดจากความดันอากาศ
7. ก้านวาล์ว (Stem)	ก้านวาล์วที่เชื่อมต่อระหว่าง Diaphragm กับลิ้นวาล์ว
8. สเกลตำแหน่ง (Travel Indicator)	สเกลแสดงตำแหน่งการเคลื่อนที่ของก้านวาล์ว
9. ตัววาล์ว (Valve Body)	ตัววาล์วจะเป็นส่วนหลักของวาล์วควบคุมที่ต่ออยู่กับท่อ
10. โครงยึด (Yoke)	เป็นส่วนโครงสร้างที่ใช้ยึดส่วนประกอบของ Diaphragm และอุปกรณ์เพิ่มเติมต่างๆ

2.2.3 วัสดุในการทำวาล์ว

การเลือกใช้วัสดุในการทำวาล์ว ควรจะเป็นไปตามรายละเอียดวัสดุที่ใช้ในการทำท่อที่วาล์วติดตั้งอยู่ และสามารถทนต่อสภาวะต่างๆของกระบวนการได้ โดยทั่วไปแล้วการเลือกใช้วัสดุที่ใช้ทำตัววาล์วจะเป็นเหล็กชนิด WCB, WCC หรือ สแตนเลสสตีลชนิด 300 ซึ่งควรที่จะออกแบบให้สามารถทำงานได้อย่างเหมาะสมกับความดันและอุณหภูมิออกแบบ (Design Pressure and Temperature) ของกระบวนการผลิตที่จะนำไปใช้งาน ซึ่งสามารถใช้ตารางที่ 2.1 เป็นแนวทางในการเลือกได้

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงวัสดุที่เหมาะสมในการผลิตวาล์วเพื่อใช้ที่อุณหภูมิต่างๆ

Temperature (°F)	Valve Body	Bonnet Studs	Bonnet Nuts
-425 < T < 100	A351 Gr CF8M	A320 Gr B8	A194 Gr 8
-325 < T < 1000	A351 Gr CF8M	A320 Gr B8M	A194 Gr 8M
-50 < T < 20	A352 Gr LCB or A352 Gr LCC	A193 Gr B7	A194 Gr 7
-20 < T < 100	A216 Gr WCB or A216 Gr WCC	A193 Gr B7	A194 Gr 2H
100 < T < 800	A216 Gr WCB or A216 Gr WCC	A193 Gr B7	A194 Gr 2H
800 < T < 1000	A217 Gr WC9 (Chrome)	A193 Gr B16	A194 Gr 4
800 < T < 1000	A351 Gr CF8M (316SS)	A193 Gr B8M	A194 Gr 8M
1000 < T < 1100	A217 Gr WC9 (Chrome)	A193 Gr B16	A194 Gr 4
1000 < T < 1100	A351 Gr CF8M (316SS)	A193 Gr B8M	A194 Gr 8M
1100 < T < 1500	A351 Gr CF8M (316SS)	A193 Gr B8M	A194 Gr 8M

การเลือกวัสดุที่ใช้ในการทำวาล์วอาจจะเป็นวัสดุที่ไม่เป็นไปตามที่วาล์วตั้งอยู่ได้ เนื่องจากอาจมีผลกระทบจากตัวแปรต่างๆ ที่อาจจะเกิดจากกระบวนการผลิตเช่น การไหลไม่เป็นระเบียบ (Turbulent Flow), การกระแทกจากของไหล, การเกิดแฟลชซิง, การกัดเซาะ, การเกิดโพรง, ความดันและอุณหภูมิทำงานที่ไม่ปกติ หรือในบางครั้งการกัดกร่อนอาจจะมีผลน้อยต่อระบบท่อแต่สามารถที่จะมีผลกระทบรุนแรงต่อตัววาล์วได้

2.2.4 Valve Trim

Trim ของวาล์วหมายถึงส่วนประกอบที่อยู่ภายในตัววาล์ว โดยจะประกอบไปด้วยส่วนหลักๆ คือ ลิ้นวาล์ว, บ่าวาล์ว, ก้านวาล์ว และส่วนประกอบลิ้นวาล์ว ซึ่งจะมีการสัมผัสอยู่กับของไหลตลอดเวลา จึงทำให้มีผลกระทบโดยตรงที่ทำให้เกิดการสึกหรอ, การครูด, การกัดเซาะ, หรือการกัดกร่อนได้มากกว่าบริเวณภายนอกตัววาล์ว ในการที่จะทำให้ผลกระทบเหล่านี้มีน้อยที่สุด ควรจะใช้วัสดุของ Trim วาล์วต่างจากวัสดุที่ใช้ทำวาล์ว ซึ่งมาตรฐานของวัสดุที่ใช้ทำ Trim ของวาล์วจะเป็นสแตนเลสสตีล 316 ส่วนโลหะผสม (Alloy) เกรดที่สูงกว่านี้เช่น 416-SS, 17-4 PH จะนิยมใช้ในกรณีที่อาจเกิดความเสียหายรุนแรงกับ Trim ของวาล์ว

ในงานที่อาจเกิดโพรง เกิดการแฟลชซิง หรือการใช้งานที่ความดันสูงๆ ควรจะกำหนดให้วัสดุที่ใช้ในการผลิต Trim ของวาล์วมีความแข็งอย่างน้อยเท่ากับ 38 RC (hardness Rockwell C) ตัวอย่างการเลือกวัสดุที่ใช้ทำ Trim ของวาล์วควรจะเลือกให้เป็นตามตารางที่ 2.2 เป็นอย่างต่ำ

ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงวัสดุของ Trim ที่ผลิตเพื่อใช้งานที่ค่าความดันต่างๆ

Flowing DP (Psi)	Gas	Steam	Water	HC Liquid
0 – 100	1	2	1	1
100 – 200	1	2	4	2
200 – 400	1	2	4	4
500 – 600	1	3	4	4
600- 800	1	3	4	4
800 - up	1	3	4	4

1 = มาตรฐานการผลิต Trim ของวาล์ว (สแตนเลสชนิด 316 หรือ 400 เป็นอย่างต่ำ)
 2 = สแตนเลสชนิด 400 เป็นอย่างต่ำ
 3 = วัสดุ Trim ชนิดสแตนเลส (โลหะผสม 6 หรือสแตนเลส 316)
 4 = มาตรฐานวัสดุของ Trim ประเภทสแตนเลส 400 หรือ สแตนเลส

2.2.5 ขนาดของวาล์ว

ขนาดของวาล์วควรมีขนาดไม่เล็กกว่าขนาดของท่อลงมา 2 ขนาด ถ้าขนาดของวาล์วเล็กกว่าท่อลงมามากกว่า 2 ขนาดจะทำให้มีแรงกลมาจากระบบท่อ ซึ่งเกินกว่าที่ตัววาล์วจะทนได้ ต้องมีการตรวจสอบและทำการลดขนาด Trim หรืออาจเลือกใช้วาล์วที่มีขนาดเท่ากับท่อได้

การเลือกขนาดวาล์วที่เล็กกว่าขนาดท่อมากกว่า 2 ขนาด อาจเป็นตัวแปรที่ใช้แสดงว่า มีการออกแบบขนาดท่อที่ใหญ่เกินไป

2.2.6 อัตราการทนความดันหน้าแปลนต่ำสุด

สำหรับการเลือกใช้วัสดุที่ตัววาล์วเป็นโลหะคาร์บอนหรือ สเตนเลสมาตรฐานต่ำสุดของหน้าแปลนที่เลือกใช้ควรจะเป็น ANSI Class 300 เพื่อลดจำนวนตัววาล์วที่จะเป็นชิ้นส่วนสำรอง

2.2.7 คุณสมบัติการไหล

คุณลักษณะการไหลของวาล์วเป็นความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและการเคลื่อนที่ของวาล์วจากตำแหน่งปิดไปยังตำแหน่งที่กำหนด ตามความดันที่ตกร่อมวาล์ว โดยมีอิทธิพลมาจากการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการผลิต

สำหรับผู้ผลิตวาล์วจะกำหนดคุณลักษณะการไหลของวาล์วโดยวัดอัตราการไหลที่ผ่านวาล์ว โดยมีการปรับเปลี่ยนการเปิดวาล์ว ในขณะที่ควบคุมความดันตกร่อมวาล์วให้คงที่ ซึ่งคุณลักษณะการไหลของวาล์วจะมีอยู่ 3 ประเภทใหญ่ๆดังนี้คือ Equal Percentage, Linear และ Quick Opening

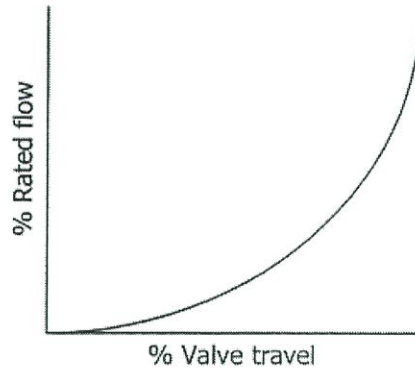
2.2.7.1 Equal Percentage

สำหรับอัตราการเปิดของวาล์วที่เพิ่มขึ้นอย่างเท่าๆกัน ซึ่งในทางอุดมคตินั้นจะให้เปอร์เซ็นต์ของค่าสัมประสิทธิ์การไหลของวาล์วที่เท่ากัน ถ้าสันนิษฐานว่าความดันที่ตกร่อมวาล์วมีค่าคงที่ วาล์วที่มีลักษณะแบบนี้ เมื่อวาล์วเปิดจะทำให้อัตราไหลเพิ่มขึ้นแบบไม่เป็นเชิงเส้น เปอร์เซ็นต์เพิ่มขึ้นจากการเปิดวาล์วเป็นสาเหตุให้อัตราการไหลเดิมที่ผ่านวาล์วเพิ่มขึ้นเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากับการเปิดวาล์ว ดังแสดงอัตราการไหลเทียบกับเปอร์เซ็นต์การเปิดในรูปที่ 2.9

วาล์วแบบ Equal Percentage เป็นวาล์วที่มีอัตราการขยายตามการเปิดและจะถูกแนะนำให้ใช้สำหรับกระบวนการที่มีอัตราการขยายลดลง เมื่อการไหลของวาล์วเพิ่มขึ้น ถ้าความดันที่ตกร่อมระหว่างวาล์วมีค่าลดลง วาล์วแบบ Equal Percentage จะแสดงคุณลักษณะการเพิ่มเป็นแบบเชิงเส้น ด้วยเหตุนี้วาล์วแบบ Equal Percentage จึงเป็นวาล์วที่ถูกแนะนำ ให้ใช้สำหรับกระบวนการที่มี การเปลี่ยนแปลงความดันตกร่อมตัววาล์ว และหลักการทั่วไปสำหรับการเลือกใช้วาล์วควบคุมแบบ Equal Percentage เป็นดังนี้คือ

1. กระบวนการที่คาดว่าความดันแตกต่างระหว่างวาล์วมีการเปลี่ยนแปลงมาก

2. กระบวนการที่กำหนดให้มีค่าความดันแตกต่างระหว่างวาล์วน้อย
3. ใช้ในฟังก์ชันควบคุมความดันและอุณหภูมิ



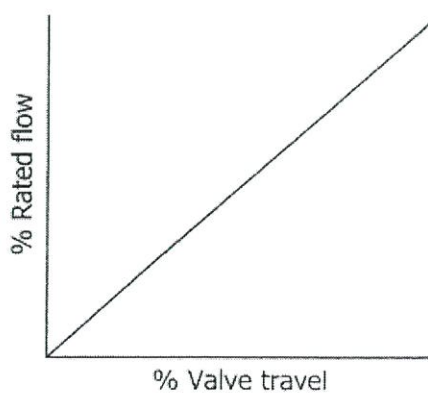
รูปที่ 2.9 กราฟคุณลักษณะของวาล์วแบบ Equal Percentage

2.2.7.2 Linear

คุณลักษณะการไหลแบบนี้คือมีอัตราการไหลผ่านวาล์วเป็นเชิงเส้นกับการเปิดของวาล์ว ดังแสดงอัตราการไหลเทียบกับเปอร์เซ็นต์การเปิดดังรูปที่ 2.10

วาล์วที่มีคุณลักษณะเป็นแบบเชิงเส้นจะถูกใช้งานกับกระบวนการที่มีความดันตกคร่อมวาล์วคงที่ตลอดการเปิดของวาล์ว ตัวอย่างการใช้งานเช่น การควบคุมระดับ, การควบคุมการไหลที่เป็นเชิงเส้น และการป้องกันการไหลต่ำสุดของปั๊ม เป็นต้น และหลักการทั่วไปสำหรับการเลือกใช้วาล์วควบคุมแบบ Linear เป็นดังนี้

1. ใช้ในฟังก์ชันการควบคุมระดับของเหลวหรืออัตราการไหล
2. กระบวนการที่คาดว่าความดันแตกต่างระหว่างวาล์วมีค่าคงที่

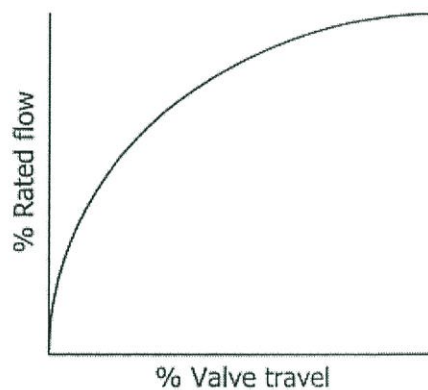


รูปที่ 2.10 กราฟคุณลักษณะของวาล์วแบบ Linear

2.2.7.3 Quick Opening

คุณลักษณะการไหลของวาล์วแบบนี้จะมีการเพิ่มอัตราการไหลอย่างรวดเร็ว เมื่อวาล์วเปิดอัตราการไหลเริ่มต้นจะเป็นเชิงเส้น จนเมื่อวาล์วเริ่มเปิดจนถึงประมาณ 50 – 70 เปอร์เซ็นต์อัตราการไหลจะคงที่เมื่อพื้นที่ของลิ้นวาล์วเท่ากับช่องทางออก วาล์วแบบนี้จะถูกใช้งานกับการเปิด-ปิดที่เกี่ยวข้องกับความดัน ดังแสดงในรูปที่ 2.11 และหลักการทั่วไปสำหรับการเลือกใช้อัตราการควบคุมแบบ Quick Opening จะเป็นดังนี้

1. ใช้ในฟังก์ชันการควบคุมที่เปิด-ปิดบ่อย
2. กระบวนการที่ต้องการอัตราการไหลสูง



รูปที่ 2.11 กราฟคุณลักษณะของวาล์วแบบ Quick Opening

2.2.8 การเกิดโพรงและการเกิดแฟลชซิง

ในส่วนนี้จะพูดถึงสาเหตุของการเกิดโพรงและการเกิดแฟลชซิงที่วาล์ว ผลของการเกิด รวมไปถึงวิธียับยั้งการเกิดเหล่านี้

2.2.8.1 การเกิดโพรง

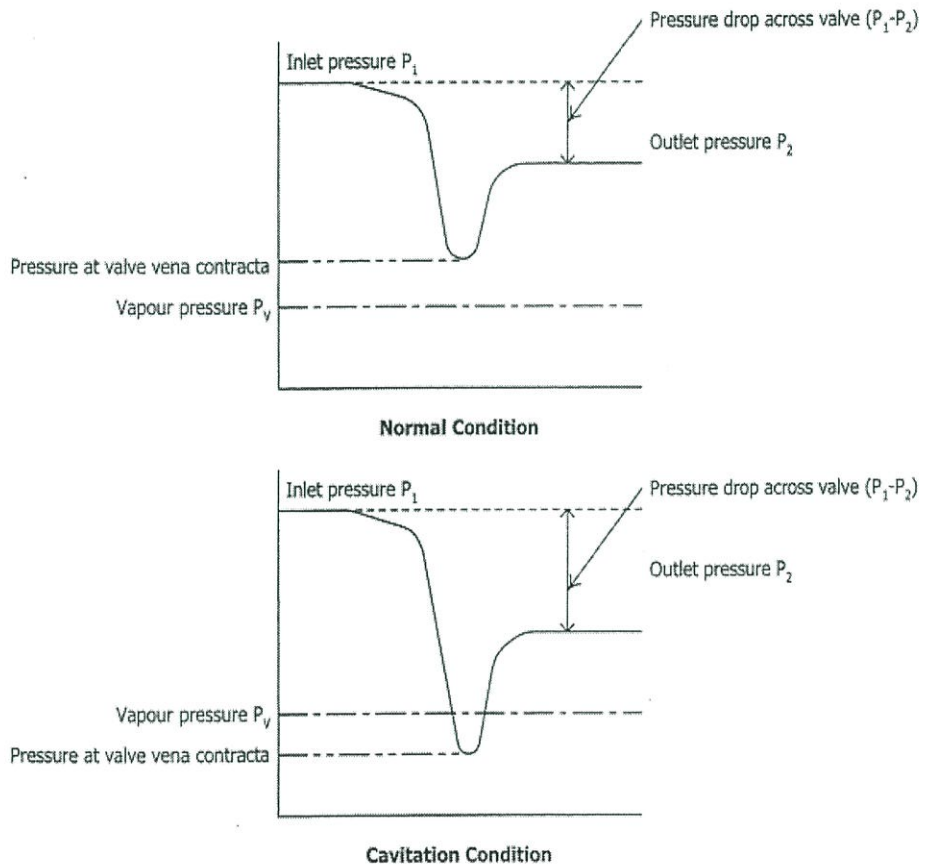
การเกิดโพรง (Cavitation) ในตัววาล์วสามารถเกิดขึ้นได้เมื่อความดันของของไหลที่ผ่านตัววาล์วมีค่าลดลงต่ำกว่าค่าความดันไอ (Vapor Pressure) และความดันจะกลับคืนมาสูงกว่าความดันไอ ดังรูปที่ 2.12

การเกิดโพรงจะส่งผลต่อการเลือกขนาดของวาล์ว และอาจทำให้ชิ้นส่วนภายในของวาล์วและท่อด้านนอกมีความเสียหายเกิดขึ้นโดยจะขึ้นอยู่กับการออกแบบภายในของวาล์ว, ความดันตกคร่อม, อัตราการไหล, อุณหภูมิและชนิดของไหล

การเลือกลิ้นวาล์วที่ป้องกันการเกิดโพรงจะต้องระมัดระวังการอุดตันที่ตัวลิ้นวาล์ว เนื่องจากลิ้นวาล์วแบบนี้จะมีลักษณะเป็นรูเล็ก เพื่อใช้ลดความดันลงมาหลายๆ ชั้น ซึ่งถ้าคาดการณ์ว่าจะเกิดโพรงขึ้นจะต้องมีการพิจารณาดังนี้

1. ตรวจสอบความดันต้นทางของวาล์วที่ต้องการ

2. ย้ายตำแหน่งวาล์วไปยังตำแหน่งที่ต้องการความดันด้านออกมีค่าสูงๆ
3. ย้ายตำแหน่งวาล์วไปยังตำแหน่งที่มีอุณหภูมิต่ำๆ
4. ติดตั้งแผ่นออริฟิสที่ด้านขาออกของวาล์ว ถ้าอัตราการไหลมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย
5. ติดตั้งวาล์วเพิ่ม
6. ติดตั้งวาล์วสำรองขนานกับวาล์วหลัก



รูปที่ 2.12 การเกิดโพรง

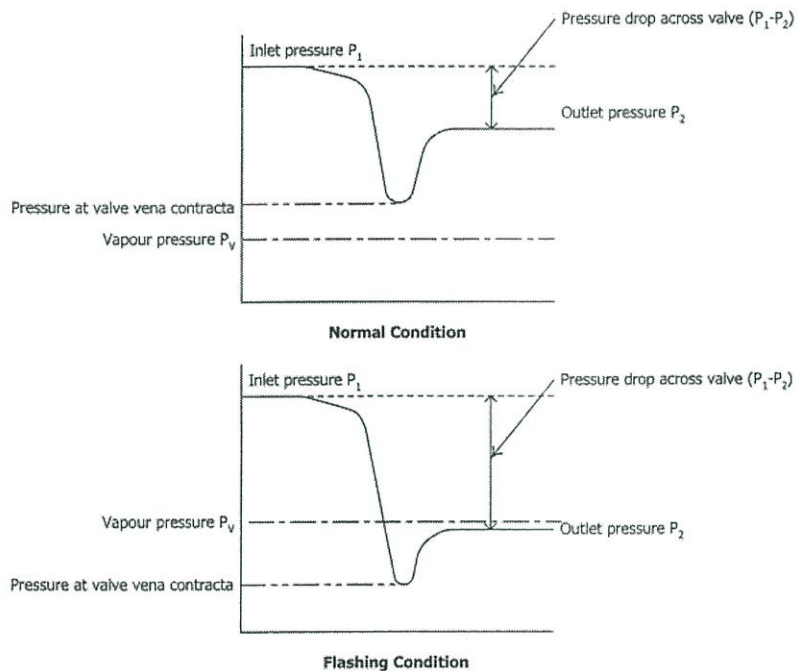
2.2.8.2 วิธียับยั้งการเกิดโพรง

วิธีที่ดีที่สุดสำหรับการลดการเกิดโพรงคือ การหาวาล์วที่เหมาะสมหรือปรึกษากับผู้ผลิตโดยตรง ในกรณีที่มีการเกิดโพรงที่รุนแรง ถ้าหากวาล์วถูกนำไปใช้กับของไหลที่เป็นน้ำควรใช้วาล์วที่เป็นแบบ Trim ป้องกันการเกิดโพรงซึ่งจะมีรูเล็กๆสำหรับลดความดันลงมาหลายๆชั้น และในการใช้งานจะต้องมีการติดตั้งตัวกรอง ที่ทางขาเข้าของวาล์วเพื่อป้องกันการอุดตันของรูเล็กๆเหล่านี้ สำหรับ Trim ป้องกันการเกิดโพรงจะถูกออกแบบให้มีลักษณะดังนี้คือ แยกอัตราการไหลเป็นสายเล็กๆหลายๆสาย, ลดความดันลงเป็นแบบหลายๆชั้น, บังคับให้อัตราการไหลลดแค่ค่อยๆไปมา และบังคับให้กระแสการไหลพุ่งตรงไปยังโครงวาล์ว

