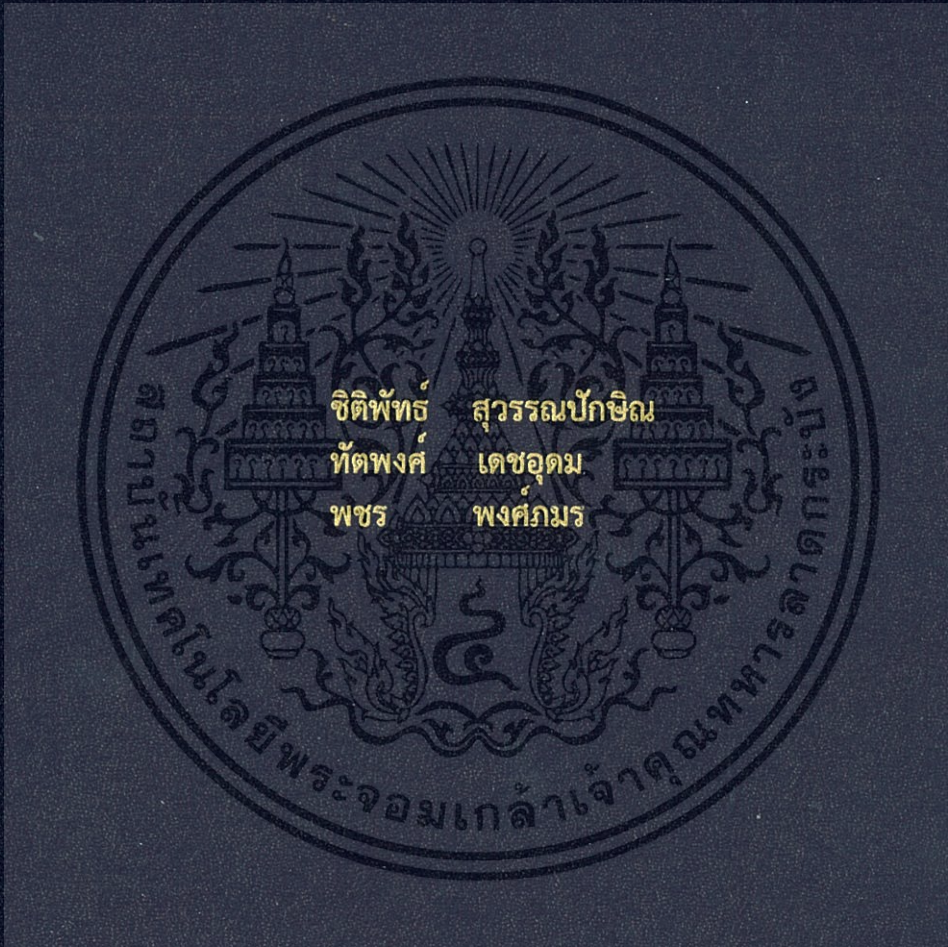


การวัดอัตราการไหลของกระบวนการผ่านการสื่อสาร WIRELESSHART
FLOW RATE MEASUREMENT USING WIRELESSHART
COMMUNICATION



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

FLOW RATE MEASUREMENT USING WIRELESSHART
COMMUNICATION



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEER IN INSTRUMENTATION ENGINEER
DEPARTMENT OF INSTRUMENTATION ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2559
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญาานิพนธ์

หัวข้อปริญญาานิพนธ์ การวัดอัตราการไหลของกระบวนการณ์ผ่านการสื่อสาร WIRELESSHART
FLOW RATE MEASUREMENT USING WIRELESSHART
COMMUNICATION

นักศึกษาผู้จัดทำ นายชิตีพัทธ์ สุวรรณปักษิณ รหัสนักศึกษา 56010310
นายทัตพงศ์ เดชอุดม รหัสนักศึกษา 56010479
นายเพชร พงศ์ภมร รหัสนักศึกษา 56010795