วาล์วแบบโรตารีไม่ควรนำไปใช้ในกรณีที่เกิดการเกิดโพรงหรือการกัดเซาะเนื่องจากวาล์วแบบนี้จะมีอัตราการคืนกลับค่าความดันสูง ทำให้อาจมีการเกิดโพรงอย่างรุนแรงและจะทำให้พลังงานจากการไหลพุ่งไปยังผนังท่อ ทำให้เกิดการสึกหรอได้

2.2.8.3 Flashing

ถ้าค่าความดันของไหลที่มีอุณหภูมิของของไหลลดลงต่ำกว่าค่าความดันไอจะทำให้เกิดฟองอากาศจะค่อยๆเกิดขึ้นในของเหลว และถ้าความดันด้านทางออกวาล์วไม่สามารถคืนกลับมาสูงกว่าความดันไอ จะเกิดการผสมกันระหว่างของเหลวและไอ ดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 การเกิดแฟลชซิง

2.2.9 การกัดเซาะ

การกัดเซาะเกิดจากหลายสาเหตุเช่น ความเร็วของการไหลที่สูง เพราะว่าความเร็วของการไหลมีส่วนเกี่ยวข้องกับการเกิดโพรงและการแฟลชซิง ซึ่งบ่อยครั้งที่จะเป็นเหตุของการกัดเซาะ

การแฟลชซิงจะทำให้ มีโอกาสเกิดการสึกหรอราบเรียบบนลิ้นวาล์วและบ่าวาล์ว ส่งผลให้เกิดการรั่วไหลและคุณลักษณะการไหลเปลี่ยนไป

อนุภาคต่างๆ โดยเฉพาะอนุภาคของแข็งที่เคลื่อนที่ในของไหล สามารถทำให้เกิดการกัดเซาะเหมือนกับกรณีการเกิดแฟลชซิง โดยบ่าวาล์วอาจเกิดการสึกหรอจนสามารถหลุดออกจากตัววาล์ว ซึ่งจะส่งผลให้วาล์วสูญเสียการควบคุมอัตราการไหล

การกัดเซาะอีกชนิดหนึ่งเกิดจากการกัดกร่อนของของไหล ถ้าวัสดุที่ใช้ไม่มีการป้องกันโดยการเคลือบผิวหน้าด้วย วัสดุที่ทนการกัดกร่อนได้ แต่เมื่อใช้งานไปเป็นระยะเวลาหนึ่ง วัสดุที่ใช้ในการเคลือบผิวอาจจะถูกกัดกร่อนทำให้วัสดุภายในสัมผัสกับของไหลได้

ในการป้องกันการกัดกร่อน ควรเลือก Trim ของวาล์วแบบ Hardened และออกแบบเป็นรูปเพรีวยกลม เพื่อป้องกันของไหลปะทะกับ Trim โดยตรง หรือเลือกวาล์วแบบ Angle หรือลดขนาด Trim เพื่อให้ความเร็วของการไหลอยู่ที่ค่ายอมรับได้

การแก้ปัญหาการแฟลชซึ่ง สามารถทำได้โดยใช้วัสดุที่เป็น โลหะผสมแบบ Hardened, ลดความดันแบบหลายชั้น หรือออกแบบ Trim ของวาล์วเป็นแบบพิเศษ

2.2.10 การพิจารณาด้านเสียง

การคาดคะเนระดับความดังของเสียงที่เกิดขึ้นจากตัววาล์ว ในขณะที่ทำงานเป็นการศึกษาแบบพิเศษ ซึ่งต้องใช้วิธีการคาดคะเนจากผู้ผลิตวาล์ว ซึ่งสุดท้ายแล้วในการเลือกวาล์วควรที่จะปรึกษากับผู้ผลิตหรือผู้เชี่ยวชาญโดยเฉพาะ ค่าระดับความดังของเสียงจะกำหนดให้ระดับความดังของเสียงสำหรับพื้นที่พักอาศัยเป็น 55 dBA ส่วนที่หน้างานจะกำหนดให้ระดับความดังของเสียงไม่เกิน 110 dBA การลดระดับความดังของเสียง ถ้าเสียงมีระดับความดังเกินกว่าค่าที่ยอมรับได้สำหรับมนุษย์ และไม่สามารถยับยั้งได้ด้วยการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือปรับระบบท่อ ควรจะใช้วาล์วที่มี Trim แบบลดเสียงดัง

2.2.11 แรงขับของหัวขับวาล์ว

แรงที่เกิดจากการไหลที่ผ่านวาล์วจะมีผลกระทบต่อการทำงานของหัวขับวาล์ว แรงสปริงจากในหัวขับวาล์ว จะเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ลิ้นวาล์วมีการทำงานอย่างเสถียรภาพ นอกจากนั้นแรงสปริงจะเป็นแรงที่กดไปยังบ่าวาล์วเมื่อวาล์วปิดสนิท และจะต้องชนะแรงเสียดทานของก้านวาล์วกับ Packing การออกแบบหัวขับวาล์ว จึงต้องออกแบบให้มีความสมดุลย์ของแรงเหล่านี้คือ

แรงขับที่จำเป็นในการทำให้วาล์วปิดสนิทจะขึ้นอยู่กับขนาดของบ่าวาล์วและเป็นไปตามการแบ่งหมวดหมู่ของการปิดสนิท ภาระที่บ่าวาล์วจะอยู่บนพื้นฐานของ ANSI FCI Leakage Criteria ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 Seat loading versus leakage class

Leakage Class	Nominal Port Size < 5 inches	Nominal Port Size > 5 inches
Class I	10 lb/linear inch	10 lb/linear inch
Class II	20 lb/linear inch	20 lb/linear inch
Class III	30 lb/linear inch	40 lb/linear inch

ตารางที่ 2.3 (ต่อ) Seat loading versus leakage class

Class IV metal seats	50 lb/linear inch	80 lb/linear inch
Class IV soft seats	50 lb/linear inch	50 lb/linear inch
Class V metal seats	250 lb/linear inch	400 lb/linear inch
Class V soft seats	50 lb/linear inch	50 lb/linear inch
Class VI soft seats	50 lb/linear inch	100 lb/linear inch
Note: Seat Load = seating force/port circumference		

2.2.12 ประเภทการทำงานของหัวขั้ววาล์ว

การทำงานของหัวขั้ววาล์วสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทตามการหลักการทำงานได้แก่ การใช้ลมดันให้แผ่นไดอะแฟรมยกตัวขึ้น (Air-to-Open) และ การใช้ลมดันให้แผ่นไดอะแฟรมกดตัวลง (Air-to-Close)

1) การใช้ลมดันให้แผ่นไดอะแฟรมยกตัวขึ้น

Instrument Air จะถูกใช้สำหรับดันด้านแรงสปริง ภายในหัวขั้ววาล์วเพื่อที่จะยกแผ่นไดอะแฟรมขึ้น ส่งผลให้ก้านวาล์วเคลื่อนที่ขึ้น และวาล์วจะเปิดทำให้ของไหลสามารถไหลผ่านวาล์วได้ ถ้าหากความดันอากาศที่ หัวขั้ววาล์วไม่เพียงพอที่จะทำให้แผ่นไดอะแฟรมยกตัวขึ้นได้ แรงของสปริง จะทำให้แผ่นไดอะแฟรมกดตัวลง และส่งผลให้ก้านวาล์วเคลื่อนที่ลงไปปิดกั้นของไหลในท่อ ดังนั้นการทำงานของหัวขั้ววาล์วประเภทนี้สามารถเรียกได้อีกชื่อหนึ่งคือ วาล์วปิดเมื่อลัมเหลว (Fail Close)

2) การใช้ลมดันให้แผ่นไดอะแฟรมกดตัวลง

Instrument Air จะถูกใช้สำหรับดันด้านแรงสปริง ภายในหัวขั้ววาล์วเพื่อที่จะกดแผ่นไดอะแฟรมขึ้น ส่งผลให้ก้านวาล์วเคลื่อนที่ลง และวาล์วจะปิดตัวลงทำให้ของไหล ไม่สามารถไหลผ่านวาล์วได้ ถ้าหากความดันอากาศที่ หัวขั้ววาล์วไม่เพียงพอที่จะทำให้แผ่นไดอะแฟรมกดตัวลงได้ แรงของสปริงจะทำให้แผ่นไดอะแฟรมยกตัวขึ้น และส่งผลให้ก้านวาล์วเคลื่อนที่ขึ้นไป ทำให้ของไหลในท่อสามารถไหลผ่านวาล์วได้ ดังนั้นการทำงานของหัวขั้ววาล์วประเภทนี้สามารถเรียกได้อีกชื่อหนึ่งคือ วาล์วเปิดเมื่อลัมเหลว (Fail Open)

2.2.13 การหาขนาดของวาล์ว

วิธีการที่ใช้สำหรับการเลือกขนาดของวาล์วนั้น จะเป็นการคำนวณหาสัมประสิทธิ์การไหลของวาล์ว (Cv : Valve coefficient) ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การไหลของวาล์วคือ ปริมาณการไหลที่มีหน่วยเป็น GPM ของน้ำที่อุณหภูมิ 60 °F ไหลผ่านวาล์วเมื่อกวาล์วเปิดเต็มที่โดยที่มีความดันตกคร่อม 1 psi

จากนั้นนำค่าสัมประสิทธิ์การไหลของวาล์วที่ได้ไปเลือกขนาดวาล์วที่ต้องการ ซึ่งในการหาขนาดของวาล์วมีรายละเอียดทั่วไปที่ต้องพิจารณาดังนี้คือ ขนาดของวาล์วจะต้องไม่เล็กกว่าขนาดของท่อเกินกว่า 2 ขนาด เพราะอาจจะทำให้แรงทางกลจากท่อมากกว่าที่วาล์วจะทนได้ สำหรับวาล์วที่ต้องการค่าสัมประสิทธิ์การไหลของวาล์วเล็กๆอาจจะใช้การลดขนาดภายในตัววาล์ว สำหรับการเลือกสัมประสิทธิ์การไหลของวาล์วให้เหมาะสม ควรเลือกให้วาล์วมีการควบคุมการไหลที่ดี ในสภาวะการทำงานปกติ และควรมีเปอร์เซ็นต์การเปิดอยู่ในช่วง 50 – 80 เปอร์เซ็นต์การเปิดสูงสุด

2.2.14 การไหลแบบ 2 สถานะ (Two Phase Flow)

การไหลแบบนี้จะเป็นการไหลที่มีของไหล 2 สถานะคือ ของเหลวและก๊าซไหลปนกัน ซึ่งจะมีการแฟลชซึ่งทางขาออกของวาล์ว โดยสำหรับวาล์วที่ต้องรองรับการไหลแบบ 2 สถานะ ตัววาล์วจะต้องไม่เล็กกว่าขนาดท่อด้านทางออก 1 ขนาด ควรจะต้องมีการจัดเตรียมส่วนขยายให้กับท่อที่ด้านขาออกของวาล์ว และต้องมีท่อทางตรงอย่างน้อย 10 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ เพื่อให้ท่อด้านขาออกมีการสั่นสะเทือนเนื่องจากความเร็วของไหลที่ออกจากตัววาล์วน้อยที่สุด

2.2.15 การหาขนาดของสัมประสิทธิ์การไหลของวาล์วกรณีที่เป็นของเหลว

การประมาณหาค่าสัมประสิทธิ์การไหลของวาล์ว (C_v) สำหรับการใช้งานกับของไหลที่มีสถานะเป็นของเหลวสามารถใช้สมการจากตารางที่ 2.4 ในการหาได้ แต่สำหรับปริมาณการไหลในการใช้งานจริงจะต้องใช้การคำนวณจากผู้ผลิตวาล์วที่เลือกใช้

ตารางที่ 2.4 สมการหาค่าสัมประสิทธิ์การไหลของวาล์วสำหรับการใช้งานของเหลว

Sub critical Flow	Critical Flow Cavitation or Flashing
$\Delta P < F_L^2 (\Delta P_s)$	$\Delta P \geq F_L^2 (\Delta P_s)$
Volumetric Flow $C_v = 1.16q \sqrt{\frac{G_f}{\Delta P_s}}$	Volumetric Flow $C_v = \frac{1.16q}{F_L} \sqrt{\frac{G_f}{\Delta P_s}}$
$\Delta P_s = P_1 - \left(0.96 - 0.28 \sqrt{\frac{P_v}{P_c}} \right) P_v$	
For Simplicity, if $P_v < 0.5 P_1$, $\Delta P_s = P_1 - P_v$	
เมื่อ F_L = Critical Flow Factor	G_f = Specific Gravity at Flow Temperature
P_1 = Upstream Pressure (Bar A)	P_2 = Downstream Pressure (Bar A)
P_c = Critical Pressure	P_v = Vapor Pressure
ΔP = Pressure drop $P_1 - P_2$, Bar	q = Liquid flow Rate m^3/hr

2.2.16 การหาขนาดของสัมประสิทธิ์การไหลของวาล์วกรณีที่เป็นก๊าซ

การประมาณหาค่าสัมประสิทธิ์การไหลของวาล์ว (C_v) สำหรับก๊าซ สามารถใช้สมการจากตารางที่ 2.5 เพื่อคำนวณได้ แต่สำหรับปริมาณการไหลในการทำงานจริงจะต้องใช้การคำนวณจากผู้ผลิตวาล์วที่เลือกใช้

นอกจากวิธีในการหาขนาดเหล่านี้แล้ว วิธีตามมาตรฐานของ IEC-60534-1 จะให้ผลลัพธ์ที่แม่นยำกว่า แต่ซับซ้อนกว่า เมื่อนำไปใช้ในการหาขนาดของวาล์วสำหรับการไหลที่มีความหนืดและการไหลเป็นระเบียบ

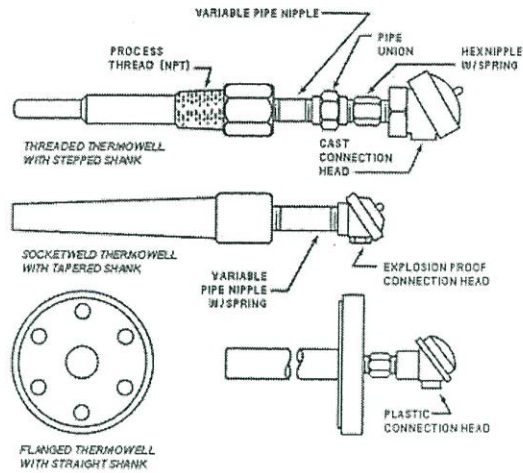
ตารางที่ 2.5 สมการหาค่าสัมประสิทธิ์การไหลของวาล์วสำหรับการใช้งานก๊าซ

For Gas Volumetric Flow $C_v = \frac{q\sqrt{GTZ}}{257F_L P_1(y-0.148y^3)}$
$y = \frac{1.63}{F_L} \sqrt{\frac{\Delta P}{P_1}} ; \text{Maximum value of } y = 1.50$
เมื่อ F_L = Critical Flow Factor G = Gas Specific Gravity (Mol mass Gas / Mol Mass Air) or (Density Gas @ Temp / Density Air @ Temp) G_f = Specific Gravity at Flow Temperature (= $G \cdot 288/T$) P_1 = Upstream Pressure (Bar A) P_2 = Downstream Pressure (Bar A) ΔP = Pressure drop $P_1 - P_2$, Bar q = Gas Flow Rate m^3/hr (15 °C & 1013 mBarA) T = Flowing Temperature (K) Z = Compressibility Factor

2.3 เครื่องมือวัดอุณหภูมิ

2.3.1 เทอร์โมเวลล์ (Thermowell)

เทอร์โมเวลล์ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับป้องกันตัวเทอร์โมคัปเปิล หรือ RTD เพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายที่อุปกรณ์ เมื่อนำไปใช้วัดอุณหภูมิในบริเวณที่มีการก่อก้อนหรือ บริเวณที่มีของไหลไหลผ่านด้วยความเร็วสูง เทอร์โมเวลล์จะทำมาจากวัสดุที่มีความแข็งแรง และทนการกัดกร่อนได้ดี เทอร์โมเวลล์ จะมีการแบ่งตามลักษณะการติดตั้งได้ 3 แบบคือ แบบเกลียว, แบบหน้าแปลน และแบบเชื่อม ดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 การติดตั้งเทอร์โมเวลล์แบบต่างๆ

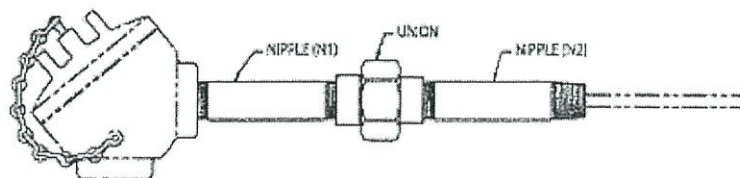
การเลือกใช้เทอร์โมเวลล์ จะมีหลายตัวแปรที่ใช้ในการพิจารณา เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน โดยมีตัวแปรพื้นฐานเช่น ชนิดของเทอร์โมเวลล์, อัตราการทนความดัน, วัสดุที่ทำเทอร์โมเวลล์ และความยาวของเทอร์โมเวลล์ เป็นต้น

โดยปกติแล้วเทอร์โมเวลล์จะถูกติดตั้ง บนท่อ, ถัง หรือบนอุปกรณ์ต่างๆในกระบวนการผลิต ซึ่งบริเวณต่างๆที่ต้องการวัดอุณหภูมินั้นจะมีขนาดและรูปร่างที่แตกต่างกันไป จึงควรจะมีการกำหนดขนาด ความยาวมาตรฐานเพื่อความสะดวกในการเก็บชิ้นส่วนสำรอง หรือการใช้งานทดแทนกันได้เมื่อเกิดความเสียหาย

2.3.1.1 ขนาดของรูบนเทอร์โมเวลล์

มาตรฐานของขนาดรูบนเทอร์โมเวลล์ จะมีขนาด 6.5 mm ใช้สำหรับอุปกรณ์วัดอุณหภูมิที่เป็นทั้งชนิดเทอร์โมคัปเปิลและ RTD ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 6.0 mm หรือ 10 mm สำหรับเซนเซอร์แบบ Filled system

นอกจากเทอร์โมเวลล์ที่จะต้องนำไปใช้ในการป้องกันอุปกรณ์วัดอุณหภูมิแล้ว ยังมีส่วนประกอบอื่นๆ ที่ต้องจัดเตรียมเมื่อมีการนำเซนเซอร์ไปใช้งาน โดยจะมีส่วนที่ต่อเพิ่มมาจากตัวเทอร์โมเวลล์ เพื่อความสะดวกในการถอดเปลี่ยน, ปรับทิศทางช่องต่อสายและการต่อสาย Sensor วัดอุณหภูมิ ส่วนประกอบเพิ่มเติมคือ หัวต่อสาย, ชุด Nipple และ Union ดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 ส่วนประกอบต่างๆ ของเทอร์โมคัปเปิล

2.3.1.2 วัสดุของเทอร์โมเวลล์

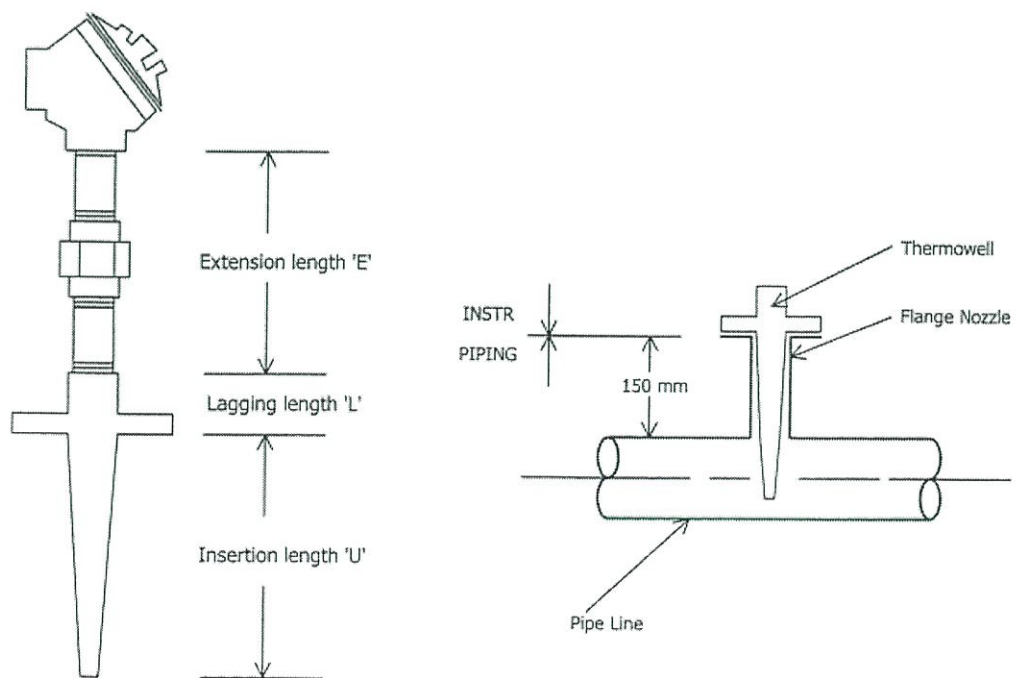
วัสดุที่ใช้ทำตัวเทอร์โมเวลล์ อย่างต่ำควรจะเป็น 316 SS หรือชนิดอื่นๆต้องเป็นไปตามวัสดุที่ใช้ทำท่อที่จะนำ เทอร์โมเวลล์ ไปติดตั้ง โดยพื้นผิวของ เทอร์โมเวลล์ จะต้องเรียบเงาและไม่มีหลุมหรือร่องรอยจากการกัดกร่อน เพื่อให้การวัดอุณหภูมิมีความแม่นยำ การเลือกวัสดุจะต้องพิจารณาทางด้านความดัน และอุณหภูมิ

2.3.1.3 ความยาวของเทอร์โมเวลล์

ส่วนของเทอร์โมเวลล์ที่ต้องจุ่มลงไปในห้อง ส่วนปลายสุดของเทอร์โมเวลล์ควรจะต้องอยู่ที่ตำแหน่งกึ่งกลางของส่วนที่สามของท่อ และความยาวของเทอร์โมเวลล์อาจทำให้สั้นลงได้หากมีข้อจำกัดด้านความแข็งแรงจากการคำนวณความถี่ในการสั่น

เมื่อต้องการติดตั้งตัวเทอร์โมเวลล์ที่ท่อ ขนาดของท่อต่ำสุดควรจะเป็น 4 หรือ 6 นิ้วถ้าเล็กกว่านี้จะต้องติดตั้งบริเวณข้องอ หรือทำการขยายท่อให้เท่ากับขนาดต่ำสุดที่กำหนด และขนาดของหน้าแปลนควรมีขนาด 1 1/2" เป็นอย่างต่ำ และอัตราการทนความดันจะขึ้นอยู่กับอัตราการทนความดันของท่อ

ระยะที่จุ่มลงไปในห้องหรือเรียกว่า “U-length” ความยาวของ U-length ที่ใช้งานกันจะเป็นระยะ 225, 300 หรือ 450 mm ซึ่งจะเป็นความยาวที่รวมกับความยาวของจุดต่อกับท่อ ซึ่งโดยทั่วไปจะมีความยาวที่ประมาณ 150 mm ซึ่งระยะต่างๆของ เทอร์โมเวลล์ จะถูกแสดงไว้ดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 ระยะต่างๆ ของเทอร์โมเวลล์

2.3.2 เทอร์โมคัพเปิ้ล (Thermocouple)

เทอร์โมคัพเปิ้ลถูกจัดเป็นอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิชนิดที่ใช้หลักการเปลี่ยนแปลงลักษณะคุณสมบัติทางไฟฟ้า และเทอร์โมคัพเปิ้ลเป็นอุปกรณ์ประเภทที่สามารถในการผลิตแรงดันไฟฟ้าได้เอง

นอกจากนี้เทอร์โมคัพเปิ้ลยังเป็นอุปกรณ์ที่มีความไวต่ออุณหภูมิมาก โครงสร้างภายในจะประกอบด้วยเส้นลวดโลหะต่างชนิดกันสองเส้นต่อเข้าด้วยกันที่ปลายข้างหนึ่ง ซึ่งใช้เป็นจุดวัดอุณหภูมิ ส่วนปลายอีกข้างหนึ่งซึ่งใช้เป็นเอาต์พุตจะถูกนำไปต่อกับมิเตอร์หรือวงจรอื่นๆ ปลายของเส้นลวดด้านที่ต่อเข้าด้วยกันนี้เรียกว่ารอยต่อร้อน (Hot Junction) ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งจะเรียกว่ารอยต่อเย็น (Cold Junction) เมื่อนำเอาปลายด้านที่เป็นรอยต่อร้อนไปวัดอุณหภูมิ จะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าขึ้นที่จุดรอยต่อเย็น และแรงดันไฟฟ้าที่ได้จะแปรผันตรงกับค่าของอุณหภูมิที่ทำการวัด

เมื่อรอยต่อร้อนของเทอร์โมคัพเปิ้ลได้รับความร้อนเพิ่มสูงขึ้น ในขณะที่รอยต่อเย็นยังคงมีอุณหภูมิที่คงที่ ซึ่งความแตกต่างของอุณหภูมิมาระหว่างจุดรอยต่อทั้งสองจุดนี้ จะทำให้เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้า และค่าของกระแสไฟฟ้าจะถูกปรับเทียบให้เป็นค่าที่อยู่ในหน่วยของอุณหภูมิได้

ในการแบ่งชนิดของเทอร์โมคัพเปิ้ล ตามมาตรฐานต่างๆ จะสามารถพิจารณาได้จากชนิดของวัสดุตัวนำที่ใช้ในการผลิตเทอร์โมคัพเปิ้ล ดังแสดงในตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 ชนิดของวัสดุตัวนำที่ใช้ในการผลิตเทอร์โมคัพเปิ้ลมาตรฐาน

สัญลักษณ์มาตรฐาน	ชนิดของวัสดุตัวนำ
Type K	Nickel Chromium / Nickel Aluminium
Type J	Iron / Constantan
Type T	Copper / Constantan
Type E	Nickel Chromium / Constantan
Type N	Nicrosil / Nisil
Type R	Platinum 13% / Rhodium
Type S	Platinum 10% / Rhodium
Type B	Platinum 30% / Rhodium

การใช้งานเทอร์โมคัพเปิ้ลในอุตสาหกรรมทั่วไปนั้น ในบางครั้งไม่สามารถทราบได้ว่าเทอร์โมคัพเปิ้ลที่ใช้อยู่ทำมาจากโลหะตัวนำชนิดใด และเป็นชนิดมาตรฐานแบบใด ดังนั้น สำหรับการใช้งานจริง นอกจากจะสามารถหาชนิดของเทอร์โมคัพเปิ้ลได้จากป้ายชื่อ (Name Plate) ที่ติดอยู่บนตัวของอุปกรณ์แล้วยังสามารถพิจารณาได้จากมาตรฐานดังต่อไปนี้

1) มาตรฐานของ ISA

มาตรฐานของ ISA (Instrument Society of America) นั้นจะพิจารณาจากรหัสสี (Heads Coded) ของหัววัด (Probe) และปลั๊กเสียบของอุปกรณ์ ดังรายละเอียดในตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 ชนิดของเทอร์โมคัพเปิ้ลตามมาตรฐาน ISA

ชนิดของเทอร์โมคัพเปิ้ล	รหัสสี
J	สีดำ
K	สีเหลือง
T	สีน้ำเงิน
E	สีม่วง
R&S	สีเขียว
RTD	สีเหลือง

2) มาตรฐานของ ANSI

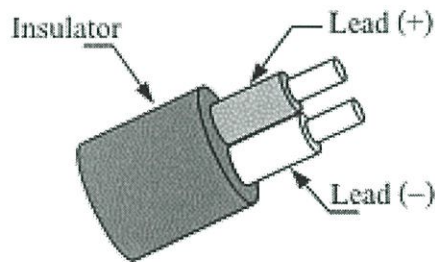
ในทำนองเดียวกันมาตรฐานของ ANSI (American National Standards Institute) จะสามารถพิจารณาได้จากรหัสสีของสายไฟที่ต่อออกมาจากหัววัดของอุปกรณ์ ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 2 ระบบคือ ระบบอเมริกัน และระบบอังกฤษ ดังรายละเอียดในตารางที่ 2.8 และลักษณะของสายไฟในรูปที่ 2.17

ตารางที่ 2.8 ชนิดของเทอร์โมคัพเปิ้ลตามมาตรฐาน ANSI

Code	Conductors (+) / (-)	Thermocouple Color Codes	
		British (BS 1843: 1952)	American (ANSI/MC 96.1)
J	Iron / Nickel	Insulator (ดำ) (+) เหลือง (-) น้ำเงิน	Insulator (ดำ) (+) ขาว (-) แดง
K	Nickel Chromium / Nickel Aluminium	Insulator (แดง) (+) น้ำตาล (-) น้ำเงิน	Insulator (เหลือง) (+) เหลือง (-) แดง
T	Copper / Constantan	Insulator (น้ำเงิน) (+) ขาว (-) น้ำเงิน	Insulator (น้ำเงิน) (+) น้ำเงิน (-) แดง

ตารางที่ 2.8 (ต่อ) ชนิดของเทอร์โมคัพเบิลตามมาตรฐาน ANSI

E	Nickel Chromium / Constantan	Insulator (น้ำตาล) (+) น้ำตาล (-) น้ำเงิน	Insulator (ชมพู) (+) ชมพู (-) แดง
N	Nicrosil / Nisil	Insulator (ส้ม) (+) ส้ม (-) น้ำเงิน	Insulator (ส้ม) (+) ส้ม (-) แดง
R&S	Platinum Rhodium / Platinum	Insulator (เขียว) (+) ขาว (-) น้ำเงิน	Insulator (เขียว) (+) ดำ (-) แดง



รูปที่ 2.17 สายไฟที่ต่อกับหัววัด

2.3.2.1 การต่อเทอร์โมคัพเบิลเข้ากับระบบควบคุม

ในระบบควบคุมกระบวนการผลิตจำเป็นต้องต่อสัญญาณเอาต์พุตจาก เทอร์โมคัพเบิลเข้าไปยังตัวควบคุมที่อยู่ในห้องควบคุมส่วนกลาง สัญญาณที่ได้จากเทอร์โมคัพเบิลจะเป็นสัญญาณเล็กๆ ซึ่งจะนิยมติดตั้งทรานสมิตเตอร์ (Transmitter) ไว้ใกล้กับ เทอร์โมคัพเบิลเพื่อแปลงสัญญาณเทอร์โมคัพเบิลเป็นสัญญาณกระแสมาตรฐาน 4 – 20 mA สำหรับส่งไปยังระบบควบคุมพื้นฐาน หรือแปลงเป็นสัญญาณแบบ FieldBus เพื่อต่อเข้ากับระบบควบคุม

2.3.3 เกจวัดอุณหภูมิ (Temperature Gauge)

ในโรงกลั่นแหล่งนี้จะใช้เกจวัดอุณหภูมิแบบที่แสดงบนหน้าปัด ซึ่งมีการใช้หลักการวัดชนิดแถบโลหะคู่ ซึ่งมีหลักการคือ เมื่อแถบโลหะสองชนิดที่มีสัมประสิทธิ์การขยายตัวจากความร้อนไม่เท่ากันถูกทาบติดกันสนิท และมีโครงสร้างที่ต่อเชื่อมกับเข็มชี้ค่า เมื่อได้รับความร้อนโลหะทั้งสองชนิดจะขยายตัวไม่เท่ากันทำให้แถบโลหะนั้นๆ เกิดการโก่งตัว ดังนั้นถ้ายึดปลายด้านหนึ่งไว้ให้คงที่ ปลายอีกด้านหนึ่งจะเบี่ยงเบนไปตามค่าของอุณหภูมิ แต่ถ้าอุณหภูมิลดลงการเบี่ยงเบนจะมีทิศทางกลับกันกับครั้งแรก



รูปที่ 2.18 ตัวอย่างเกจวัดอุณหภูมิ

2.3.4 ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ (Temperature Transmitter)

โดยทั่วไปของการใช้งาน ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ จะต้องมีการต่อเข้ากับเครื่องมือวัดอุณหภูมิ เพื่อทำการเปลี่ยนค่าอุณหภูมิจากจุดที่ต้องการวัดไปเป็นสัญญาณไฟฟ้าที่ต้องการ หรือสามารถที่จะทำการต่อ ทรานสมิตเตอร์อุณหภูมิ เข้าไปยังส่วนอินพุตของระบบควบคุม ได้ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้งาน

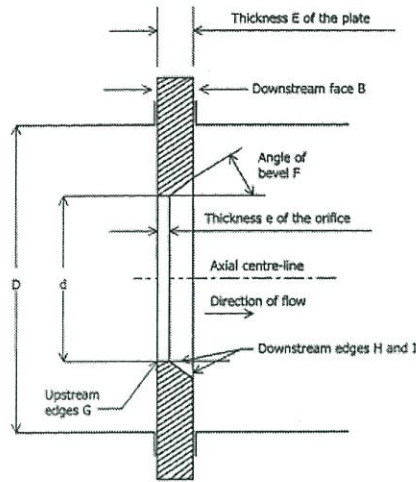
ค่าอุณหภูมิที่อ่านได้โดยปกติแล้วควรจะกำหนดให้อยู่ประมาณ 50 – 75 % ของย่านการใช้งานสูงสุด และในบางครั้งจะมีการตั้ง Zero ไว้ที่ค่าสูงๆ เมื่อกระบวนการผลิตหยุดทำงานหรือช่วงการเริ่มเดินเครื่อง จะทำให้เครื่องมือวัดอ่านค่าได้ต่ำกว่าศูนย์ได้

2.4 เครื่องมือวัดการไหล

2.4.1 แผ่นออริฟิส (Orifice Plate)

แผ่นออริฟิส มีลักษณะเป็นเหล็กแผ่นเจาะรูไว้สำหรับให้ของไหลไหลผ่าน ในการติดตั้งจะถูกติดตั้งอยู่ระหว่างหน้าแปลน (Orifice Flange) ของท่อในลักษณะตั้งฉากกับกระแสการไหล แผ่นออริฟิส สามารถทำขึ้นได้จากวัสดุได้หลายชนิด รวมทั้งวัสดุที่ทนทานต่อการกัดกร่อนจากของไหลที่นำไปใช้งานเช่น 316 Stainless Steel, Monel หรือ Inconel โดยลักษณะพื้นฐานของ แผ่นออริฟิส จะเป็นไปตามมาตรฐาน ISO 5167 ดังรูปที่ 2.19

ตามมาตรฐานของ ISO 5167 ความหนาของ e ของ แผ่นออริฟิส จะอยู่ระหว่าง $0.005D$ ถึง $0.02D$ และค่าความหนา E จะอยู่ระหว่างขนาดความหนา e ถึง $0.05 D$ โดยทั่วไปแล้วขนาดของรูที่ แผ่นออริฟิส จะแสดงในรูป และอัตราส่วนระหว่างเส้นผ่าศูนย์กลางรูกับเส้นผ่าศูนย์กลางภายในท่อ หรือค่า β (Beta) = d/D ซึ่งจะมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.20 และน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.75



รูปที่ 2.19 แผ่นออริฟิสมาตรฐาน

2.4.2 จุดสำหรับวัดค่าความดันแตกต่าง

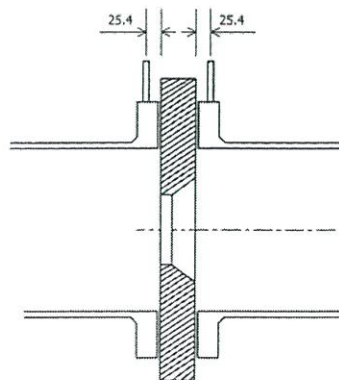
ในการใช้งาน แผ่นออริฟิส สำหรับวัดอัตราการไหลจะต้องมีจุดสำหรับใช้วัดค่าความดันแตกต่าง ทางด้านขาเข้า (Upstream) และด้านขาออก (Downstream) อย่างน้อยด้านละหนึ่งจุด เพื่อใช้สำหรับต่อไปยังเครื่องมือวัดความดันแตกต่างที่ใช้วัดค่าความดันแตกต่างที่เกิดจาก แผ่นออริฟิส และจุดต่อของ แผ่นออริฟิส สามารถแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะดังนี้คือ

2.4.2.1 จุดต่อที่หน้าแปลน

จุดต่อแบบนี้จะอยู่ที่บริเวณของหน้าแปลน ซึ่งจะทำการวัดจากด้านขาเข้าและด้านขาออกของแผ่นออริฟิส ออกไปด้านละ 25.4 mm ดังรูปที่ 2.20 โดยระยะที่กำหนดอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้เล็กน้อยขึ้นอยู่กับค่า β ที่เลือกใช้ โดยมีข้อกำหนดดังนี้คือ

$\beta > 0.6$ และ $D > 150$ mm ; ระยะเท่ากับ 25.4 ± 0.5 mm

$\beta < 0.6$ หรือ $\beta > 0.6$ และ $150 < D < 1000$ mm ; ระยะเท่ากับ 25.4 ± 1.0 mm



รูปที่ 2.20 Flange Taps

และข้อจำกัดของการเลือกใช้จุดต่อแบบนี้คือ

$$d \geq 12.5 \text{ mm}$$

$$50 \text{ mm} \leq D \leq 1000 \text{ mm}$$

$$0.2 \leq \beta \leq 0.75$$

$$Re_D \geq 5000; \text{ สำหรับ } 0.2 \leq \beta \leq 0.75$$

$$Re_D \geq 10000; \text{ สำหรับ } \beta > 0.75$$

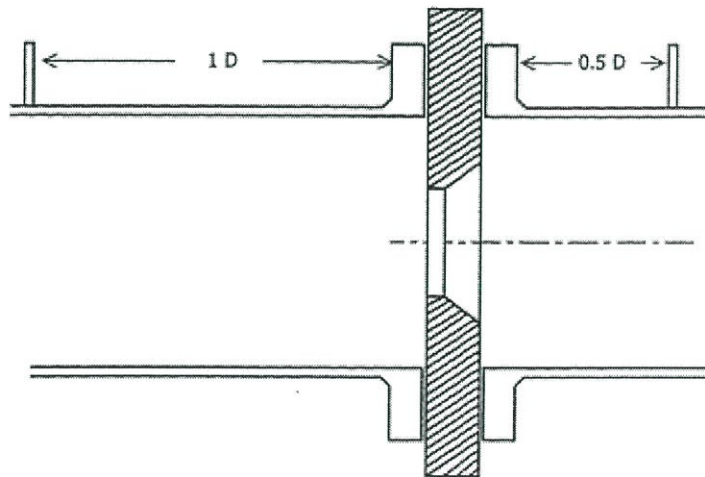
2.4.2.2 จุดต่อที่ระยะ D และ 0.5 D (Vena Contracta Taps)

จุดต่อแบบนี้จะอยู่ที่ท่อแทนที่จะอยู่หน้าแปลนเหมือนกันหัวข้อ 2.4.2.1 ซึ่งจะทำให้การวัดจากด้านขาเข้าของ แผ่นออริฟิส ออกไปที่ระยะ 1D และด้านขาออกของ แผ่นออริฟิส ออกไปที่ระยะ 0.5D โดยอาจเปลี่ยนแปลงได้ขึ้นอยู่กับค่า β ของ แผ่นออริฟิส ที่เลือกใช้ โดยมีข้อกำหนดดังนี้

$$\beta < 0.6, \text{ ระยะด้านขาเข้าเท่ากับ } D \pm 0.1D \text{ และระยะด้านขาออกเท่ากับ } 0.5D \pm 0.02D$$

$$\beta > 0.6, \text{ ระยะด้านขาเข้าเท่ากับ } D \pm 0.1D \text{ และระยะด้านขาออกเท่ากับ } 0.5D \pm 0.01D$$

และข้อจำกัดของการใช้จุดต่อแบบนี้จะเหมือนกันกับแบบจุดต่อที่หน้าแปลน



รูปที่ 2.21 Vena Contracta Taps

2.4.2.3 จุดต่อที่มุม (Coner Taps)

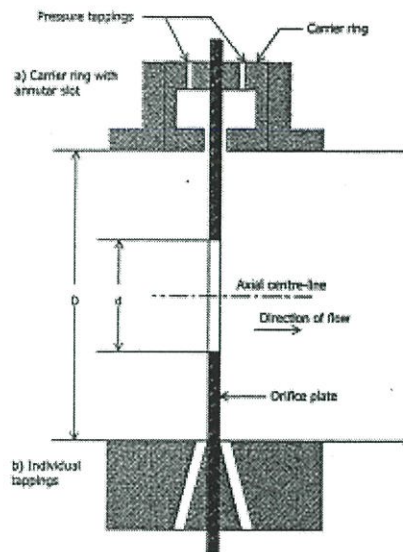
จุดต่อนี้จะอยู่ที่หน้าแปลนซึ่งอยู่ติดกับแผ่นออริฟิสทั้งด้านขาเข้าและด้านขาออกดังรูปที่ 2.22 และสำหรับจุดต่อแบบนี้จะมีข้อกำหนดในการเลือกใช้ดังนี้คือ

$$d \geq 12.5 \text{ mm}$$

$$50 \text{ mm} \leq D \leq 1000 \text{ mm}$$

$$0.2 \leq \beta \leq 0.75$$

$$Re_D \geq 1260 \beta^2 D$$



รูปที่ 2.22 Corner Taps

2.4.3 การเลือกใช้ แผ่นออริฟิส

การเลือกใช้เครื่องมือวัดอัตราการไหลด้วย แผ่นออริฟิส ตามมาตรฐาน ISO-5167 จะใช้กับท่อขนาดตั้งแต่ 2 นิ้วขึ้นไปจนถึงประมาณ 10-12 นิ้ว แต่ถ้าท่อมีขนาดใหญ่มากๆ เช่น 18 นิ้ว หรือ 24 นิ้ว การใช้ แผ่นออริฟิส จะไม่เหมาะสมเนื่องจากค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อ แผ่นออริฟิส จะสูงมาก ควรที่จะพิจารณาเลือกใช้การวัดแบบอื่นๆ เช่น อัลตราโซนิก หรือแบบท่อปีโตต์ (Pitot Tube) เป็นต้น และค่าความสามารถของย่านการวัด (Rangeability) ต้องไม่มากกว่า 5:1 เนื่องจากจะทำให้ค่าที่อ่านได้จากที่ย่านอัตราการไหลต่ำๆ มีค่าผิดพลาดได้สูง นอกจากนั้นแล้วการวัดอัตราการไหลด้วย แผ่นออริฟิส จะไม่เหมาะกับการควบคุมการไหลบางชนิดที่ต้องการความดันสูญเสียในระบบหรือในท่อที่มีค่าต่ำๆ และวัสดุที่ใช้ในการผลิต แผ่นออริฟิส จะต้องถูกพิจารณาในการเลือกใช้ว่าเหมาะสมกับชนิดของของไหลและทนการกัดกร่อนได้หรือไม่ โดยทั่วไปจะใช้ 316 Stainless Steel เป็นมาตรฐาน

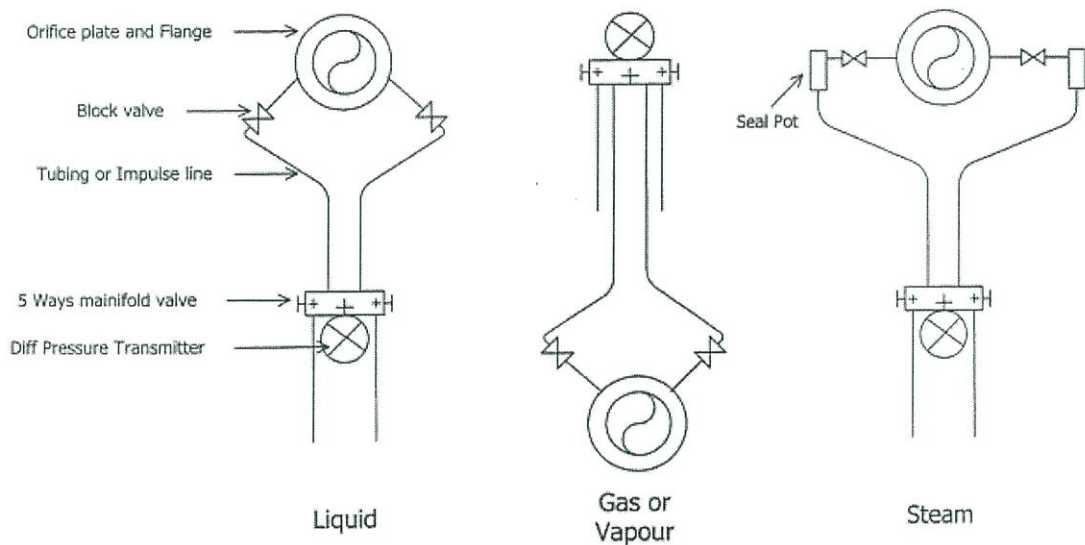
2.4.4 ทรานสมิตเตอร์การไหลแบบความดันแตกต่าง