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมการวัดคุม
ปีการศึกษา 2559

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาานิพนธ์	ลายมือชื่อ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์เชื้อ นกอยู่	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การวัดอัตราการไหลของกระบวนการผ่านการสื่อสาร WIRELESSHART FLOW RATE MEASUREMENT USING WIRELESSHART COMMUNICATION		
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายชิตพิพัทธ์ สุวรรณปักษิณ	รหัสนักศึกษา	56010310
	นายทัตพงศ์ เดชอุดม	รหัสนักศึกษา	56010479
	นายเพชร พงศ์ภมร	รหัสนักศึกษา	56010795
อาจารย์ที่ปรึกษา ปีการศึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์เชื้อ นกอยู่ 2559		

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเครื่องมือที่ใช้ในการวัดอัตราการไหลซึ่งเครื่องมือแต่ละชนิดมีคุณสมบัติและประสิทธิภาพในการทำงานที่แตกต่างกัน โดยมีการใช้อุปกรณ์วัดอัตราการไหล 4 ชนิดคือ Orifice Plate, Compact Conditioning Orifice Plate, Compact Orifice Plate, และ Annubar การเลือกอุปกรณ์แต่ละชนิดต้องคำนึงถึงความเหมาะสมและมาตรฐานการติดตั้งของเครื่องมือวัดอัตราการไหล ซึ่งใช้โปรแกรม Instrument Toolkit เป็นโปรแกรมในการเลือกอุปกรณ์วัด การติดตั้งอุปกรณ์วัดอัตราการไหลเข้ากับ Plant Model ซึ่งเป็นการจำลองกระบวนการทำงานของระบบอุตสาหกรรม เพื่อดูประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์วัดอัตราการไหล แล้วส่งค่าที่วัดได้ผ่านสัญญาณ WirelessHART เพื่อแสดงค่าอัตราการไหลของกระบวนการที่จอแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ThesisTitle	FLOW RATE MEASUREMENT USING WIRELESSHART COMMUNICATION	
Authors	Mr. Chitipat	Suwannapaksin
	Mr.Thadpong	Deachudom
	Mr.Patchara	Pongphamon
Thesis Advisor	Asst.Prof.Chaue Nokyoo	
Year	2016	

ABSTRACT

This thesis aims to study the device for measuring the flow rate, or in other words, the flow meter. Four different types of flow meters were considered: Orifice Plate, Compact Conditioning Orifice Plate, Compact Orifice Plate and Annubar. The Instrument Toolkit software was used to select a particular type of flow meter, based on their suitabilities and industrial installation standards. The flow meters were then used to measure the liquid flow rates of a plant model, whose data were then transmitted via the WirelessHART to a base station.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาโทฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความเมตตากรุณาอย่างสูงจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ เชื้อ นกอยู่ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท ที่ได้ให้คำแนะนำมาตลอด ในการทำปริญญาโท ที่ได้ให้คำแนะนำมาโดยตลอด ในการทำปริญญาโทนี้ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณ เป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณ คุณสมพล บุษบรรณ (Senior Sale Manager) บริษัท EMERSON ที่คอยให้ คำปรึกษา และเอื้อเฟื้ออุปกรณ์ รวมไปถึงเครื่องมือต่างๆที่ใช้ในการวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ คุณสุชาติ เกตุโรจน์ เจ้าของโรงกลึง ศิวโรจน์ เอ็นจิเนียริง ที่ได้เอื้อเฟื้อ สถานที่ในการทำวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุมทุกท่าน ที่ได้มอบความรู้ และให้ คำแนะนำในการทำวิจัยตลอดมา

ขอขอบพระคุณหลักสูตรวิศวกรรมการวัดคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำวิจัย

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่คอยให้การสนับสนุน คอยเป็นกำลังใจ และเป็นแรงบันดาลใจในการทำปริญญาโทเสมอมา คุณความดีที่พึงมีจากการทำปริญญาโทนี้ผู้วิจัย ขอมอบแด่คุณพ่อ คุณแม่ รวมทั้งคณาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	Vii
สารบัญรูป.....	Viii
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญของปริญญาโท.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญาโท.....	1
1.3 ขอบเขตของปริญญาโท.....	2
1.4 ขั้นตอนการศึกษา.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 จลนศาสตร์.....	3
2.1.1 อัตราการไหล.....	3
2.1.2 คุณสมบัติของไหล.....	3
2.1.3 ลักษณะของการไหล.....	5
2.2 หลักการของเครื่องมือวัดอัตราการไหล.....	6
2.2.1 Orifice Plate Flow Meter.....	6
2.2.2 Annubar.....	15
2.2.3 Compact Orifice Plate.....	18
2.2.4 Compact Conditioning Orifice Plate.....	19
2.3 Manifold Valve.....	19
2.4 การสื่อสารข้อมูลในระบบเครือข่าย.....	21
2.4.1 การสื่อสารข้อมูลแบบ HART.....	21
2.4.1.1 ประโยชน์ในการเลือกใช้ HART.....	22
2.4.1.2 การประยุกต์ใช้งานระบบการสื่อสาร HART.....	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4.1.3 การทำงานของฟังก์ชัน HART.....	23
2.4.1.4 คำสั่ง HART และพารามิเตอร์.....	23
2.4.2 การสื่อสารข้อมูลแบบ WirelessHART.....	24
2.4.3 ระบบ SCADA.....	26
2.5 ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง.....	28
2.5.1 Rosemount Instrument Toolkit Software.....	28
2.5.2 Autodesk AutoCAD.....	31
บทที่ 3 การออกแบบ วิธีดำเนินการ.....	32
3.1 การใช้โปรแกรม Instrument Toolkit ในการออกแบบอุปกรณ์วัดอัตราการไหล.....	32
3.1.1 การออกแบบ Annubar.....	32
3.1.2 การออกแบบ 1495 Orifice Plate.....	40
3.1.3 การออกแบบ 405P Compact Orifice Plate.....	47
3.1.4 การออกแบบ Straight Pipe Run.....	57
3.2 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ให้สามารถสื่อสารกับ Gateway.....	60
3.3 การเชื่อมต่อข้อมูลกับโปรแกรม Wonderware InduSoft Web Studio 8.0.....	63
3.4 การออกแบบ Plant Model.....	72
3.5 การติดตั้งอุปกรณ์วัดอัตราการไหล.....	73
3.5.1 การติดตั้งอุปกรณ์วัด 1495 Orifice Plate.....	73
3.5.2 การติดตั้งอุปกรณ์วัด Compact Conditioning Orifice Plate.....	76
3.5.3 การติดตั้งอุปกรณ์วัด Annubar.....	78
3.6 การใช้งาน HART475 ในการ Configure อุปกรณ์วัดแต่ละตัว.....	79
3.6.1 การตั้งค่า Join Key.....	79
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน.....	85
4.1 การทดสอบการวัดอัตราไหลในกระบวนการ.....	85
4.1.1 การทดสอบค่าอัตราการไหลของน้ำที่วัดได้จากอุปกรณ์วัดครั้งที่ 1.....	85
4.1.2 การทดสอบค่าอัตราการไหลของน้ำที่วัดได้จากอุปกรณ์วัดครั้งที่ 2.....	86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