โดยทั่วไปในการใช้งานทรานสมิตเตอร์การไหลแบบความดันแตกต่าง (Differential Flow Transmitter) จะต้องมีการต่อใช้งานร่วมกับเครื่องมือสร้างความดันแตกต่าง เพื่อทำการเปลี่ยนค่าความดันแตกต่างระหว่างด้านขาเข้ากับด้านขาออก ของจุดที่ต้องทำการวัด ให้เป็นสัญญาณไฟฟ้ามาตรฐาน 4-20 mA หรือสัญญาณลมมาตรฐาน 3-15 Psi ตามแต่จะกำหนด แต่ในปัจจุบันจะไม่นิยมใช้สัญญาณลม และสัญญาณมาตรฐานที่ได้จะถูกส่งไปยังระบบควบคุมหรือระบบแสดงผลต่อไป

การติดตั้งทรานสมิตเตอร์การไหลแบบความดันแตกต่างจะต้องทำการติดตั้งให้ถูกต้องเพื่อให้ค่าที่อ่านได้มีความผิดพลาดต่ำ ซึ่งตัวแปรหลักๆที่ใช้สำหรับพิจารณาในการติดตั้งจะเป็นดังนี้

ตำแหน่งของการติดตั้งทรานสมิตเตอร์การไหลแบบความดันแตกต่างจะขึ้นอยู่กับ สถานะของของไหลที่ต้องการวัดถ้าของไหลมีสถานะเป็นก๊าซหรือไอ จะต้องติดตั้งเครื่องมือวัดให้อยู่เหนือจุดที่ทำการวัด ถ้าของไหลมีสถานะเป็นของเหลว จะต้องติดตั้งเครื่องมือวัดให้อยู่ต่ำกว่าจุดที่ทำการวัด เหตุผลหลักๆ คือในกรณีที่ของไหลเป็นก๊าซนั้น จะต้องไม่ทำให้ของไหลมีการกลั่นตัวเป็นของเหลวค้างอยู่ในท่อจากจุดวัดไปยังเครื่องมือวัด และในทำนองเดียวกันถ้าของไหลเป็นของเหลว ในการติดตั้งใช้งานจะต้องการให้ไม่มีฟองอากาศอยู่ในท่อ ดังนั้นจะมีการติดตั้งอยู่ด้านล่างจุดที่ทำการวัด ดังรูปที่

2.23

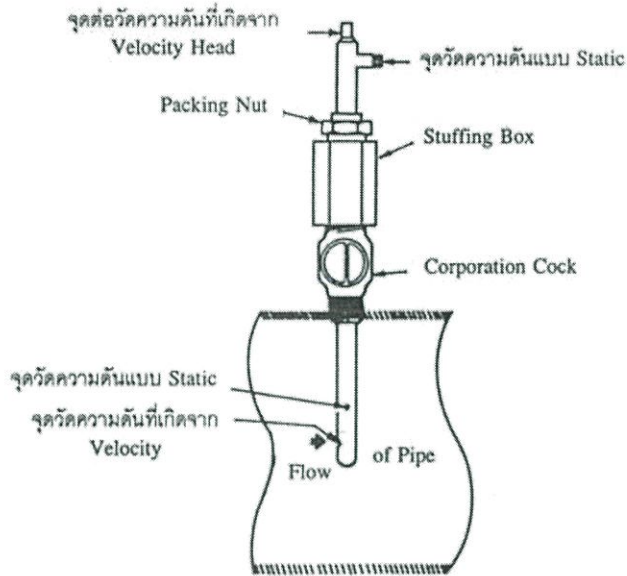


รูปที่ 2.23 การติดตั้งทรานสมิตเตอร์การไหลแบบความดันแตกต่างรูปแบบต่างๆ

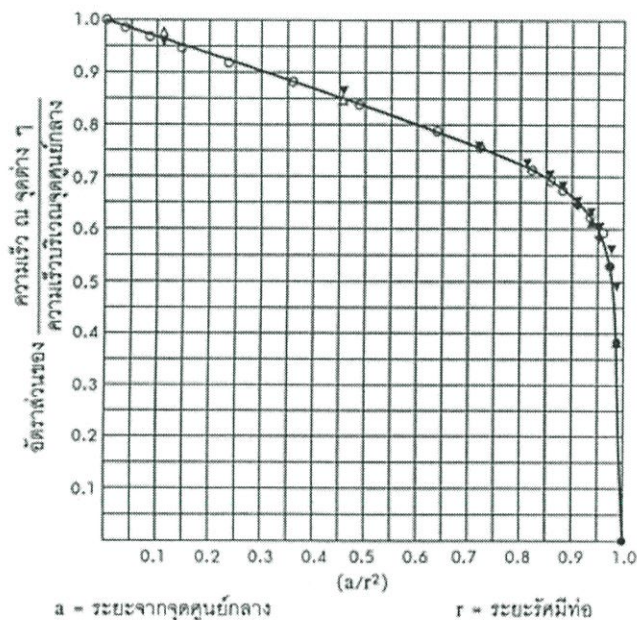
2.4.5 ท่อปีโตต์ (Pitot Tube)

อุปกรณ์วัดการไหลแบบนี้จะใช้หลักการวัดความเร็วของของไหลโดยตรง และปลายที่ใช้วัดจะถูกสอดใส่เข้าไปในส่วนกลางของท่อในลักษณะที่ตั้งฉากกับทิศทางการไหล ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งเปิดอยู่ด้านข้างดังรูปที่ 2.24 เพื่อใช้วัดความดันแบบสถิต โดยที่จุดวัดความดันทั้งสองด้านจะตั้งฉากกัน

ค่าความดันแตกต่างที่เกิดขึ้นนั้นจะเป็นสัดส่วนกับความเร็วในการไหล ซึ่งความเร็วของของไหลในจุดต่างๆ โดยทั่วไปจะเป็นดังรูปที่ 2.25 เมื่อกำหนดให้ความยาวของท่อตรงก่อนเข้าตัว ท่อปีโตต์อย่างน้อย 50 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ ค่าความเร็วเฉลี่ยของการไหลจะอยู่ประมาณที่จุด 30% ห่างจากผิวผนังภายในท่อ แต่จุดเฉลี่ยนี้จะเปลี่ยนไปถ้าค่า Reynolds Number เปลี่ยนไป



รูปที่ 2.24 ลักษณะของท่อปีโตต์



รูปที่ 2.25 กราฟแสดงความเร็วในการไหลของของไหล

จากรูปที่ 2.25 จะเห็นว่าความเร็วสูงสุดของการไหลจะอยู่ที่จุดศูนย์กลางของท่อ แต่ที่ผิวของท่อจะมีการไหลของของไหลน้อยมาก ต่างกันกับการไหลของกระแสไฟฟ้าในสายตัวนำเพราะกระแสไฟฟ้าจะไหลมาอยู่ที่บริเวณผิวภายนอกของสาย แต่ ณ จุดศูนย์กลางจะไม่มีกระแสไหล ดังนั้นในการหาค่าการไหลจะต้องคำนวณหาความเร็วเฉลี่ยจากค่าความดันแตกต่างที่วัดได้

อุปกรณ์วัดการไหลแบบท่อปีโตต์ เป็นแบบที่ประหยัด ติดตั้งง่าย แต่ความคลาดเคลื่อนอาจจะเกิดขึ้นได้ง่ายเมื่อลักษณะของการไหลเปลี่ยนไป มักจะไม่เหมาะกับของไหลที่สกปรกหรือเหนียวข้น

เพราะจะทำให้เกิดการอุดตันได้ง่าย ค่าความคลาดเคลื่อนของการวัดประมาณ $\pm 1/2$ ถึง $\pm 5\%$ และมีข้อดีอีกประการหนึ่งคือ ความดันสูญเสียที่เกิดจากตัววัดจะมีค่าต่ำ

2.4.6 โรตاميเตอร์ (Rotameter)

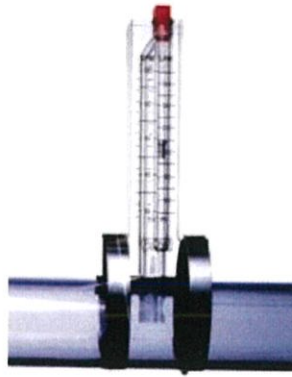
โรตاميเตอร์จัดเป็นอุปกรณ์สำหรับตรวจวัดอัตราการไหล ที่สามารถให้ของไหลไหลผ่านได้เพียงทิศทางเดียวอีกชนิดหนึ่งที่ยอมรับใช้กันอย่างกว้างขวางในปัจจุบัน และข้อดีของโรตاميเตอร์คือเป็นอุปกรณ์ที่เหมาะสมสำหรับวัดอัตราการไหลต่ำๆ ที่อุปกรณ์บางประเภทเช่น ออริฟิส เวนทูรี หรือนอชเชิลไม่สามารถตรวจวัดได้

การใช้งานโรตاميเตอร์ทำได้โดยการติดตั้งอุปกรณ์ในลักษณะแนวตั้ง และปล่อยให้ของไหลที่ต้องการวัดไหลเข้าไปภายในจากทางด้านล่างผ่านลูกลอยออกทางด้านบนของตัวอุปกรณ์ ลูกลอยจะถูกแรงดันที่เกิดจากการไหลของของไหลยกตัวขึ้น การที่ลูกลอยในโรตاميเตอร์เปลี่ยนตำแหน่งไปนี้ จะทำให้พื้นที่ภายในโรตاميเตอร์เปลี่ยนแปลงไปด้วย โดยลูกลอยจะเคลื่อนที่ไปจนกระทั่งหยุดอยู่ในตำแหน่งที่คงที่ นั้นหมายถึงแรงดันที่เกิดจากการไหลที่กำลังพยุงลูกลอยให้คงที่อยู่ในขณะนั้นมีความสมดุลกับค่าความหนาแน่นของลูกลอย และตำแหน่งที่ลูกลอยหยุดคงที่อยู่นั้นคือจุดที่ใช้สำหรับอ่านค่าอัตราการไหลของของไหลที่กำลังไหลอยู่ในขณะนั้น สำหรับค่าที่ได้จากการตรวจวัดจะอยู่ในลักษณะของมาตรวัดที่อ่านได้จากสเกล

ในรูปที่ 2.26 จะเป็นลักษณะของโรตاميเตอร์ที่ใช้กันทั่วไปในงานอุตสาหกรรม ส่วนรูปที่ 2.27 แสดงลักษณะการติดตั้งโรตاميเตอร์เข้ากับระบบท่อปิดเพื่อตรวจวัดอัตราการไหล โรตاميเตอร์ลักษณะนี้จะมีสเกลอยู่ 2 ส่วนคือส่วนหนึ่งใช้สำหรับอ่านค่าที่ได้จากการวัดของไหลที่เป็นของเหลว และอีกส่วนใช้สำหรับอ่านค่าจากการวัดของไหลที่เป็นก๊าซ นั้นหมายความว่า โรตاميเตอร์ลักษณะนี้มีคุณสมบัติพิเศษที่สามารถนำไปใช้วัดอัตราการไหลของของไหลที่มีลักษณะแตกต่างกันได้นั้นคือของเหลว และก๊าซ แต่ที่ต้องมีสเกลสำหรับอ่านค่าที่ต่างกัน เนื่องจากโดยปกติแล้วค่าความหนาแน่นของของเหลวจะมีค่าไม่เท่ากับอากาศหรือก๊าซ



รูปที่ 2.26 โรตاميเตอร์รูปแบบต่างๆ



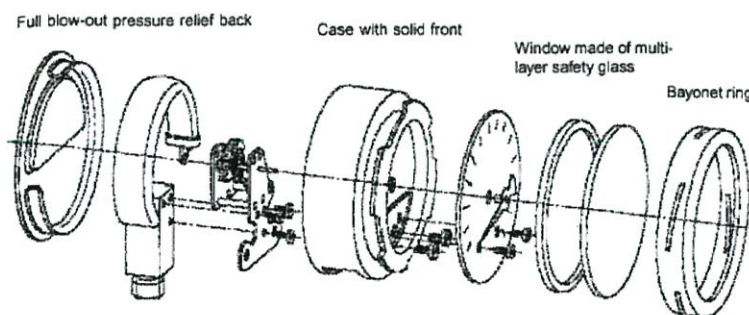
รูปที่ 2.27 การติดตั้งโรตاميเตอร์กับระบบท่อปิด

2.5 เครื่องมือวัดความดัน

2.5.1 เกจวัดความดัน (Pressure Gauge)

เกจวัดความดัน เป็นเครื่องมือวัดทางอุตสาหกรรมพื้นฐานสำหรับ ใช้วัดความดันที่บริเวณต่างๆในกระบวนการผลิต โดยเกจวัดความดันจะถูกติดตั้งอยู่กับกระบวนการผลิตโดยตรงและสามารถอ่านค่าได้จากที่ตัวเกจเท่านั้น ดังนั้นจุดที่จะทำการติดตั้งเกจวัดความดันนี้จึงต้องตรงกับความต้องการของผู้ปฏิบัติงาน เพื่อช่วยในการควบคุมกระบวนการผลิตให้ตรงตามความต้องการ

เกจวัดความดันจะประกอบด้วยส่วนที่ยืดหยุ่นได้และสามารถเสียรูปถาวรได้เมื่อได้รับความดันเกินจุดๆหนึ่ง การยืดหยุ่นนี้จะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ ซึ่งสามารถที่จะถูกส่งต่อไปยังตัวชี้ค่าความดันบนหน้าปัดเพื่อแสดงค่าความดัน โดยส่วนประกอบต่างๆของเกจวัดความดันจะแสดงได้ดังรูปที่ 2.28



รูปที่ 2.28 ส่วนประกอบต่างๆ ของเกจวัดความดัน

2.5.2 ข้อจำกัดในการใช้งานเกจวัดความดัน

การเลือกใช้งานเกจวัดความดัน ต้องมีการเลือกใช้ให้เหมาะสมทั้งในการนำไปใช้งานและบริเวณที่จะนำไปติดตั้ง เพื่อลดความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นกับตัวเกจวัดความดัน นอกจากนั้นการเลือกใช้งานที่ไม่เหมาะสมอาจมีผลต่อค่าความดันที่วัดได้ โดยจะมีการพิจารณาข้อกำหนดต่างๆดังนี้

1) คุณสมบัติของไหล

- ความดัน

หากค่าความดันสูงเกินไปจะทำให้วัสดุภายในเกจวัดความดันเสียหายได้ และหากค่าความดันที่ต้องการวัดมีการเปลี่ยนแปลงที่เกินกว่า 10% ของค่าความดันเต็มย่านการวัดของเกจวัดความดันจะทำให้ความแม่นยำในการอ่านค่าความดันลดลง

- อุณหภูมิ

- ความหนืดสูงหรือมีสิ่งเจือปน

- การกัดกร่อนของของไหล

2) ความปลอดภัย

การนำเกจวัดความดันไปใช้ในการวัดความดันของไหลที่มีค่าความดันสูงๆ อาจส่งผลให้มีเหตุการณ์ผิดปกติเกิดขึ้นเช่น เกิดการรั่วไหล, หรือเกจความดันแตกออก ผู้ปฏิบัติงานที่อยู่หน้าเกจจะต้องไม่ได้รับบาดเจ็บจากความดันที่รั่วออกมาจากเกจ ดังนั้นจะต้องมีระยะบายอยู่ด้านหลังเกจ เมื่อนำไปใช้งานกับของไหลที่เป็นอันตราย

3) สภาวะแวดล้อม

สภาพแวดล้อมเช่น การสั่นสะเทือน, อุณหภูมิแวดล้อม เป็นต้น

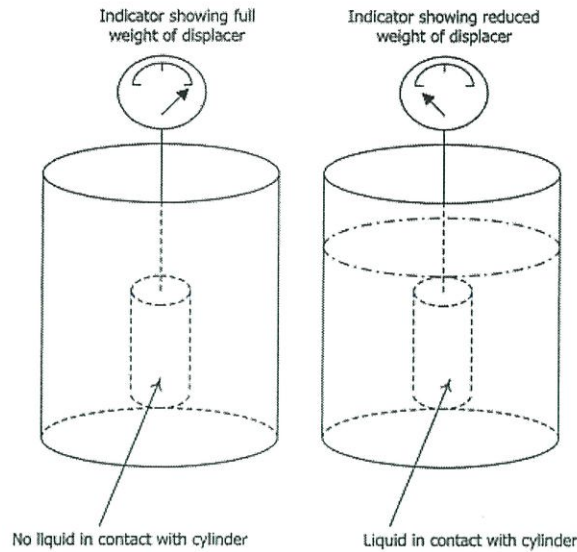
2.6 เครื่องมือวัดระดับ

2.6.1 เครื่องมือวัดระดับแบบความดันแตกต่าง (Differential Pressure Level Transmitter)

เครื่องมือวัดความดันแตกต่างจะมีการใช้งานอย่างกว้างขวางในการวัดระดับของเหลวในถัง โดยจะอ่านค่าได้จากความสูงของเหลวที่ทำการวัด โดยทั่วไปด้านความดันสูงของเครื่องมือวัดจะถูกต่ออยู่กับจุดต่อด้านต่ำสุดของถัง ส่วนด้านความดันต่ำจะต่อกับด้านสูงสุดของถัง โดยด้านความดันต่ำจะถูกใช้เป็นจุดอ้างอิง และแปลงสัญญาณที่วัดได้ไปเป็นสัญญาณไฟฟ้ามาตรฐาน 4-20 mA เพื่อส่งไปยังห้องควบคุม

2.6.2 ดิสเพลสเซอร์ (Displacer)

เป็นเครื่องมือวัดที่ต้องมีการสัมผัสกับของเหลวที่ต้องการวัดอยู่ตลอดเวลา และถูกสร้างให้มีน้ำหนักมาก ดังนั้นดิสเพลสเซอร์จึงจะจมอยู่ในระดับของเหลวที่เพิ่มขึ้น ตัวดิสเพลสเซอร์ จะเป็นแท่งรูปทรงกระบอกที่ถูกแขวนอยู่ในของเหลว น้ำหนักของแท่งทรงกระบอกนี้จะเปลี่ยนไปตามส่วนที่จมอยู่ในของเหลว ถ้าระดับของของเหลวต่ำกว่าแท่งกระบอกนี้จะทำให้แท่งกระบอกนี้มีน้ำหนักมากที่สุด เนื่องจากไม่มีแรงพยุงตัว ดังหลักการการทำงานที่แสดงในรูปที่ 2.29



รูปที่ 2.29 การทำงานของดิสเพลสเซอร์

2.6.3 เกจวัดระดับ (Level Gauge)

เครื่องมือวัดระดับประเภทนี้จะสามารถอ่านค่าระดับของของเหลวได้ที่ตัวเครื่องมือวัดเท่านั้น ซึ่งสามารถแบ่งประเภทได้ดังนี้

2.6.3.1 แบบแม่เหล็ก (Magnetic)

เกจวัดระดับแบบแม่เหล็กจะมีลักษณะ เป็นท่อโลหะที่มีลูกลอยแม่เหล็กเคลื่อนที่ อยู่ภายใน โดยจะมีการเชื่อมโยงทางแม่เหล็กกับสเกลแสดงผลด้านนอกท่อ เกจวัดระดับแบบนี้ควรจะ มีการพิจารณาเลือกใช้ในการวัดระดับของเหลวที่ ติดไฟได้, มีการกัดกร่อน, เป็นพิษ, ความดันสูง, อุณหภูมิสูง และต้องการระยะมองเห็นที่ยาว แต่ไม่ควรใช้กับของเหลวที่สกปรกหรือมีสิ่งเจือปนต่างๆ เนื่องจากสิ่งเจือปนเหล่านี้ อาจทำให้ลูกลอยแม่เหล็กติดขัด เป็นผลทำให้อ่านค่าระดับไม่ถูกต้อง

2.6.3.2 แบบสะท้อนแสง (Reflex)

เกจวัดระดับแบบนี้จะใช้แก้วปริซึม ซึ่งใช้ในการสะท้อนแสงจากของไหลหรือจาก พื้นหลังของตัวเกจ เหมาะสำหรับของเหลวที่สะอาด, ใส และไม่กัดกร่อน

2.6.3.3 แบบโปร่งแสง (Transparent)

เกจวัดระดับแบบนี้จะประกอบด้วยแผ่นกระจก 2 ชั้นอยู่ตรงข้ามกันบนท่อ โดยจะ ให้ของไหลผ่านระหว่างกลาง เกจวัดระดับแบบโปร่งแสง ควรจะใช้กับของเหลวที่เป็นกรด, มีการกัด กร่อนสูง, สกปรกหรือมีสีทึบ, ใอน้ำความดันสูง, ของเหลวที่เชื่อมต่อกัน หรือใช้ในบริเวณที่ต้องการแสง

สว่างทางด้านหลัง และควรจะมีการเลือกใช้แบบ ฟิล์มบางป้องกันภายในตัวเกจถ้าของเหลวสามารถสร้างความเสียหายให้กระจกได้เช่น ไอน้ำที่มีความดันมากกว่า 600 psig, Amines และ Caustic

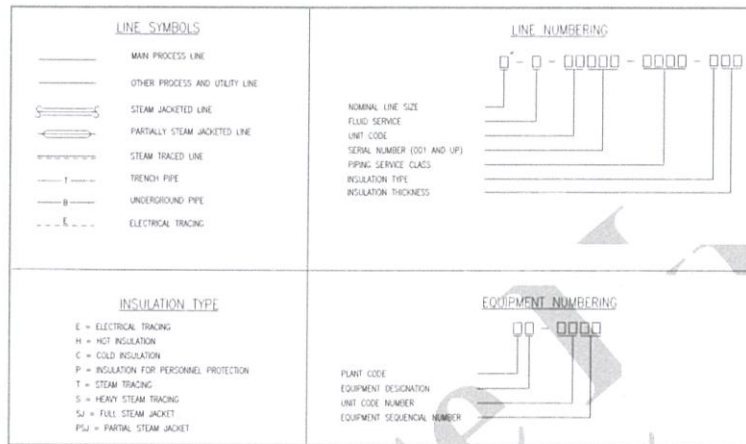
2.6.3.4 แบบท่อแก้ว (Tubular)

เป็นเกจวัดระดับชนิดที่ ทำด้วยหลอดแก้วที่ไม่มีอุปกรณ์ป้องกันใด ดังนั้นในการนำไปใช้งานควรที่จะต้องได้รับการยินยอมจากผู้ใช้งาน

3.2 การตรวจสอบพีแอนด์ไอไดอะแกรม

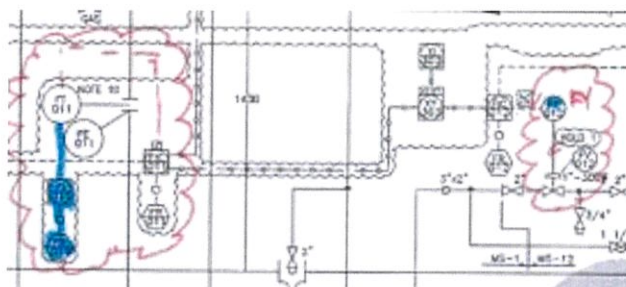
การดำเนินงานต่างๆ ในส่วนของวิศวกรเครื่องมือวัดในโครงการนี้ จะเริ่มขึ้นเมื่อได้รับพีแอนด์ไอไดอะแกรมชุดที่จัดทำขึ้นเพื่อให้แนะนำจุดที่ควรแก้ไข (Revision C1 P&ID) จากแผนกวิศวกรรมกระบวนการ ของบริษัท ฟอสเตอร์ วิลเลอร์ (ประเทศไทย) จำกัด

เมื่อได้รับพีแอนด์ไอไดอะแกรมชุดที่จัดทำขึ้นเพื่อให้แนะนำจุดที่ควรแก้ไขมาแล้วสิ่งแรกที่ต้องดำเนินการคือ การศึกษาเอกสารอธิบายรายละเอียดต่างๆ ของพีแอนด์ไอไดอะแกรม (P&ID Legend Sheet) ซึ่งจะอธิบายความหมายของสัญลักษณ์ต่างๆ ความหมายของอักษรย่อ และรายละเอียดอื่นๆ ที่จำเป็นต้องทราบในการอ่านพีแอนด์ไอไดอะแกรมฉบับนี้ ซึ่งตัวอย่างของเอกสารอธิบายรายละเอียดต่างๆ ของพีแอนด์ไอไดอะแกรม จะแสดงไว้ในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แสดงบางส่วนของเอกสารอธิบายรายละเอียดต่างๆ ของพีแอนด์ไอไดอะแกรม

เมื่อทำการศึกษาเอกสารอธิบายรายละเอียดต่างๆ ของพีแอนด์ไอไดอะแกรมเรียบร้อยแล้ว ก็ จะดำเนินการตรวจสอบพีแอนด์ไอไดอะแกรมในขั้นตอนต่อไป เพื่อตรวจสอบข้อผิดพลาดบน พีแอนด์ไอไดอะแกรมชุดนี้เช่น การระบุชนิดของอุปกรณ์ผิด หรือการใส่สัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง เป็นต้น จากนั้นจึง มีการแนะนำให้แก้ไขจุดที่ผิด โดยการเขียนระบุจุดที่ผิดลงบนพีแอนด์ไอไดอะแกรม และเพื่อจัดทำฐานข้อมูลอุปกรณ์การวัดและควบคุม ซึ่งตัวอย่างของพีแอนด์ไอไดอะแกรมที่ถูกเขียนระบุให้แก้ไขจะเป็นไปตามรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 ตัวอย่างพีแอนด์ไอไดอะแกรมที่ถูกเขียนระบุให้แก้ไข

3.3 การสร้างฐานข้อมูลของอุปกรณ์การวัดและควบคุม

ในการสร้างฐานข้อมูลของอุปกรณ์การวัดและควบคุม จะสามารถทำได้โดยการรวบรวมข้อมูลต่างๆของอุปกรณ์การวัดและควบคุมทุกตัว ที่อยู่ในขอบเขตของโครงการ จากพีแอนด์ไอไดอะแกรม เพื่อใช้ในการจัดทำเอกสารต่างๆ โดยโปรแกรมที่จะถูกนำมาใช้ในการจัดทำฐานข้อมูลในโครงการนี้คือ Microsoft Access ซึ่งมีความสามารถที่จะบริหารจัดการข้อมูลได้อย่างเป็นระบบ สำหรับตัวอย่างของฐานข้อมูลที่จัดทำขึ้นโดยใช้โปรแกรม Microsoft Access จะเป็นไปดังรูปที่ 3.4 และตัวอย่างการดำเนินการบันทึกข้อมูลของอุปกรณ์การวัดและควบคุม จากพีแอนด์ไอไดอะแกรม ลงไปฐานข้อมูลแสดงได้ดังรูปที่ 3.5 และตารางที่ 3.1

Search	PID_Existing	Loop_Name	Seq	Tag_Name	Init_Type	Desc	Init_Tip	Service
81_Opr_KTU_Input	2017-P3-25-17001	D-7492-P17-5A 17-F-001	01	17-FE-001	FE	ORIFICE PLATE	3E-1701A0/B0M/KTU Feed Cooler Inlet	
81_Opr_KTU_Input	2017-P3-25-17001	D-7492-P17-5A 17-F-001	02	17-FT-001	FT	DP FLOW TRANSMITTER	3E-1701A0/B0M/KTU Feed Cooler Inlet	
81_Opr_KTU_Input	2017-P3-25-17001	D-7492-P17-5A 17-F-001	03	17-FI-001	FI	FLOW INDICATOR (SOFT)	3E-1701A0/B0M/KTU Feed Cooler Inlet	
81_Opr_KTU_Input	2017-P3-25-17001	D-7492-P17-5A 17-L-001	01	17-LT-001	LT	GUIDED WAVE LEVEL TRANSMITTER	3D-1702 KTC Coalescer	
81_Opr_KTU_Input	2017-P3-25-17001	D-7492-P17-5A 17-L-001	02	17-LI-001	LI	LEVEL INDICATING CONTROL (SOFT)	3D-1702 KTC Coalescer	
81_Opr_KTU_Input	2017-P3-25-17001	D-7492-P17-5A 17-L-001	03	17-LV-001	LV	IP CONVERTER	3D-1702 KTC Coalescer Boot Drain	
81_Opr_KTU_Input	2017-P3-25-17001	D-7492-P17-5A 17-L-001	04	17-LV-001	LV	CONTROL VALVE	3D-1702 KTC Coalescer Boot Drain	
81_Opr_KTU_Input	2017-P3-25-17001	D-7492-P17-5A 17-L-002	01	17-LI-002	LI	DISPLACEMENT LEVEL TRANSMITTER	3D-1702(N) KTU Coalescer Boot Interface	
81_Opr_KTU_Input	2017-P3-25-17001	D-7492-P17-5A 17-L-002	02	17-LI-002	LI	LEVEL INDICATING CONTROL (SOFT)	3D-1702(N) KTU Coalescer Boot Interface	
81_Opr_KTU_Input	2017-P3-25-17001	D-7492-P17-5A 17-L-002	03	17-LV-002	LV	IP CONVERTER	3D-1702(N) KTU Coalescer Boot Drain	
81_Opr_KTU_Input	2017-P3-25-17001	D-7492-P17-5A 17-L-002	04	17-LV-002	LV	CONTROL VALVE	3D-1702(N) KTU Coalescer Boot Drain	
81_Opr_KTU_Input	2017-P3-25-17001	D-7492-P17-5A 17-LG-303	00	17-LG-303	LG	TRANSPARENT TYPE LEVEL GAUGE	3D-1702 KTC Coalescer	
81_Opr_KTU_Input	2017-P3-25-17001	D-7492-P17-5A 17-LG-315	00	17-LG-315	LG	TRANSPARENT TYPE LEVEL GAUGE	3D-1702(N) KTU Coalescer	
81_Opr_KTU_Input	2017-P3-25-17001	D-7492-P17-5A 17-P-305	01	17-PDI-305	PDI	DIFFERENTIAL PRESSURE TRANSMITTER	3D-1702 KTC Coalescer dP	
81_Opr_KTU_Input	2017-P3-25-17001	D-7492-P17-5A 17-P-318	01	17-PDI-318	PDI	DIFFERENTIAL PRESSURE TRANSMITTER	3D-1702(N) KTU Coalescer dP	
81_Opr_KTU_Input	2017-P3-25-17001	D-7492-P17-5A 17-P-318	02	17-PDI-318	PDI	DIFFERENTIAL PRESSURE INDICATOR (SOFT)	3D-1702(N) KTU Coalescer dP	
81_Opr_KTU_Input	2017-P3-25-17001	D-7492-P17-5A 17-PDI-305	01	17-PDI-305	PDI	DIFFERENTIAL PRESSURE INDICATOR (LOCAL)	3D-1702 KTC Coalescer dP	
81_Opr_KTU_Input	2017-P3-25-17001	D-7492-P17-5A 17-PDI-318	00	17-PDI-318	PI	PRESSURE GAUGE	Kerosene to 3D-1703(N) KTU Electrostatic Coalescer Prewash	
81_Opr_KTU_Input	2017-P3-25-17001	D-7492-P17-5A 17-SC-013	00	17-SC-013	SC	SAMPLE CONNECTION	3E-1701A0/B0M/KTU Feed Cooler Outlet	
81_Opr_KTU_Input	2017-P3-25-17001	D-7492-P17-5A 17-SC-015	00	17-SC-015	SC	SAMPLE CONNECTION	3D-1703A to P17-5C Clausic	
81_Opr_KTU_Input	2017-P3-25-17001	D-7492-P17-5A 17-SC-016	00	17-SC-016	SC	SAMPLE CONNECTION	Kerosene to 3D-1703(N) KTU Electrostatic Coalescer Prewash	
81_Opr_KTU_Input	2017-P3-25-17001	D-7492-P17-5A 17-T-001	01	17-TW-001	TW	THERMOWELL	3E-1701A0/B0M/KTU Feed Cooler Outlet	
81_Opr_KTU_Input	2017-P3-25-17001	D-7492-P17-5A 17-T-001	02	17-TE-001	TE	TEMPERATURE ELEMENT	3E-1701A0/B0M/KTU Feed Cooler Outlet	
81_Opr_KTU_Input	2017-P3-25-17001	D-7492-P17-5A 17-T-001	03	17-TI-001	TI	TEMPERATURE TRANSMITTER	3E-1701A0/B0M/KTU Feed Cooler Outlet	
81_Opr_KTU_Input	2017-P3-25-17001	D-7492-P17-5A 17-T-001	04	17-TI-001	TI	TEMPERATURE INDICATOR (SOFT)	3E-1701A0/B0M/KTU Feed Cooler Outlet	
81_Opr_KTU_Input	2017-P3-25-17001	D-7492-P17-5A 17-T-300	01	17-TW-300	TW	THERMOWELL	3E-1701A0/B0M/KTU Feed Cooler Inlet	

รูปที่ 3.4 ตัวอย่างของฐานข้อมูลที่ใช้โปรแกรม Microsoft Access

สำหรับข้อมูลที่จะถูกบันทึกเข้าไปในฐานข้อมูลจะมาจาก พีแอนด์ไอไดอะแกรมเป็นหลัก โดยข้อมูลที่จะถูกบันทึกลงไปในฐานข้อมูลหลักๆ แล้วจะเป็นดังนี้คือ

1) หน่วยการผลิต (Unit)

ใช้สำหรับแสดงว่า อุปกรณ์การวัดและควบคุม อยู่ในหน่วยการผลิตใดของโครงการนี้

- KTU (Kerosene Treating Unit)
- ISOU (Isomerization Unit)
- TPU&GRU (Topping Unit & Gas Recovery Unit)
- NPU (Naphtha Pretreating Unit)

2) ลำดับหน้าพีแอนด์ไอไดอะแกรม (P&ID No.)

3) เลขลำดับของลูปควบคุม (Loop Name)

4) ลำดับของอุปกรณ์การวัดและควบคุมในลูปควบคุมที่บันทึกในฐานข้อมูล (Sequence)

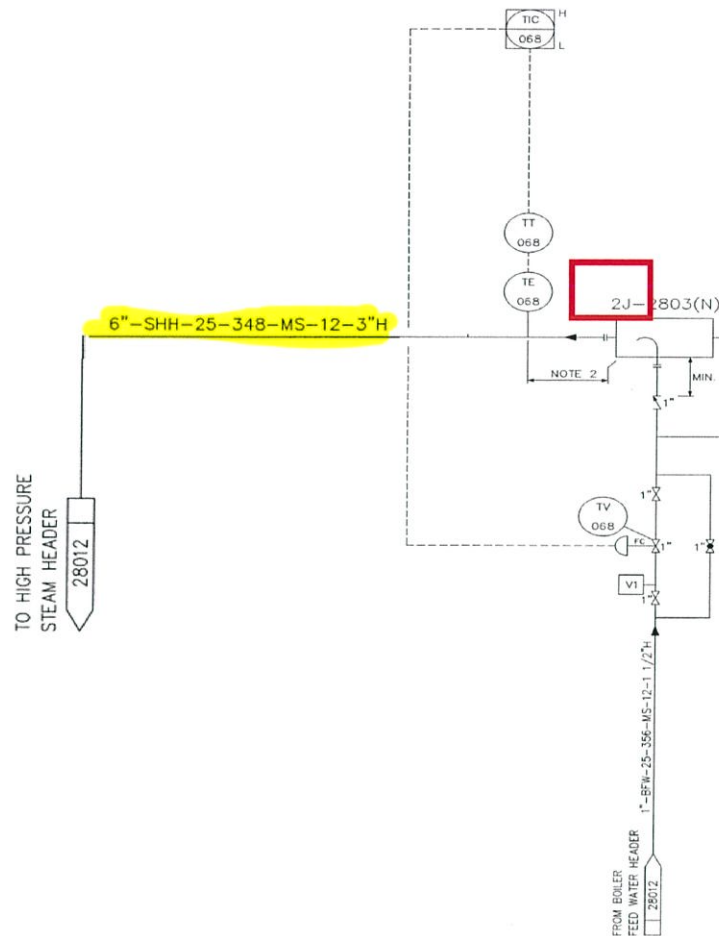
5) เลขระบุตัวอุปกรณ์การวัดและควบคุม (Tag Name)

ใช้สำหรับแสดงว่า อุปกรณ์การวัดและควบคุม ถูกแทนด้วยหมายเลขใดบน P&ID

- 6) ประเภทของอุปกรณ์การวัดและควบคุม (Instrument Type)
- 7) บริเวณที่รองรับอุปกรณ์การวัดและควบคุม (Service)
- 8) หมายเลขของท่อ (Line Number)
ใช้สำหรับแสดงว่าอุปกรณ์การวัดและควบคุมถูกติดตั้งอยู่บนท่อหมายเลขใด
- 9) หมายเลขของอุปกรณ์ (Equipment Number)
ใช้สำหรับแสดงว่าอุปกรณ์การวัดและควบคุมถูกติดตั้งอยู่บนอุปกรณ์ตัวใด
- 10) สัญญาณอินพุตและเอาต์พุตของระบบควบคุม (I/O Signal)
- 11) สถานที่ตั้งของอุปกรณ์การวัดและควบคุม (Instrument Location)
ใช้สำหรับแสดงว่าอุปกรณ์การวัดและควบคุมถูกติดตั้งไว้ที่ Field/DCS/ESD/MMS
- 12) สถานะของอุปกรณ์การวัดและควบคุม (Status)
ใช้สำหรับแสดงว่า Instrument มีสถานะใดในโครงการ
 - EXIST ติดตั้งใช้งานอยู่จริงในปัจจุบัน
 - NEW จะถูกติดตั้งเพิ่มเมื่อมีการก่อสร้างเพื่อขยายการผลิต
 - DEMO จะถูกรื้อออกเมื่อมีการก่อสร้างขยายการผลิต
 - DEL ใช้สำหรับข้อมูลที่ต้องการลบออกจากฐานข้อมูล
- 13) สัญญาณเตือน (Alarm)
ใช้สำหรับแสดงว่าจะมีสัญญาณเตือนเมื่อค่าที่วัดได้จากกระบวนการมีค่าถึงระดับใด
H/HH/LL/L

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงตัวอย่างข้อมูลที่บันทึกในฐานข้อมูลของอุปกรณ์การวัดและควบคุม

Unit	ISOU
P&ID No.	2017-P2-25-28013
Loop Name	28-T-068
Sequence	02
Tag Name	28-TE-068
Instrument Type Description	Temperature Element
Service	2J-2803(N) HP Steam Desuperheater Outlet
Input/Output	-
Line No.	6"-SHH-25-348-MS-12-3"H
Equipment No.	-
Instrument Location	Field
Status	New



รูปที่ 3.5 ตัวอย่างพีแอนดีไอตี

3.4 การจัดทำเอกสารสรุปข้อมูลต่างๆ ของอุปกรณ์การวัดและควบคุม

เอกสารสรุปข้อมูลต่างๆ ของอุปกรณ์การวัดและควบคุมเป็นเอกสารที่แสดงข้อมูลต่างๆ ของอุปกรณ์การวัดและควบคุมซึ่งในการจัดทำเอกสารนี้ก็คือ การนำข้อมูลจากฐานข้อมูลของอุปกรณ์การวัดและควบคุม มาจัดแสดงอยู่ในรูปแบบของเอกสาร และเอกสารสรุปข้อมูลต่างๆ ของอุปกรณ์การวัดและควบคุมจะถูกนำไปใช้ในการทำงานในขั้นตอนต่างๆ เช่น การไปสำรวจหน้างาน

3.5 การจัดทำสรุปจำนวนของ อินพุต/เอาต์พุต ของระบบควบคุม

การนับจำนวนอินพุต/เอาต์พุตของระบบควบคุม จะได้มาจากฐานข้อมูลของอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ได้มีการบันทึกไว้ว่าอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ตัวใดบ้างที่มีสัญญาณ อนุาล็อกอินพุต (Analog Input), อนุาล็อกเอาต์พุต (Analog Output), ดิจิตอลเอาต์พุต (Digital Output) หรือ ดิจิตอลอินพุต (Digital Input) ที่เข้าหรือออกจากระบบควบคุม ซึ่งจะถูกจำแนกไว้ตามชนิดของระบบควบคุมที่รองรับอุปกรณ์การวัดและควบคุมไว้ได้แก่ ระบบ Distributed Control System (DCS), ระบบ Emergency Shutdown System (ESD) และระบบ Motor Monitoring System (MMS)

การนับจำนวนอินพุต/เอาต์พุตของระบบควบคุม จะทำการนับเฉพาะสัญญาณของอุปกรณ์ การวัดและควบคุมที่จะต้องติดตั้งเพิ่มเท่านั้น เพื่อที่จะทำให้ทราบว่าต้องใช้สายสัญญาณเพิ่มทั้งหมดกี่เส้น และช่วยสนับสนุนการทำงานของวิศวกรระบบควบคุมว่า อินพุต/เอาต์พุตโมดูล (I/O Module) ภายในตู้ของระบบควบคุมสามารถรองรับ อินพุต/เอาต์พุตที่จะเพิ่มเข้ามาใหม่ได้ทั้งหมดหรือไม่ ถ้าหากอินพุต/เอาต์พุตโมดูล ไม่สามารถรองรับอินพุต/เอาต์พุตที่เพิ่มเข้ามาได้ทั้งหมดก็จะต้องมีการเพิ่มตู้ระบบควบคุม เข้ามาใหม่เพื่อให้สามารถรองรับอินพุต/เอาต์พุตที่เพิ่มเข้ามาได้

3.6 การสำรวจหน้างาน

การไปสำรวจหน้างานนั้นมีจุดประสงค์หลักเพื่อดำเนินการดังต่อไปนี้คือ ทำการเก็บข้อมูลของสิ่งที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันที่โรงกลั่นโดยจะทำการบันทึกข้อมูลโดยการถ่ายภาพ หรือจดบันทึก เพื่อนำข้อมูลที่ได้นำมาดำเนินการดังต่อไปนี้คือ การตรวจสอบอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ติดตั้งและใช้งานอยู่ในปัจจุบัน, และการกำหนดเส้นทางการเดินสายสัญญาณ (Cable Routing)

3.7 การตรวจสอบอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ติดตั้งและใช้งานอยู่ในปัจจุบัน

การทำการตรวจสอบอุปกรณ์การวัดและควบคุม ที่ติดตั้งและใช้งานอยู่ในปัจจุบัน นั้นจะมีจุดประสงค์เพื่อตรวจสอบว่าอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่เคยติดตั้งอยู่สามารถรองรับกระบวนการใหม่ หลังการขยายการผลิตได้หรือไม่ โดยหลักการคือการเปรียบเทียบข้อมูลเก่ากับข้อมูลใหม่ของอุปกรณ์การวัดและควบคุม โดยที่ข้อมูลใหม่บางส่วนจะต้องมีการคำนวณร่วมด้วยเช่น ค่าสัมประสิทธิ์การไหลของวาล์วควบคุมหลังจากการขยายการผลิตจะถูกคำนวณผ่านโปรแกรมคำนวณหาขนาดของวาล์วที่เหมาะสมกับกระบวนการ โดยใช้รายละเอียดต่างๆ ของวาล์วที่ติดตั้งอยู่มาคำนวณโดยใช้ค่าทางกระบวนการ ใหม่ที่จะใช้หลังจากมีการขยายการผลิต โดยข้อมูลที่จะนำมาใช้มีแหล่งที่มาดังนี้