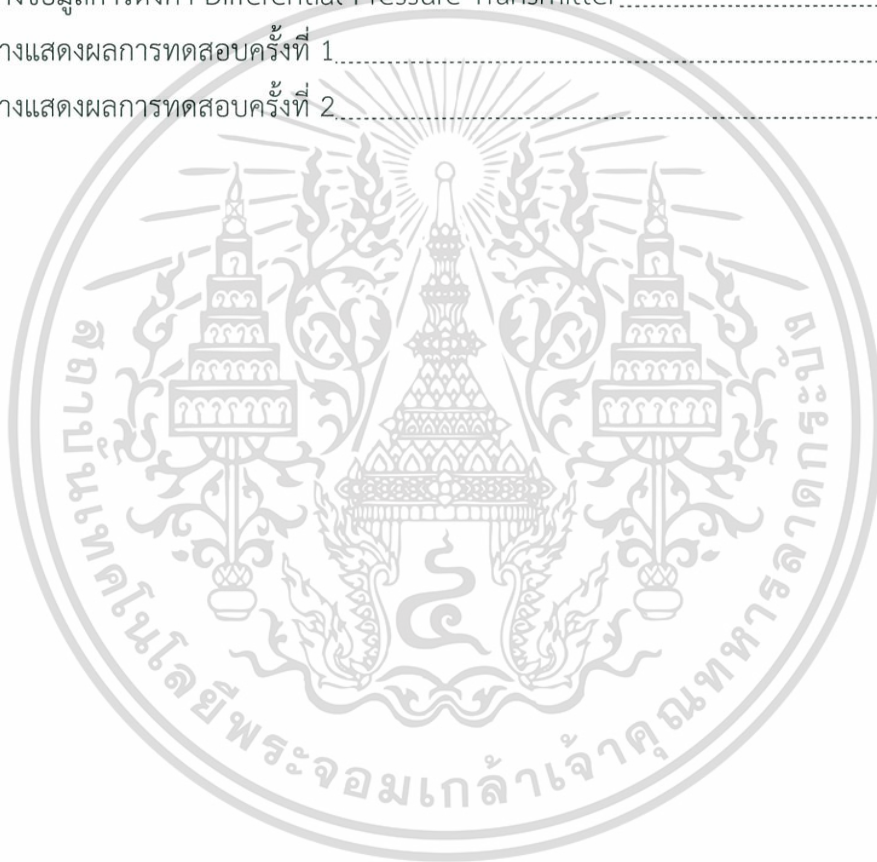
สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน.....	93
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน.....	93
5.2 ปัญหาในการดำเนินงาน.....	94
5.3 แนวทางการแก้ไข	94
บรรณานุกรม.....	95
ภาคผนวก.....	96



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ตารางแสดงความต้องการท่อที่เป็นเส้นตรง.....	13
2.2 ตารางแสดงความต้องการท่อที่เป็นเส้นตรงของ Annubar.....	18
3.1 ตารางข้อมูลพื้นฐานของระบบที่ใช้ในการออกแบบ Annubar.....	32
3.2 ตารางข้อมูลพื้นฐานของระบบที่ใช้ในการออกแบบ Orifice Plate.....	40
3.3 ตารางข้อมูลพื้นฐานของระบบที่ใช้ในการออกแบบ Compact Orifice Plate.....	48
3.4 ตารางข้อมูลการตั้งค่า Differential Pressure Transmitter.....	84
4.1 ตารางแสดงผลการทดสอบครั้งที่ 1.....	86
4.2 ตารางแสดงผลการทดสอบครั้งที่ 2.....	87