3.7.1 แหล่งของข้อมูลที่ใช้ในการตรวจสอบอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน

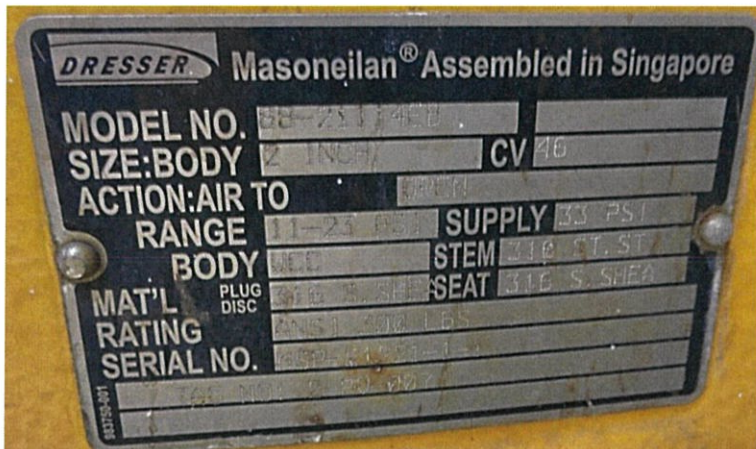
แหล่งของข้อมูลที่ต้องนำมาใช้ใน การตรวจสอบอุปกรณ์การวัดและควบคุม ที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน ว่าจะสามารถรองรับกระบวนการใหม่ได้หรือไม่นั้นจะแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆคือ แหล่งของข้อมูลเก่า และแหล่งของข้อมูลใหม่ ซึ่งจะแสดงรายละเอียดในหัวข้อ 3.7.1.1 และ 3.7.1.2

3.7.1.1 ข้อมูลของอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ติดตั้งใช้งานอยู่ในปัจจุบัน

แหล่งที่มาของข้อมูลอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ติดตั้งใช้งานอยู่ในปัจจุบันจะมีอยู่ 3 แหล่ง ข้อมูล ซึ่งจะมีการเลือกใช้งานเพียงแหล่งข้อมูลใดแหล่งหนึ่งเท่านั้น ถ้าหากมีแหล่งข้อมูลให้ใช้งานได้มากกว่า 1 แหล่ง ให้ทำการเลือกใช้ตามลำดับด้านล่างนี้ เนื่องจากความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลนั้นไม่เท่ากัน ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจหน้างานจะมีความน่าเชื่อถือมากที่สุด เพราะมีการใช้งานอยู่จริง ส่วนข้อมูลจากผู้จำหน่ายอุปกรณ์การวัดและควบคุม และข้อมูลจากแผ่นข้อมูลของ

อุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ติดตั้งใช้งานอยู่ อาจมีการเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์การวัดและควบคุม และไม่ได้ทำการแก้ไขข้อมูลในเอกสารที่จัดเก็บไว้ ซึ่งตัวอย่างของแหล่งข้อมูลทั้ง 3 จะแสดงไว้ดังรูปที่ 3.6, 3.7 และ 3.8

- 1) ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจหน้างาน
- 2) ข้อมูลจากผู้จำหน่ายอุปกรณ์การวัดและควบคุม (Supplier's Document)
- 3) เอกสารบอกรายละเอียดต่างๆ เกี่ยวกับอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ติดตั้งใช้งานอยู่ (Existing Instrument Datasheet)



รูปที่ 3.6 ตัวอย่างข้อมูลของวาล์วที่ได้จากการสำรวจหน้างาน

KOSO

* CONTROL VALVE SPECIFICATION *

CUSTOMER: CHIYODA CORPORATION	P/O NO.: RCRJSA0054
PLANT: PNEUMATIC DIAPHRAGM (5100L)	SERIAL: 32Y154
PRODUCT: TOP GUIDED GLOBE VALVE (500T)	Q'TY: 1
C O D E: CT50-022412211X12118-5133L1X141	

* BODY SPECIFICATION *

SIZE: 2" X 1-1/2"	BODY TRIM: A216-WCB/SUS316
RATING: ANSI 500# (INCH-100# EDITION)	TRIM T.: NON
CONN.: RF (SMOOTH)	GUIDE: SUS304/HEAT TREATMENT
TEMP. CHART.: UNBALANCE	SEAT: SUS316
CHARACT.: P PORT LINEAR	SEAT T.: NON
BONNET: ST'D (DUST/SAND PROOF)	PACKING: GLAND /GASKET /BALANCE
OPTION: NON	SEAT T.: NON
NO. POS.: S (STANDARD)	P4513-4513L/T0090 /NON
ACTION: AIR TO CLOSE /AIR FAILURE OPEN	

* ACTUATOR SPECIFICATION *

MODEL: PNEUMATIC DIAPHRAGM (5100L)	AIR SET: PEP304
SIZE: # 330	VS.: PPA701-L4 (0.2-1.0BarG)
ACTION: S. RTN/DA (AIR TO STEM DOWN)	
RE. ACT.: 2.2 (0.8-1.4) BAR G	
MANU. OPE.: NON	
STROKE: 20 mm	
OPTION: NON	

* FLUID SPECIFICATION *

FLUID: NAPHTHA (L)	AMBIENT TEMP.: 40°C
UNIT: M/N	
FLOW RATE: 5,110.00	
P1: 11.50	
ΔP: 1.15	
SHUT OFF: 0	
TEMP: 45.00	
DENSITY: 542.000	
VALVE: CAL.	
CV VALUE: 7.51	

* OPTION *

B7. ACCEPTABLE LEAKAGE (AND CLASS 'V')

B3. NPT CONN. (BY ADAPTOR)

P1. MATERIAL CERT.

B6. ACTIVATOR BOLTS/NUTS S.S.

L2. A-SERIES MOUNTING BOLTS/NUTS SS

S2. DESIGNATED PAINTING/ACT. (RED)

TAG. NO.: 202-FV-007

GLOBE-VALVE 500T DIRECT ACTION

* DIMENSIONS *

VALVE SIZE	FACE TO FACE (L)						REARWARD BONNET			WITH PARALLEL HANDLE				ACTION SIZE
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	B1	B2	B3	L1	L2	L3	L4	
91 (1/2")	184	194	206	206	206	206	67	127	150	180	220	117	140	160
91 (3/4")	184	194	206	206	206	206	67	127	150	180	220	117	140	160
91 (1")	184	194	206	206	206	206	67	127	150	180	220	117	140	160
91 (1 1/4")	212	233	231	251	244	251	65	119	140	170	200	110	130	150
91 (1 1/2")	234	247	286	286	281	286	59	106	127	150	180	100	120	140
91 (2")	290	317	317	337	337	340	59	106	127	150	180	100	120	140
91 (2 1/2")	352	368	368	384	384	383	53	103	127	150	180	100	120	140

NOTE: Flange is following to a standard which is described on specification sheet.

DRAWING NO. E CT50 5100L D

REV. B

KOSO

รูปที่ 3.7 ตัวอย่างข้อมูลจากผู้จำหน่ายวาล์วควบคุม

CONTROL VALVES		PROJECT SPECIFICATION								
		560001 - 616 - 0 SHEET 9								
		REV	DATE	BY	APPD	REV	DATE	BY	APPD	
		0	7/2/91	CVZ						
ITEM NUMBER	25	26	27							
QUANTITY	1	1	1							
IDENTIFYING SYMBOL	2- PV-007	FV-012	LV-006							
SERVICE	High Pressure Steam to Stabilizer Reboiler	Steam Condensate from Stabilizer Reboiler	Stabilizer Reflux							
NORMAL FLOW Cv	17.6	5.1	19							
APPROXIMATE VALVE Cv	46	12	46							
BODY SIZE, ANSI CLASS, FACING CONNECTIONS	2" 300 RF	1" 300 RF	2" 300 RF							
PORT SIZE AND TYPE	Cv=46 Single	Cv=12 Single	Cv=46 Single							
BODY MATERIAL - CARBON STEEL TRIM TYPE	X	X	X							
CHARACTERISTIC	Linear	Linear	Linear							
ON MINIMUM SIGNAL TO ACTUATOR - VALVE TO	Close	Close	Open							
ACTUATOR TYPE	DP	DP	DP							
POSITIONER			X							
ACCESSORY TYPE	CF									
OPERATING CONDITIONS	LIQUID AT FLOW TEMP	m ³ /h	NORMAL FLOW	[4035]	3.91 + [444] ‡‡	29.7				
	GAS (std m ³ /h)		MAXIMUM FLOW							
	STEAM (kg/h)									
	FLOWING TEMPERATURE, °C			315	182 inlet; 127 outlet	40				
	GAS MOLECULAR WEIGHT			Superheated Steam	Saturated Steam					
	LIQUID AT FLOWING TEMPERATURE SPECIFIC GRAVITY				0.938 outlet	0.536				
	UPSTREAM GAUGE PRESSURE			18.91	9.50	14.85				
DOWNSTREAM GAUGE PRESSURE			9.66	1.44	13.11					
DIFFERENTIAL PRESSURE			9.25	8.06	1.74					
FLUID PROPERTIES AT FLOWING TEMP	LIQUID CRITICAL PRESSURE	bar				38.2				
	LIQUID VAPOR PRESSURE	ABSOLUTE				11.69				
	LIQUID VISCOSITY, cP					0.15				
GAS Z										
GAS Cp/Cv										
REMARKS					‡‡ Flushing service. Outlet flow rates are shown. Inlet flow rate is 4.55 m ³ /h of liquid at 182 °C.					
ACTUATOR TYPE	DP = DIAPHRAGM DD = DOUBLE DIAPHRAGM DV = DIFF. PRESS. VALVE HO = HAND OPERATOR XX =		CF = COOLING FINS / EXTENSION BONNET HS = HANDWHEEL - SIDE MOUNTED HT = HANDWHEEL - TOP MOUNTED RV = RELIEF VALVE (DD ACTUATOR) SP = SEAL POT.		ACCESSORY TYPE FL = FLUSHING CONNECTION FR = AIR FILTER REGULATOR (SHUTDOWN VALVE) YY = ZZ =		X = FURNISH			
SUPPLIER (OR EQUAL)					TYPICAL INSTALLATION:					
							6-145-0	6-121-0	6-150-0	

รูปที่ 3.8 ตัวอย่างเอกสารบอกรายละเอียดต่างๆ ของวาล์วควบคุมที่ติดตั้งใช้งานอยู่

3.7.1.2 ข้อมูลใหม่หลังจกามีการขยายการผลิต

ข้อมูลใหม่ที่เป็นข้อมูลต่างๆ ในกระบวนการที่จะเกิดขึ้น หลังจากการดำเนินการขยายการผลิต จะสามารถหาได้จากเอกสารแสดงรายละเอียดต่างๆ ของอุปกรณ์การวัดและควบคุม ในกระบวนการใหม่ (New Instrument Datasheet) ซึ่งจะได้มาจากเจ้าของลิขสิทธิ์ (Licensor's) ของกระบวนการผลิตที่ทางโรงงานใช้งานอยู่ เป็นส่วนใหญ่ ข้อมูลบางส่วนที่ไม่ได้ระบุไว้ในเอกสารแสดงรายละเอียดต่างๆ ของอุปกรณ์การวัดและควบคุม ในกระบวนการใหม่สามารถหาได้จากพีแอนด์ไอดี

3.7.2 ตัวอย่างการตรวจสอบอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ติดตั้งและใช้งานอยู่ในปัจจุบัน

3.7.2.1 วาล์วควบคุม

การที่จะตรวจสอบว่าวาล์วควบคุม ที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันสามารถนำไปใช้งานในกระบวนการใหม่หลังจากมีการขยายการผลิตได้หรือไม่ จะสามารถพิจารณาได้โดยการนำข้อมูลเก่ามาเทียบกับข้อมูลใหม่หลังจากมีการขยายการผลิต โดยข้อมูลหลักที่จะต้องพิจารณาได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์การไหลของวาล์วควบคุม ซึ่งจะต้องไม่มากกว่าค่าค่าสัมประสิทธิ์ของวาล์วควบคุมที่ติดตั้งใช้งานอยู่ในปัจจุบัน, เปอร์เซนต์การเปิดของวาล์ว (%Opening) เมื่อใช้งานอยู่ในกระบวนการใหม่จะต้องอยู่ในช่วง 10 - 90% ซึ่งช่วง เปอร์เซนต์การเปิดของวาล์วนี้จะถูกอ้างอิงมาจากข้อกำหนดของโครงการ (Project Specification) และทำการตรวจสอบการกระทำของวาล์วเมื่อเกิดการล้มเหลว (Fail Action) ว่ามีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมหรือไม่ในกระบวนการใหม่ ส่วนข้อมูลอื่น ๆ ที่จะต้องพิจารณา เช่น ระดับความดันของเสียงรบกวน (Noise) จะต้องน้อยกว่า 85 dBA หรือสภาพการไหล เป็นต้น แต่ทั้งนี้ตัวแปรที่สำคัญที่สุดคือ ค่าสัมประสิทธิ์การไหลของวาล์วควบคุม ซึ่งในโครงการนี้จะใช้โปรแกรมเฉพาะในการหาขนาดของวาล์ว ที่เหมาะสมกับกระบวนการ การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การไหลของวาล์วควบคุมเพื่อนำไปใช้ในการทำการตรวจสอบอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ติดตั้งและใช้งานอยู่ในปัจจุบันซึ่งมีขั้นตอนในการทำดังนี้

3.7.2.1.1 ตรวจสอบข้อมูลที่ต้องใช้ในการตรวจสอบของวาล์วที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

ในตัวอย่างนี้จะใช้ข้อมูลจากแผ่นป้ายของวาล์วควบคุมซึ่งได้มาจากการไปสำรวจที่หน้างาน โดยข้อมูลที่จะนำมาใช้งานถูกแสดงไว้ดังรูปที่ 3.6 และสามารถสรุปข้อมูลที่จะนำมาใช้งานได้ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 สรุปข้อมูลที่ได้จากแผ่นป้ายของวาล์วควบคุม

Tag No.	28-PV-007
Manufacturer	Masoneilan
Model	88-21114EB
Valve Size	2"
Cv	46
Fail Action	Fail Close (Air to Open)
Rating	ANSI 300 LBS

3.7.2.1.2 ตรวจสอบข้อมูลที่ต้องใช้ในการตรวจสอบของวาล์วในกระบวนการใหม่

ข้อมูลต่างๆ ของวาล์วในกระบวนการใหม่ จะได้จากเอกสารแสดงรายละเอียดต่างๆ ของวาล์วควบคุมในกระบวนการใหม่ ดังแสดงในรูปที่ 3.9 ซึ่งจะพบว่าข้อมูลต่างๆ ที่ระบุในรูปที่ 3.9 นั้นเพียงพอต่อการนำมาใช้เพื่อ การตรวจสอบวาล์วควบคุมที่ติดตั้งและใช้งานอยู่ในปัจจุบัน และสามารถสรุปข้อมูลที่จะนำมาใช้งานได้ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ข้อมูลที่ได้จากเอกสารแสดงรายละเอียดต่างๆ ของวาล์วควบคุมในกระบวนการใหม่

Sizing Case	Maximum
Steam Flow	7.102 t/h
Temperature	212 °C
Vapor Molecular Weight	18.02
Inlet Pressure	18.96 bar(g)
Outlet Pressure	18.82 bar(g)
Compressibility, Z	0.888
Specific Heat Ratio, Cp/Cv	1.311
Fail Action	Fail Close

3.7.2.1.3 คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การไหลของวาล์วควบคุม

การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การไหลของวาล์วควบคุม สามารถทำได้ โดยการจำลองนำวาล์วตัวเก่าไปติดตั้งใช้งานในกระบวนการใหม่ โดยจะใช้ข้อมูลของวาล์วจากตารางที่ 3.2 มาคำนวณโดยใช้ค่าทางกระบวนการต่างๆ จากตารางที่ 3.3 โดยใช้โปรแกรมเฉพาะสำหรับการหาขนาดของวาล์วที่เหมาะสมกับกระบวนการ ดังรูปที่ 3.10 และข้อมูลที่ได้จากโปรแกรมเฉพาะสำหรับการหาขนาดของวาล์วที่เหมาะสมกับกระบวนการ สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3.4

3.7.2.1.4 ทำการเปรียบเทียบข้อมูลของวาล์วควบคุม

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการเปรียบเทียบข้อมูลของ วาล์วควบคุมที่ติดตั้งใช้งานอยู่ในปัจจุบันกับข้อมูลของวาล์วที่จะต้องใช้งานในกระบวนการใหม่ เพื่อสรุปผลของการตรวจสอบว่า วาล์วควบคุมตัวนี้สามารถที่จะนำไปใช้งานในกระบวนการใหม่ได้หรือไม่ เมื่อนำข้อมูลจากตารางที่ 3.2 และตารางที่ 3.4 มาเปรียบเทียบกันจะพบว่า ไม่มีการแจ้งเตือนถึงสถานะผิดปกติใดๆ ในโปรแกรมการหาขนาดของวาล์วที่เหมาะสมกับกระบวนการ และการกระทำของวาล์วเมื่อเกิดการล้มเหลวยังคงเดิม แต่ค่าสัมประสิทธิ์การไหลของวาล์วควบคุมของวาล์วในกระบวนการใหม่มีค่า 239.9 ซึ่งมากกว่าค่าสัมประสิทธิ์การไหลของวาล์วควบคุม ตัวที่ติดตั้งใช้งานอยู่ในปัจจุบันที่มีค่า 46 และเปอร์เซ็นต์การ

เปิดของวาล์วมีค่า 100 % ซึ่งไม่อยู่ในช่วง 10-90% ดังนั้นจะต้องมีการซื้อวาล์วควบคุมตัวใหม่มา แทนที่วาล์วควบคุมที่ติดตั้งใช้งานอยู่ในปัจจุบัน

Process Data

Application: Flow Control, Fluid Name: Steam, Fluid Type: Gas, PED Fluid Group: 1

Calc: Cv, Calculation

	Min	Norm	Max	Other
Reqd Shutoff Pressure	0			
Design Pressure	18.96			
Max Design Temp	212			
Min Design Temp				
flow rate			7.102	t/h
inlet pressure			18.96	bar g
outlet pressure			18.82	bar g
pressure drop	6.35	2.85	0.14	bar
temperature			212	deg C
Z			0.888	
MW			18.02	MW
k			1.311	

Existing Control Valve Specification

flowing condition			
required Cv		239.9	
oversize req Cv		239.9	Cv x 1
sound level, IEC	< 70		dB(A (+5/-5))
% travel	100		
% Cv	521.5		
FL	0.9		
sonic diameter	0.8705		in
Mach #	0.1809		Mach # Valve Outlet
full open flow rate		1.362	t/h
Xt		0.6804	
[Max] Cv Check Violation Warning: Calculated Cv > Rated Cv Recom...			