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 Velocity Profile ของการไหล.....	5
2.2 ลักษณะการไหลของของไหล.....	6
2.3 ลักษณะของของไหลที่ไหลผ่านแผ่นออริฟิส.....	7
2.4 แผ่นออริฟิสทั้ง 4 ประเภท.....	8
2.5 จุดต่อที่หน้าแปลน (Flange Taps).....	9
2.6 จุดต่อที่ระยะ D และ 0.5D (Vena Contracta Taps).....	10
2.7 จุดต่อที่ Corner (Corner Taps).....	11
2.8 รูปแบบท่อในลักษณะต่างๆ.....	12
2.9 การติดตั้งอุปกรณ์วัดความดันแตกต่างกันในรูปแบบต่าง ๆ.....	14
2.10 อุปกรณ์วัดอัตราการไหล Annubar.....	15
2.11 การประยุกต์ใช้งาน Annubar ทั้ง 4 รูปแบบ.....	16
2.12 Compact Orifice Plate.....	19
2.13 Compact Conditioning Orifice Plate.....	19
2.14 3-Way Valve Manifold.....	20
2.15 5-Way Valve Manifold.....	21
2.16 อนุภาคโมดูลของ HART ที่อยู่ในระบบ.....	22
2.17 สัญญาณ HART.....	23
2.18 การเชื่อมต่อของ HART.....	24
2.19 การเชื่อมต่อแบบ WirelessHART.....	26
2.20 องค์ประกอบของ SCADA.....	27
2.21 การติดตั้ง SCADA สำหรับตรวจสอบเก็บรวบรวมข้อมูลและบริหารระบบควบคุม.....	28
2.22 Rosemount Instrument Toolkit Software.....	28
2.23 φόρμαรายละเอียดมาตรฐานของแผ่นออริฟิส.....	30
2.24 Autodesk AutoCAD 2017.....	31
3.1 การเริ่มโปรแกรม Instrument Toolkit.....	33
3.2 ตั้งชื่อโปรเจกใหม่สำหรับ Sizing ของ Annubar.....	33
3.3 เลือกชนิดเป็นอุปกรณ์วัดอัตราการไหลแบบความดันแตกต่างกัน.....	34
3.4 การเลือกข้อมูลพื้นฐานของอุปกรณ์วัดอัตราการไหล Annubar.....	35
3.5 การกำหนดค่าอัตราการไหล ความดัน และอุณหภูมิในกระบวนการ.....	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
3.6 เลือกหน่วยวัดของค่าความดันแตกต่าง.....	36
3.7 แสดง Model Number และค่า Differential Pressure.....	36
3.8 เลือก Differential Pressure Transmitter.....	37
3.9 เลือกเอกสารที่ต้องจากการ Sizing ของ Annubar.....	37
3.10 Calculation Data Sheet ของ Annubar ที่ได้จากการ Sizing.....	38
3.11 Specification Sheet ของ Annubar ที่ได้จากการ.....	39
3.12 การเริ่มโปรแกรม Instrument Toolkit.....	40
3.13 เลือกชนิดเป็นอุปกรณ์วัดอัตราการไหลแบบความดันแตกต่าง.....	41
3.14 การเลือกข้อมูลพื้นฐานของอุปกรณ์วัดอัตราการไหล 1495 Orifice Plate.....	42
3.15 การกำหนดค่าอัตราการไหล ความดันและอุณหภูมิในกระบวนการ.....	42
3.16 เลือกหน่วยวัดของค่าความดันแตกต่างและแสดงค่าความดันแตกต่าง.....	43
3.17 การเลือกประเภท Primary Element ของ 1495-Orifice Plate.....	43
3.18 แสดงการเลือกประเภท Flange Union ของ 1495-Orifice Plate.....	44
3.19 แสดงการเลือก Transmitter จากโปรแกรม Instrument Toolkit.....	44
3.20 เลือกเอกสารที่ต้องจากการ Sizing ของ 1495 Orifice Plate.....	45
3.21 Calculation Data Sheet ของ 1495 Orifice Plate ที่ได้จากการ Sizing.....	46
3.22 Specification Sheet ของ 1495 Orifice Plate ที่ได้จากการ Sizing.....	47
3.23 การเริ่มโปรแกรม Instrument Toolkit.....	48
3.24 เลือกชนิดเป็นอุปกรณ์วัดอัตราการไหลแบบความดันแตกต่าง.....	49
3.25 การเลือกข้อมูลพื้นฐานของอุปกรณ์วัดอัตราการไหล Compact Orifice Plate.....	50
3.26 การกำหนดค่าอัตราการไหล ความดันและอุณหภูมิในกระบวนการ.....	50
3.27 เลือกหน่วยวัดของค่าความดันแตกต่างและ Beta Ratio และแสดงค่าความดันแตกต่าง.....	51
3.28 การเลือกประเภท Primary Element ของ Compact Conditioning Orifice Plate.....	52
3.29 เลือก Differential Pressure Transmitter.....	52
3.30 เลือกเอกสารที่ต้องจากการ Sizing ของ Compact Orifice Plate.....	53