Calculation Result

รูปที่ 3.10 ตัวอย่างคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การไหลของวาล์วควบคุม

ตารางที่ 3.4 สรุปข้อมูลที่ได้จากการใช้โปรแกรมคำนวณหาขนาดของวาล์ว

Sizing Case	Maximum
Required Cv	239.9
%Opening / Travel	100%
Noise	<70 dBA
Other Software Notification (เช่น cavitation, ความเร็วของของไหลเกินพิกัด)	no
Fail Action	Fail Close

3.7.2.2 เกจวัด (Gauge)

การตรวจสอบว่าเกจวัดแต่ละประเภทที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันเช่น เกจวัดอุณหภูมิ, เกจวัดความดัน หรือ เกจวัดระดับ สามารถนำไปใช้ในกระบวนการใหม่หลังจากมีการขยายการผลิตได้เหมาะสมหรือไม่ จะมีวิธีการเดียวกับคือ ตรวจสอบค่าทางกระบวนการใหม่เทียบกับย่านการวัด (Range) ที่แสดงอยู่บนหน้าปัดของเกจวัดซึ่งมีวิธีการดังต่อไปนี้

3.7.2.2.1 ตรวจสอบย่านการวัด (Range) ที่หน้าปัดของเกจวัด

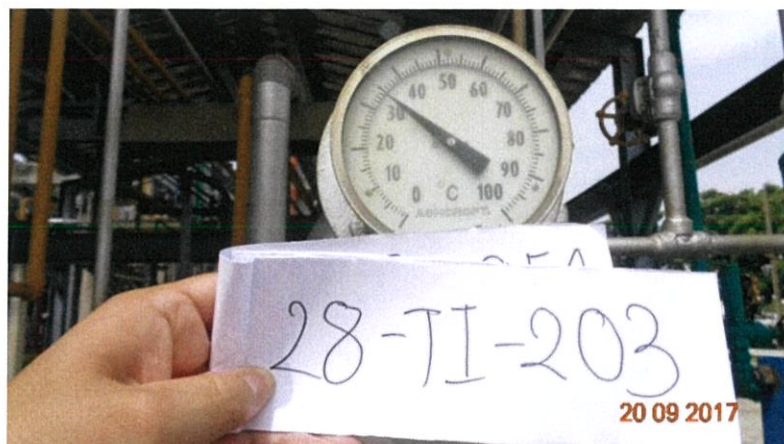
จากรูปที่ 3.11 จะพบว่าเกจวัดชนิดนี้เป็นเกจวัดอุณหภูมิ ที่มีย่านการวัด (Range) อุณหภูมิอยู่ที่ 0-100 °C

3.7.2.2.2 ตรวจสอบค่าทางกระบวนการใหม่

ค่าทางกระบวนการใหม่สามารถที่จะตรวจสอบได้จาก เอกสารแสดงรายละเอียดต่างๆ ของเกจวัดอุณหภูมิในกระบวนการใหม่ดังรูปที่ 3.12 จะพบว่าค่าอุณหภูมิของกระบวนการมีค่า 98 °C ซึ่งมีค่าใกล้กับค่าสูงสุดของย่านการวัดของเกจวัดอุณหภูมิตัวนี้มาก และในรูปที่ 3.12 จะพบว่าเจ้าของลิขสิทธิ์ได้กำหนดย่านการวัดที่เหมาะสมของเกจวัดอุณหภูมิเป็น 0 – 200 °C

3.7.2.2.3 ทำการเปรียบเทียบข้อมูล

ในขั้นตอนนี้จะทำการเปรียบเทียบข้อมูลแก่งานการวัดที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันกับค่าอุณหภูมิของกระบวนการใหม่ เมื่อทำการเปรียบเทียบจะพบว่าย่านการวัดของเกจวัดอุณหภูมิ ที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันมากกว่าค่าอุณหภูมิของกระบวนการใหม่ในกระบวนการใหม่เพียง 2 °C และหลักในการเลือกใช้เกจวัดต่างๆ ควรจะให้เข็มชี้ที่บริเวณกึ่งกลางของเกจวัด เพื่อให้สะดวกต่อการตรวจสอบค่าทางกระบวนการว่ามีอะไรผิดปกติหรือไม่ที่หน้างานโดย โอเปอเรเตอร์ (Operator) ของโรงงาน ดังนั้นจึงควรที่จะเปลี่ยนเกจวัดอุณหภูมิ ตัวนี้ใหม่เป็นตัวที่มีย่านการวัดเป็น 0 – 200 °C ตามที่เจ้าของลิขสิทธิ์ได้ระบุไว้ในรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.11 ตัวอย่างเกจวัดอุณหภูมิ

THERMOMETERS AND WELLS		PROJECT SPECIFICATION								
		9015420 - 608				SHEET 1				
		REV	DATE	BY	APVD	REV	DATE	BY	APVD	
		0	6JUL17	RRT	SD					
Item Number: 1		Data Page: 1 of 1								
THERMOWELL	Connection Type: Flanged				Type: Bi-metallic					
	Flange Facing: Raised Face Flange Face Finish:				Dial Diameter:					
THERMOMETER	Flange Material: 316 stainless steel				Dial Color:					
	Well Material: 316 stainless steel				Scale Length:					
INSTALLATION	Manufacturer: Ashcroft (or equal)				Case Style:					
	Drawing:				Scaling Design: Hermetic					
Installation:				Case Material: Stainless steel						
				Stem Material: Stainless steel						
				Stem Diameter:						
				Window Material:						
				Manufacturer: Ashcroft (or equal)						
REMARKS										
DISTRIBUTION	Tag Number	Service	Quantity		Process Temperature	Scale Range	Stem Length	Connection		Comments
			Well	Thermometer				Size	Flange Class	
	28-TI-202	Makeup Gas Compressor A Suction	1	1	98 °C	0 to 200 °C	300 mm	1"	600	Note 1
	28-TI-203	Makeup Gas Compressor B Suction	1	1	98 °C	0 to 200 °C	300 mm	1"	600	Note 1

รูปที่ 3.12 เอกสารแสดงรายละเอียดต่างๆ ของเกจวัดอุณหภูมิในกระบวนการใหม่

3.8 การจัดทำสรุปรายการวัสดุและอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ต้องจัดซื้อ

สรุปรายการวัสดุและอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ต้องทำการจัดซื้อที่จัดทำขึ้น จะถูกนำไปใช้ในการประเมินงบประมาณที่ต้องใช้ในการจัดซื้อวัสดุและอุปกรณ์การวัดและควบคุม ที่ต้องใช้ในการก่อสร้างเพื่อขยายการผลิตของโรงกลั่น และใช้ในการประเมินระยะเวลาของโครงการ วิธีการจัดทำสรุปรายการวัสดุและอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ต้องทำการจัดซื้อนี้สามารถทำได้โดยการนับจำนวนวัสดุและอุปกรณ์การวัดและควบคุมใหม่ที่จะต้องมีการติดตั้งเพิ่มจากพีแอนด์ไอดี ซึ่งได้มีการบันทึกไว้ในฐานข้อมูลของอุปกรณ์การวัดและควบคุมแล้วโดยจะทำการนับ เฉพาะอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่มีสถานะเป็น New ในฐานข้อมูลของอุปกรณ์การวัดและควบคุม และจำนวนจะรวมอุปกรณ์การวัด

และควบคุมที่ต้องทำการจัดซื้อ จะรวมไปถึงอุปกรณ์การวัดและควบคุม ที่จำเป็นต้องจัดซื้อใหม่เพื่อแทนที่อุปกรณ์การวัดและควบคุม ตัวที่ใช้งานในปัจจุบันซึ่งไม่สามารถรองรับกระบวนการใหม่ได้

ในการจัดทำสรุปรายการวัสดุและอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ต้องทำการจัดซื้อ จะเริ่มจากการตรวจสอบรายละเอียดต่างๆ ของอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ต้องการจัดซื้อ ที่จำเป็นต่อการเลือกซื้อของอุปกรณ์การวัดและควบคุมแต่ละประเภท จากเอกสารแสดงรายละเอียดต่างๆ ของอุปกรณ์การวัดและควบคุมในกระบวนการใหม่เช่น รายละเอียดของวัสดุที่ใช้ในการผลิต, ลักษณะการเชื่อมต่อ (Connection Type) หรือขนาดของอุปกรณ์การวัดและควบคุม เป็นต้น ซึ่งจะต้องทำการตรวจสอบว่า อุปกรณ์การวัดและควบคุมที่จะทำการเลือกซื้อมาใช้งานนี้ สอดคล้องกันกับข้อกำหนดของโครงการหรือไม่ หากไม่สอดคล้องกันให้ทำการปรับแก้ โดยใช้ข้อกำหนดของโครงการเป็นข้อกำหนดขั้นต่ำของการเลือกใช้งาน หากอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่จะทำการเลือกซื้อมาใช้งาน ผ่านข้อกำหนดขั้นต่ำนี้ จะสามารถจัดซื้อได้ แต่หากไม่ผ่านจะต้องทำการปรับแก้ให้ผ่านข้อกำหนดขั้นต่ำก่อนจึงสามารถจัดซื้อได้ จากนั้นจึงทำสรุปรายการวัสดุและอุปกรณ์ที่ต้องทำการจัดซื้อ เพื่อนำไปใช้ในการประเมินราคาและระยะเวลาของโครงการ สำหรับตัวอย่างของข้อกำหนดของโครงการจะแสดงไว้ดังรูปที่ 3.13 และตัวอย่างสรุปรายการวัสดุและอุปกรณ์ที่ต้องทำการจัดซื้อจะถูกแสดงไว้ดังรูปที่ 3.14

4.5 Thermowells

- 4.5.1 Thermowell shall be constructed according to API RP 551 Figure 26 and shall be in accordance with the Engineering Standard 24105-50A10, Piping Material Specification and Paragraph 9, Instrument connection to piping and vessel of this standard.
- 4.5.2 Thermowell shall generally be flange DN 40 (1½"). Flanged rating shall be per vessel or piping rating.
- 4.5.3 Thermowells shall be machined from solid bar stock and have flange connection not screwed.
- 4.5.4 Thermowells shall be installed in a minimum DN 100 (4") pipe. Pipe sizes DN 80 (3") and below shall be swaged up locally to 4" to accommodate the thermowell. Where a connection is on a stream axis, in a bend or tee, DN 80 (3") minimum line size is acceptable.
- 4.5.5 Thermowells shall be 316 Stainless Steel bar stock, unless process conditions require a higher grade of material.
- 4.5.6 Thermowell tag number shall be clearly stamped on the body (hex or wrench flat) or flange.
- 4.5.7 Calculations shall be tabulated by the thermowell Supplier to show that all thermowells are suitable for stress due to maximum stream velocity conditions (Vortex shedding effect). Thermowell wake frequency calculation shall be carried out in accordance with ASME PTC 19.3.
- 4.5.8 Thermowell connections to the process as well as recommended insertion length shall be in accordance Paragraph 9, Instrument connection to piping and vessel of this standard.

รูปที่ 3.13 ตัวอย่างข้อกำหนดของโครงการเกี่ยวกับเทอร์โมเวลล์

Cost Code	Description	Unit Summary	TOTAL QTY	SUM OF Qty	Estimate Basis Inhouse or quote item	MATERIAL COST		SUBCONTRACT COSTS				
						UNIT COST	TOTAL COST	MANHOUR		TOTAL		
						US\$	US\$	Unit	Total	Unit	Total	
	Temperature											
1611	Temperature Transmitter	Nr	16		Inhouse							
1611	Temperature Transmitter (FieldBus w/Diagnostics)	Nr										
1611	Temperature Transmitter (H/W w/Diagnostics)	Nr										
1611	Temperature Transmitter (ESD SIL2)	Nr	2									
1611	Gayesco Tube Skin Thermocouple (TC, 16 off)	SST	1									
1611	Temp Dual Flexible Type	SST										
1611	Temp Skin type of TE/TLA-X	SST			Inhouse							
	size rating											
1611	Temp Gauge CW TW ST STL	Nr	7		Inhouse							
1611		Nr										
	size rating											
1611	Thermowell ST STL C/W Plug (TP)	Nr										
1611	Thermocouple (TC Type KV/Thermowell ST STL(TV))	Nr	29		Inhouse							
1611		Nr										
1611		Nr										
1611	Thermowell ST STL	Nr			Inhouse							
1611	Thermocouple (TE)	Nr										
1611	Thermocouple	Nr										

รูปที่ 3.14 ตัวอย่างสรุปรายการวัสดุและอุปกรณ์ที่ต้องทำการจัดซื้อ

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

4.1 ภาพรวมของผลการดำเนินการ

จากการดำเนินการตลอดระยะเวลาที่ได้มาปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ในบทนี้จะเป็นการกล่าวถึงผลการดำเนินงาน รวมไปถึงข้อสังเกตต่างๆที่พบในการดำเนินการ และวิธีการในการดำเนินการเมื่อพบกับข้อสังเกตดังกล่าวขณะดำเนินการ โดยหัวข้อที่จะนำเสนอในบทนี้ได้แก่

- 1) การจัดทำสรุปลำดับของ อินพุต/เอาต์พุต ของระบบควบคุม
- 2) การสำรวจหน้างาน
- 3) การตรวจสอบอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ติดตั้งและใช้งานอยู่ในปัจจุบัน
- 4) การจัดทำสรุปรายการวัสดุและอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ต้องจัดซื้อ

4.2 การจัดทำสรุปลำดับของ อินพุต/เอาต์พุต ของระบบควบคุม

การจัดทำสรุปลำดับของ อินพุต/เอาต์พุต ของระบบควบคุม จะสามารถนับจำนวนอินพุต/เอาต์พุต ได้จากอุปกรณ์การวัดและควบคุมใหม่ที่จะต้องมีการติดตั้งเพิ่มขึ้น การจัดทำสรุปลำดับของ อินพุต/เอาต์พุต ของระบบควบคุมนี้มีจุดประสงค์เพื่อสนับสนุนการทำงานต่างๆของ วิศวกรระบบควบคุม โดยผลการนับจำนวนอินพุต/เอาต์พุต จะถูกแยกไว้ตามประเภทของระบบควบคุม ซึ่งจะมีอยู่ทั้งหมด 3 ระบบควบคุมคือ

- 1) Fire and Gas System (FGS)
- 2) Emergency Shutdown/Protective Instrument System (ESD/PIS)
- 3) Distributed Control System (DCS)

สำหรับสรุปลำดับของ อินพุต/เอาต์พุต ของระบบ FGS จะแสดงไว้ดังตารางที่ 4.1, ระบบ ESD/PIS จะถูกแสดงไว้ดังตารางที่ 4.2, 4.3, 4.4 และ 4.5 ส่วนระบบ DCS จะแสดงไว้ดังตารางที่ 4.6, 4.7, 4.8 และ 4.9 โดยใช้ตัวย่อดังต่อไปนี้แทนสายสัญญาณแต่ละชนิด

AI	=	อนาล็อกอินพุตแบบเดี่ยว (Single Analogue Input)
AI(R)	=	อนาล็อกอินพุตแบบคู่ (Redundant Analogue Input)
AO(R)	=	อนาล็อกเอาต์พุตแบบคู่ (Redundant Analogue Output)
DI	=	ดิจิตอลอินพุตแบบเดี่ยว (Single Digital Input)
DO	=	ดิจิตอลเอาต์พุตแบบเดี่ยว (Single Digital Output)
IS-AI	=	อนาล็อกอินพุตแบบป้องกันภัย (Intrinsically safe Analogue Input)
IS-DI	=	ดิจิตอลอินพุตแบบป้องกันภัย (Intrinsically safe Digital Input)

ตารางที่ 4.1 สรุปจำนวนของ อินพุต/เอาต์พุต ของระบบ FGS สำหรับทุก Unit

FGS Controller		AI	AI(R)	AO(R)	IS-AI	DI	DO	IS-DI
UNIT-2800 Isomerization Unit	Field hardwired I/O	8	-	-	-	12	4	-
UNIT-1700 Kerosene Treating Unit	Field hardwired I/O	-	-	-	-	3	1	-
UNIT-200 Naphtha Pretreating Unit	Field hardwired I/O	3	-	-	-	12	4	-
UNIT-100 Topping Unit	Field hardwired I/O	14	-	-	-	36	12	-
UNIT-400 Gas Recovery Unit	Field hardwired I/O	1	-	-	-	6	2	-
	Total	26	0	0	0	69	23	0
	30% Engineering Development	8	0	0	0	21	7	0
	20% Fitted Spare	5	0	0	0	14	5	0
	Design based	39	0	0	0	104	36	0
	Total I/O	177						

ตารางที่ 4.2 สรุปจำนวนของ อินพุต/เอาต์พุต ของระบบ ESD/PIS สำหรับ ISOU

ESD/PIS Controllers for Isomerization Unit		AI	AI(R)	AO(R)	IS-AI	DI	DO	IS-DI
UNIT-2800	Field hardwired I/O	5	-	-	-	14	4	-
	MCC hardwired I/O 34 Motors	-	-	-	-	-	1	-
Auxiliary Consoles	Push Buttons, Key Switches, Lamps, Annunciator	-	-	-	-	-	4	-
	Total	5	0	0	0	14	23	0
	30% Engineering Development	2	0	0	0	4	7	0
	20% Fitted Spare	1	0	0	0	3	5	0
	Design based	8	0	0	0	21	15	0
	Total I/O	44						

ตารางที่ 4.3 สรุปจำนวนของ อินพุต/เอาต์พุต ของระบบ ESD/PIS สำหรับ NPU

ESD/PIS Controllers for Naphtha Pretreating Unit		AI	AI(R)	AO(R)	IS-AI	DI	DO	IS-DI
UNIT-200	Field hardwired I/O	1	-	-	-	7	3	-
	MCC hardwired I/O 34 Motors	-	-	-	-	-	14	-
Auxiliary Consoles	Push Buttons, Key Switches, Lamps, Annunciator	-	-	-	-	-	-	-
	Total	1	0	0	0	7	17	0
	30% Engineering Development	0	0	0	0	2	5	0
	20% Fitted Spare	0	0	0	0	1	3	0
	Design based	2	0	0	0	11	26	0
	Total I/O	38						

ตารางที่ 4.4 สรุปจำนวนของ อินพุต/เอาต์พุต ของระบบ ESD/PIS สำหรับ KTU

ESD/PIS Controllers for Kerosene Treating Unit		AI	AI(R)	AO(R)	IS-AI	DI	DO	IS-DI
UNIT-1700	Field hardwired I/O	3	-	-	-	6	2	-
	MCC hardwired I/O 10 Motors	-	-	-	-	-	10	-
Auxiliary Consoles	Push Buttons, Key Switches, Lamps, Annunciator	-	-	-	-	-	-	-
	Total	3	0	0	0	6	12	0
	30% Engineering Development	1	0	0	0	2	4	0
	20% Fitted Spare	1	0	0	0	1	2	0
	Design based	5	0	0	0	9	18	0
	Total I/O	32						

ตารางที่ 4.5 สรุปจำนวนของ อินพุต/เอาต์พุต ของระบบ ESD/PIS สำหรับ TPU&GRU

ESD/PIS Controllers for Topping Unit and Gas Recovery Unit		AI	AI(R)	AO(R)	IS-AI	DI	DO	IS-DI
UNIT-100 Topping Unit	Field hardwired I/O	1	-	-	-	-	-	-
	MCC hardwired I/O 10 Motors	-	-	-	-	-	34	-
UNIT-400 Gas Recovery Unit	Field hardwired I/O	-	-	-	-	12	4	-
	MCC hardwired I/O 10 Motors	-	-	-	-	-	34	-
Auxiliary Consoles	Push Buttons, Key Switches,	-	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 4.5 (ต่อ) สรุปจำนวนของ อินพุต/เอาต์พุต ของระบบ ESD/PIS สำหรับ TPU&GRU

ESD/PIS Controllers for Topping Unit and Gas Recovery Unit		AI	AI(R)	AO(R)	IS-AI	DI	DO	IS-DI
	Lamps, Annunciator							
	Total	1	0	0	0	12	72	0
	30% Engineering Development	0	0	0	0	4	22	0
	20% Fitted Spare	0	0	0	0	2	14	0
	Design based	2	0	0	0	18	108	0
	Total I/O	128						

ตารางที่ 4.6 สรุปจำนวนของ อินพุต/เอาต์พุต ของระบบ DCS สำหรับ ISOU

DCS Controllers for Isomerization Unit		AI	AI(R)	AO(R)	IS-AI	DI	DO	IS-DI
UNIT-2800	Field hardwired I/O	25	7	7	-	1	-	-
	MCC hardwired I/O 3 Motors	-	-	-	-	9	6	-
	Total	25	7	7	0	10	6	0
	30% Engineering Development	8	2	2	0	3	2	0
	20% Fitted Spare	5	1	1	0	2	1	0
	Design based	38	11	11	0	15	9	0
	Total I/O	83						

ตารางที่ 4.7 สรุปจำนวนของ อินพุต/เอาต์พุต ของระบบ DCS สำหรับ NPU

DCS Controllers for Naphtha Pretreating Unit		AI	AI(R)	AO(R)	IS-AI	DI	DO	IS-DI
UNIT-200	Field hardwired I/O	22	12	14	-	-	-	-
	MCC hardwired I/O 14 Motors	-	-	-	-	43	23	-
	Total	22	12	14	0	43	23	0
	30% Engineering Development	7	4	4	0	13	7	0
	20% Fitted Spare	4	2	3	0	9	5	0
	Design based	33	18	21	0	65	35	0
	Total I/O	171						

ตารางที่ 4.8 สรุปจำนวนของ อินพุต/เอาต์พุต ของระบบ DCS สำหรับ KTU

DCS Controllers for Kerosene Treating Unit		AI	AI(R)	AO(R)	IS-AI	DI	DO	IS-DI
UNIT-1700	Field hardwired I/O	13	8	10	-	-	-	-
	MCC hardwired I/O 34 Motors	-	-	-	-	30	20	-
	Total	13	8	10	0	30	20	0
	30% Engineering Development	4	2	3	0	9	6	0
	20% Fitted Spare	3	2	2	0	6	4	0
	Design based	20	12	15	0	45	30	0
	Total I/O	122						

ตารางที่ 4.9 สรุปจำนวนของ อินพุต/เอาต์พุต ของระบบ DCS สำหรับ TPU&GRU

DCS Controllers for Topping Unit and Gas Recovery Unit		AI	AI(R)	AO(R)	IS-AI	DI	DO	IS-DI
UNIT-100 Topping Unit	Field hardwired I/O	61	8	20	-	-	-	-
	MCC hardwired I/O 34 Motors	-	-	-	-	117	6	-
UNIT-400 Gas Recovery Unit	Field hardwired I/O	3	10	11	-	-	-	-
	MCC hardwired I/O 4 Motors	-	-	-	-	4	8	-
	Total	64	18	31	0	121	76	0
	30% Engineering Development	19	5	9	0	36	23	0
	20% Fitted Spare	13	4	6	0	24	15	0
	Design based	96	27	47	0	182	114	0
	Total I/O	465						

4.3 การสำรวจหน้างาน

จากการไปสำรวจหน้างานจะพบว่าแผ่นป้ายของอุปกรณ์การวัดและควบคุมบางตัวไม่สามารถอ่านได้ เนื่องจากเกิดสนิมบนแผ่นป้ายดังรูปที่ 4.1 หรือแผ่นป้ายถูกทาสีทับดังรูปที่ 4.2

เมื่อพบกับอุปกรณ์การวัดและควบคุม ที่มีแผ่นป้ายที่ไม่สามารถให้ข้อมูลได้เช่นนี้ ข้อมูลที่ใช้ในการดำเนินการ ตรวจสอบอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ติดตั้งและใช้งานอยู่ในปัจจุบัน จะไม่สามารถนำข้อมูลจากแผ่นป้ายมาใช้งานได้จึงต้องไปใช้ข้อมูลจาก เอกสารบอกรายละเอียดต่างๆ เกี่ยวกับอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ติดตั้งใช้งานอยู่ หรือใช้ข้อมูลจากเอกสารของผู้จำหน่ายอุปกรณ์การวัดและควบคุมแทน



รูปที่ 4.1 ตัวอย่างแผ่นป้ายที่เกิดสนิม



รูปที่ 4.2 ตัวอย่างแผ่นป้ายที่โดนทาสีทับ

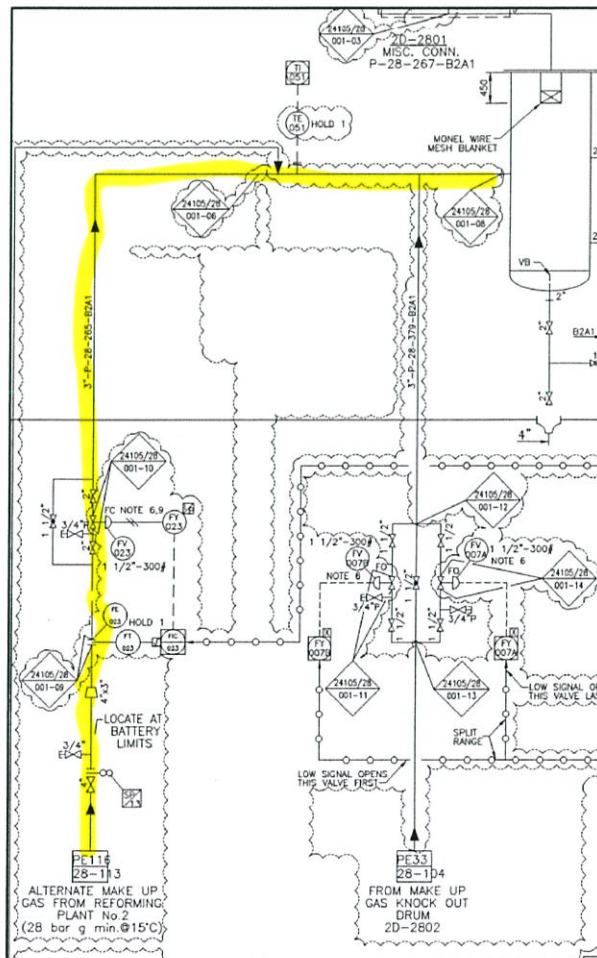
นอกจากการที่แผ่นป้ายไม่สามารถบอกข้อมูลที่สำคัญในการ ดำเนินการตรวจสอบอุปกรณ์ การวัดและควบคุมที่ติดตั้ง และใช้งานอยู่ในปัจจุบันได้แล้วในบางครั้งเลขระบุตัวอุปกรณ์การวัดและ ควบคุมที่แสดงอยู่บนอุปกรณ์การวัดและควบคุม ที่ติดตั้งใช้งานอยู่ในโรงกลั่น ไม่ตรงตามที่แสดงไว้บน เอกสารสรุปข้อมูลต่างๆ ของอุปกรณ์การวัดและควบคุม ที่นำไปใช้ในการดำเนินการสำรวจหน้างาน เนื่องจากเหตุใดๆ ก็ตาม จะสามารถตรวจสอบตำแหน่งของอุปกรณ์การวัดและควบคุมตัวนี้ได้จากพี แอนดีไอดีตัวอย่างเช่น วาล์วควบคุมที่มีเลขระบุตัวอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่แสดงอยู่บนอุปกรณ์ การวัดและควบคุมแสดงอยู่ที่โรงกลั่นเป็น 28-PV-005 ดังรูปที่ 4.3 แต่บนเอกสารสรุปข้อมูลต่างๆ ของ อุปกรณ์การวัดและควบคุมระบุไว้เป็น 28-FV-023

สิ่งที่สามารถทำได้เมื่อไม่ทราบตำแหน่งของอุปกรณ์การวัดและควบคุม ว่าอยู่ตรงส่วนใดของ โรงกลั่น ขณะที่กำลังทำการสำรวจหน้างานอยู่คือ การตรวจสอบท่อที่อุปกรณ์การวัดและควบคุมตัวนี้ ติดตั้งอยู่ว่าท่อดันทางมาจากที่ใดและเข้าไปยังส่วนใดของโรงกลั่นจากพีแอนดีไอดีซึ่งจากในรูปที่ 4.4

จะพบว่า อุปกรณ์การวัดและควบคุมตัวนี้ตั้งอยู่บนท่อที่ลำเลียง Make Up Gas จาก Plant No.2 เข้าไปในอุปกรณ์หมายเลข 2D-2801 และมีวาล์วควบคุมเพียงตัวเดียวที่ติดตั้งบนท่อนั้นก่อนที่จะเข้าสู่ อุปกรณ์หมายเลข 2D-2801 จากนั้นจะทำการตรวจสอบตำแหน่งของวาล์วควบคุมตัวนี้ที่โรงกลั่นจึงพบว่าวาล์วควบคุมหมายเลข FV-023 ขณะที่ใช้งานอยู่ในโรงกลั่นแท้จริงแล้วเป็น PV-005 ซึ่งเมื่อเจอเหตุการณ์เช่นนี้ จะต้องทำการบันทึกลงไปในฐานะข้อมูลของอุปกรณ์การวัดและควบคุม เพื่อให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นหลังการขยายการผลิตของโรงกลั่น



รูปที่ 4.3 ตัวอย่างอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่มีเลขระบุตัวไม่สอดคล้องกับข้อมูลที่มีอยู่



รูปที่ 4.4 ตัวอย่างการใช้พีแอนไอดีที่ใช้ในการตรวจสอบตำแหน่งอุปกรณ์การวัดและควบคุม

4.4 การตรวจสอบอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ติดตั้งและใช้งานอยู่ในปัจจุบัน

จากการดำเนินการตรวจสอบอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ติดตั้ง และใช้งานอยู่ในปัจจุบัน จะพบว่ามีจำนวนอุปกรณ์การวัดและควบคุม ที่ต้องทำการจัดซื้อมาแทนที่ทั้งหมด 299 ตัวซึ่งสามารถสรุปและแบ่งตามประเภทของ อุปกรณ์การวัดและควบคุม ได้ดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ตารางสรุปจำนวน อุปกรณ์การวัดและควบคุม ที่จำเป็นต้องมีการแทนที่ด้วยตัวใหม่

ประเภทของอุปกรณ์	จำนวน (ตัว)
Control Valve	33
On-Off Valve	2
Solenoid Valve	3
Safety Valve	18
Motor Operated Valve	3
Pressure Transmitter	4
Differential Pressure Transmitter	1
Differential Pressure Flow Transmitter	11
Displacement Level Transmitter	4
Guided Wave Level Transmitter	1
Pressure Gauge	2
Temperature Gauge	37
Transparent Type Level Gauge	6
Differential Pressure Indicator (Local)	2
Flow Indicator (Local)	3
Level Indicator (Local)	1
Skin Temperature Element	6
Temperature Element	50
Orifice Plate	35
Thermowell	76
Restriction Orifice	1

ในระหว่างที่มีการดำเนินการตรวจสอบอุปกรณ์การวัดและควบคุม ที่ติดตั้งและใช้งานอยู่ในปัจจุบัน จะพบว่ามีข้อสังเกตต่างๆ ที่พบ และควรจะต้องทราบเพื่อที่จะสามารถดำเนินการตรวจสอบอุปกรณ์การวัดและควบคุมได้ดังนี้เช่น กรณีที่แหล่งข้อมูลในส่วนของข้อมูลเก่าไม่ตรงกัน

ในการตรวจสอบอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ติดตั้งและใช้งานอยู่ในปัจจุบัน จะสามารถหาข้อมูลได้จากแหล่งข้อมูล 3 แหล่งคือ ข้อมูลที่ได้มาจากการไปสำรวจโรงงาน, ข้อมูลจากผู้จำหน่ายอุปกรณ์การวัดและควบคุม และเอกสารบอกรายละเอียดต่างๆ เกี่ยวกับอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ติดตั้งใช้งานอยู่ ซึ่งโดยปกติแล้วจะไม่แตกต่างกัน แต่ในบางกรณีข้อมูลจาก 3 แหล่งข้อมูลไม่เหมือนกัน เมื่อเกิดเหตุการณ์เช่นนี้ขึ้นจะให้ความสำคัญของแหล่งข้อมูลเป็นลำดับดังนี้คือ

1. ข้อมูลที่ได้มาจากการไปสำรวจโรงงาน
2. ข้อมูลจากผู้จำหน่ายอุปกรณ์การวัดและควบคุม
3. เอกสารบอกรายละเอียดต่างๆ เกี่ยวกับอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ติดตั้งใช้งานอยู่

4.5 การจัดทำสรุปรายการวัสดุและอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ต้องจัดซื้อ

จากการจัดทำสรุปรายการวัสดุและอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ต้องจัดซื้อ สำหรับใช้ในการประเมินราคาวัสดุและอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่จะต้องจัดซื้อ และติดตั้งในการขยายกำลังผลิตของโรงกลั่น สำหรับทุกหน่วยการผลิต อุปกรณ์การวัดและควบคุมทั้งหมดที่อยู่ในส่วนที่ได้รับมอบหมายให้จัดทำ จะสามารถสรุปรายการของอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ต้องจัดซื้อเหล่านี้ได้ดังตารางที่ 4.11

ในตารางที่ 4.11 หากไม่มีการระบุวัสดุสำหรับส่วนใดของ อุปกรณ์การวัดและควบคุม จะให้หมายความ่า อุปกรณ์การวัดและควบคุมประเภทนั้นใช้วัสดุในการผลิตเป็นสแตนเลสสตีล (SS) เป็นอย่างต่ำทั้งหมด ซึ่งเป็นข้อกำหนดขั้นต่ำจาก ข้อกำหนดของโครงการ

ตารางที่ 4.11 ตารางสรุปรายการอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ต้องจัดซื้อ

Temperature			
Instrument Type			Quantity
Temperature Transmitter			97
Instrument Type	Size (Inches)	Rating (lbs)	Quantity
Temperature Gauge	1 1/2	300	72
Thermocouple Type K (Skin Type)	1/2"		17
Thermocouple Type K	1/2"		152
Thermowell (SS)	1 1/2	300	275

ตารางที่ 4.11 (ต่อ) ตารางสรุปจำนวนอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ต้องจัดซื้อ

Flow					
Instrument Type	Flange Material	Plate Material	Size (Inches)	Rating (lbs)	Quantity
Orifice Plate	CS	SS	1	300	7
	CS	SS	2	300	2
	CS	SS	2	600	4
	CS	SS	4	300	17
	CS	SS	4	600	5
	CS	SS	6	300	11
	CS	SS	8	300	4
	CS	SS	10	300	2
	SS	SS	1	300	14
	SS	SS	2	300	13
	SS	SS	6	300	10
Instrument Type	Flange Material	Plate Material	Size (Inches)	Rating (lbs)	Quantity
Restriction Orifice	CS	SS	1	150	3
	CS	SS	2	300	2
	CS	SS	4	300	5
	CS	SS	6	150	1
	CS	SS	8	150	1
Instrument Type					Quantity
Differential Pressure Flow Transmitter [Include 5-way manifold]					51
Flow Indicator (Local)					6
Instrument Type	Material	Size (Inches)	Rating (lbs)	Quantity	
Coriolis Flowmeter	SS	4	300	2	

ตารางที่ 4.11 (ต่อ) ตารางสรุปจำนวนอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ต้องจัดซื้อ

Instrument Type	Material	Size (Inches)	Rating (lbs)	Quantity	
Thermal Mass Flowmeter	SS	2	300	2	
		4	300	1	
Pitot Tube	CS	10	150	1	
Pressure					
Instrument Type				Quantity	
Differential Pressure Transmitter [Include 5-Way Manifold]				11	
Pressure Gauge 1/2" NPT(M) [Include 5-Way Manifold]				84	
Pressure Transmitter				37	
Differential Pressure Indicator (Local)				11	
Level					
Instrument Type				Quantity	
Displacer Level Transmitter				10	
Level Gauge (Transparent Type)				14	
Differential Pressure Level Transmitter [Include 5-Way Manifold]				4	
Guided Wave Level Transmitter				2	
Level Indicator (Local)				3	
Instrument Type	Material	Size (Inches)	Rating (lbs)	Quantity	
Level Gauge (Magnetic)	SS	2	300	7	
Control Valve (Complete With I/P Converter)					
Instrument Type	Body Material	Trim Material	Size (Inches)	Rating (lbs)	Quantity
Globe Valve	CS	SS	3/4	300	4

ตารางที่ 4.11 (ต่อ) ตารางสรุปจำนวนอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ต้องจัดซื้อ

Instrument Type	Body Material	Trim Material	Size (Inches)	Rating (lbs)	Quantity
Globe Valve	CS	SS	1	300	11
	CS	SS	1 1/2	300	12
	CS	SS	2	300	14
	CS	SS	3	300	10
	CS	SS	3	600	2
	CS	SS	4	300	9
	CS	SS	6	300	4
	CS	SS	8	300	2
	CS	SS	10	300	2
	SS	SS	1	300	4
Instrument Type	Body Material	Trim Material	Size (Inches)	Rating (lbs)	Quantity
Ball / Rotary Valve	CS	SS	3	300	8
Eccentric Disc Rotary Valve	CS	SS	3	300	6
	CS	SS	4	300	6
	CS	MONEL	6	300	8
ON-OFF Valve & Accessories					
Instrument Type	Body Material	Trim Material	Size (Inches)	Rating (lbs)	Quantity
Globe Valve	CS	SS	1	300	3
	CS	SS	2	300	1

ตารางที่ 4.11 (ต่อ) ตารางสรุปจำนวนอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ต้องจัดซื้อ

Instrument Type	Body Material	Trim Material	Size (Inches)	Rating (lbs)	Quantity
Globe Valve	CS	SS	3	300	4
	CS	SS	4	300	2
	CS	SS	6	300	1
	CS	SS	8	300	1
Ball / Rotary Valve	CS	SS	6	300	2
Instrument Type					Quantity
3-Ways Solenoid Valve					21
Motor Operated Valve					
Instrument Type	Body Material	Trim Material	Size (Inches)	Rating (lbs)	Quantity
Ball / Rotary Valve	CS	SS	3	300	3
	CS	SS	6	300	1
Pressure Relief Valve					
Instrument Type	Body Material	Trim Material	In-Out Size (Inches)	In-Out Rating (lbs)	Quantity
Conventional	CS	SS	1 1/2 - 2	300 - 150	11
	CS	SS	1/4 - 1/4	300 - 300	6
	CS	SS	3/4 - 1	300 - 150	4
	CS	SS	1 - 2	150 - 150	5
	CS	SS	3 - 4	300 - 150	4
	CS	MONEL	1 1/2 - 2	600 - 150	6

ตารางที่ 4.11 (ต่อ) ตารางสรุปจำนวนอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ต้องจัดซื้อ

Instrument Type	Body Material	Trim Material	In-Out Size (Inches)	In-Out Rating (lbs)	Quantity
Conventional	CS	MONEL	3 - 4	300 - 150	11
Balanced Bellow	CS	SS	1 1/2 - 3	300 - 150	17
	CS	MONEL	3 - 4	150 - 150	6
	CS	MONEL	4 - 6	300 - 150	13
Pilot Operated	CS	SS	3 - 4	150 - 150	3
	CS	SS	3 - 4	300 - 150	5
	CS	MONEL	1 1/2 - 2	300 - 150	6
	CS	MONEL	2 - 3	300 - 150	2
	CS	MONEL	3 - 4	300 - 150	1
	CS	MONEL	6 - 8	150 - 150	3

บทที่ 5

วิเคราะห์ผลและสรุปผล

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินงานทั้งหมดในการปฏิบัติการสหกิจศึกษาทำให้ได้รับความรู้และประสบการณ์ต่างๆในการทำงานทางด้าน Front end Engineering Design ได้เข้าใจหลักการทำงานและวิธีการเลือกใช้งานอุปกรณ์การวัดและควบคุมต่างๆ มากขึ้น

จากการดำเนินการในโครงการพบว่าการนำโปรแกรม Microsoft Access มาใช้ในการจัดทำฐานข้อมูลของอุปกรณ์การวัดและควบคุม จำนวนมากจากหลายๆ แหล่งข้อมูล มารวบรวมไว้ให้อยู่ในแหล่งเดียวอย่างเป็นระบบ ทำให้สะดวกต่อการแก้ไขข้อมูลของอุปกรณ์การวัดและควบคุม และยังสามารที่จะนำฟังก์ชันต่างๆของโปรแกรม Microsoft Access มาใช้ในการจัดการกับข้อมูลได้เช่น การกรองข้อมูลเพื่อเรียกดูข้อมูลเฉพาะส่วนที่ต้องการ, การใช้ฟังก์ชันการนับเพื่อนับจำนวน อินพุต/เอาต์พุตของระบบควบคุมสำหรับการทำเอกสารสรุปจำนวนของ อินพุต/เอาต์พุต ของระบบควบคุม หรือใช้ฟังก์ชัน Join Properties เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลจาก 2 แหล่งข้อมูลเพื่อตรวจสอบความแตกต่างของข้อมูลจาก 2 แหล่งที่ต่างกันได้ เป็นต้น นอกจากนั้นในการจัดทำเอกสารต่างๆ หากไม่มีฐานข้อมูลของอุปกรณ์การวัดและควบคุมจะทำให้ต้องเปิดหาข้อมูลตัวเดิมหลายครั้ง จากแหล่งข้อมูลหลายแห่ง เพื่อนำข้อมูลนั้นมาใช้ในการจัดทำเอกสารที่ต่างกัน โดยข้อมูลบางอย่างจะมีการใช้งานที่บ่อยครั้งในเอกสารที่ต่างกัน หากต้องการใช้ข้อมูลที่เคยใช้ในการทำเอกสารก่อนหน้านี้จะต้องทำการค้นหาข้อมูลเหมือนกับครั้งแรกที่ทำ ซึ่งจะส่งผลให้ทำงานได้ช้าเนื่องจากต้องปฏิบัติงานที่ซ้ำซ้อน ดังนั้นการสร้างฐานข้อมูลของอุปกรณ์การวัดและควบคุม จึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างมาก ในการดำเนินการ Front End Engineering Design ให้กับโครงการต่างๆ

การจัดทำสรุปรายการวัดและอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ต้องจัดซื้อนี้ จะบอกให้ทราบถึงจำนวนของวัสดุและอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ต้องจัดซื้อ และหากนำมาประเมินงบประมาณที่ต้องใช้ในการจัดซื้อ จากจำนวนวัสดุและอุปกรณ์การวัดและควบคุมต่างๆ ที่จะต้องซื้อมาติดตั้ง รวมกับงบประมาณอื่นๆ ที่ต้องใช้ในการดำเนินโครงการนี้ จะได้เป็นมูลค่ารวมของโครงการที่ประเมินได้ และมูลค่ารวมของโครงการที่ประเมินได้จะถูกรายงานไปยังโรงกลั่น เพื่อที่จะให้ทางโรงกลั่นได้ทราบถึงงบประมาณที่จะต้องใช้ในการดำเนินการโครงการนี้ และเพื่อเป็นการสนับสนุนการตัดสินใจต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกังบประมาณที่จะต้องใช้ในการโครงการขยายการผลิตของโรงกลั่นแห่งนี้

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

1. ในช่วงแรกบริษัทยังไม่เข้าใจในระบบของสหกิจศึกษา ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทำให้เกิดความสับสนในการมอบหมายงาน

2. โครงการที่ได้ตรงกับสาขาวิชาที่เรียน แต่บางสิ่งที่ได้พบในระหว่างการทำงานสหกิจศึกษานั้นไม่เคยได้เรียนรู้มาก่อน
3. การทำงานที่ล่าช้าของแผนกอื่นที่แผนกเครื่องมือวัด จะต้องนำงานของแผนกนั้นมาใช้งานต่อ จะส่งผลให้การทำงานของแผนกเครื่องมือวัดล่าช้าไปด้วย และรวมไปถึงการเปลี่ยนแปลงของงานที่แผนกเครื่องมือวัดต้องนำมาใช้ต่อที่ไม่มีมีการแจ้งให้ทราบจนกระทั่งงานของแผนกเครื่องมือวัดเสร็จสิ้น จะส่งผลให้งานของแผนกเครื่องมือวัดล่าช้าเช่นกัน
4. งานที่ได้รับมอบหมายมีจำนวนมาก และไม่ค่อยมีประสบการณ์ในการทำงานด้านเอกสาร ทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงาน และทำให้เกิดความผิดพลาดเล็กน้อยในช่วงแรก

5.3 แนวทางการแก้ไขปัญหา

1. อธิบายรายละเอียดถึงรายละเอียดของโครงการสหกิจศึกษาให้ทางบริษัทเข้าใจ
2. ตั้งใจศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมในเรื่องที่เกี่ยวกับงานที่ได้รับมอบหมาย โดยศึกษาเพิ่มเติมจากอินเทอร์เน็ต จากตำราต่างๆ หรือถามจากพี่ๆ ในแผนก
3. เร่งงานจากแผนกที่จัดทำงานที่แผนกเครื่องมือวัด จะต้องนำมาใช้ต่อให้ส่งงานมาให้เร็วที่สุด และการที่ไม่มีมีการแจ้งเตือน จนกระทั่งงานของแผนกเครื่องมือวัดเสร็จสิ้น จะต้องแจ้งให้แผนกนั้นทราบถึงความจำเป็นที่จะต้องทราบการเปลี่ยนแปลงก่อนที่งานจะเสร็จสิ้น
4. ตั้งใจทำงาน ศึกษาวิธีการทำงานให้เข้าใจ สิ่งที่ไม่แน่ใจควรที่จะขอคำแนะนำจากพี่ๆ ในแผนกก่อนที่จะตัดสินใจด้วยตัวเอง

บรรณานุกรม

- [1] Ashcroft. (2557). Thermometer. เข้าถึงได้จาก : <http://www.ashcroft.com>
(วันที่สืบค้นข้อมูล : 13 พฤศจิกายน 2560).
- [2] Emerson. (2558). *Control Valve Handbook*. Marshalltown: Fisher Controls International.
- [3] Rockwell Automation. (2558). *Front End Engineering Design*. Milwaukee: Rockwell Automation.
- [4] ทวีช ชูเมือง. (2549). *Industrial Instrumentation Engineering and Design (Part II Instrument Engineering and Selection)*. กรุงเทพฯ: เอ็ช.เอ็็น กรุ๊ป.
- [5] วิศรุต ศรีรัตนะ. (2549). *เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ในงานอุตสาหกรรม*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- [6] สมศักดิ์ กิริติวุฒิสเรษฐ. (2535). *หลักการและการใช้งานเครื่องมือวัดอุตสาหกรรม*. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - นามสกุล นายณภัทร รื่นวงษา
วัน เดือน ปีเกิด 11 สิงหาคม 2539
ที่อยู่ 62/24 ซ.อมรพันธ์4 แขวงลาดยาว เขตจตุจักร
กรุงเทพมหานคร 10900 .
Email naphat.rws@gmail.com
โทรศัพท์ 087-7789103

ประวัติการศึกษา

- พ.ศ. 2554 – 2556 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนหอวัง จังหวัด กรุงเทพมหานคร
- พ.ศ. 2557 – ปัจจุบัน วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต หลักสูตรวิศวกรรมการวัดคุม ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประสบการณ์

- นักศึกษาฝึกงาน แผนกอุปกรณ์ เครื่องมือ และมาตรฐานการทดสอบ บริษัท การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย
- นักศึกษาโครงการสหกิจศึกษา แผนก C&I (Control and Instrument) บริษัท ฟอสเตอร์วีลเลอร์ (ประเทศไทย) จำกัด