3.31 Calculation Data Sheet ของ Compact Orifice Plate ที่ได้จากการ Sizing.....	54
3.32 Specification Sheet ของ Compact Orifice Plate ที่ได้จากการ Sizing.....	55
3.33 Calculation Data Sheet ของ Compact Conditioning Orifice Plate.....	56
3.34 Specification Sheet ของ Compact Conditioning Orifice Plate.....	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
3.35	ระยะ Straight Pipe Run ของอุปกรณ์วัดอัตราการไหลแต่ละตัว.....58
3.36	ระยะ Straight Pipe Run ของอุปกรณ์วัดอัตราการไหล เมื่อใส่ Flow Conditioner.....59
3.37	เปลี่ยน IP Address ของคอมพิวเตอร์.....60
3.38	เปลี่ยน IP Address ให้ตรงกับ Gateway.....60
3.39	การเข้าสู่ Gateway.....61
3.40	หน้าที่แสดงหลังจากเข้าสู่ Gateway.....61
3.41	หน้าที่แสดงหลังจากเข้าสู่ Gateway ไม่สำเร็จ.....62
3.42	เปิดโปรแกรม Security Setup Utility.....63
3.43	เลือกค่าที่ได้จากการวัด เพื่อเชื่อมต่อกับโปรแกรมสกาดา.....64
3.44	เปิดโปรแกรม Wonderware และสร้าง New Project.....65
3.45	การสร้าง Communication.....65
3.46	การสร้าง Communication.....66
3.47	การสร้าง Communication.....67
3.48	ในส่วน Global.....67
3.49	สร้าง Screen ในส่วน Graphic เพื่อใช้ในการแสดงผลหลัก.....68
3.50	กำหนดข้อมูลของ Screen.....68
3.51	ตัวอย่างในส่วนของ Screen.....69
3.52	เป็นรูปการสร้างกล่องแสดงผล.....70
3.53	เป็นกำหนดค่าที่วัดได้ไปแสดงในกล่องแสดงผล.....70
3.54	เป็นกำหนด Tag Name ใส่กล่องแสดงผล.....71
3.55	รูปจอแสดงผลหลังจากใส่กล่องแสดงผล.....72
3.56	แสดงการออกแบบ Plant Model โดยใช้โปรแกรม AutoCAD 2017.....73
3.57	พ่นสเปย์ Penetrant ลงบนรอยเชื่อมที่ต้องการทดสอบบนชิ้นงาน.....73
3.58	ตัวทำลายไว้สำหรับทำความสะอาด Penetrant.....74
3.59	Develop ลงบนรอยเชื่อมเพื่อตรวจสอบรอยร้าว.....74
3.60	แสดงชิ้นงาน Orifice Plate ที่ประกอบเข้ากับ Ring Type Joint Flange.....75
3.61	แสดง Orifice Plate ที่ติดตั้งเข้ากับ Plant Model.....75
3.62	แสดง Compact Conditioning Orifice Plate ก่อนใส่เข้ากับ Manifold Valve.....76
3.63	แสดง Compact Conditioning Orifice Plate ติดตั้งเข้ากับ Manifold Valve.....76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
3.64 แสดง Compact Conditioning Orifice Plate ที่ติดตั้งเข้ากับ Plant Model.....	77
3.65 แสดงทรานสมิตเตอร์ก่อนติดตั้งเข้ากับ Manifold Valve.....	78
3.66 แสดงการติดตั้ง Annubar เข้ากับ Plant Model แบบ Pak-Lok.....	78
3.67 แสดงการเชื่อมอุปกรณ์วัดเข้ากับ Plant Model.....	79
3.68 การต่อสายจาก HART เข้าตัวอุปกรณ์.....	80
3.69 เมนู Field Communicator.....	80
3.70 การเชื่อมต่อของอุปกรณ์ตั้งค่า HART กับอุปกรณ์วัดที่เชื่อมต่อด้วยเพื่อตั้งค่า.....	81
3.71 การเข้าไปที่ Configure เพื่อตั้งค่าเครือข่ายการสื่อสารและเอาต์พุตของอุปกรณ์วัด.....	81
3.72 เข้าไปที่ Guided Setup.....	82
3.73 การตั้งค่า Join Device to Network เพื่อตั้งค่า Join Key ให้ตรงกับ Gateway.....	82
3.74 การตั้งค่า Join Key เป็นตัวเลขสี่หลักแรกให้ตรงกับ Gateway.....	83
3.75 การตั้งค่า Join Key ของอุปกรณ์วัดให้มีรหัสที่ตรงกับอุปกรณ์รับสัญญาณ Gateway.....	83
4.1 ค่าอัตราการไหลที่อุปกรณ์วัดการไหล Ring Joint Orifice Plate.....	88
4.2 ค่าอัตราการไหลที่อุปกรณ์วัดอัตราการไหล Compact Conditioning Orifice Plate.....	88
4.3 อัตราการไหลที่อุปกรณ์วัดอัตราการไหล Annubar.....	89
4.4 อัตราการไหลที่อุปกรณ์วัดอัตราการไหล 405P Compact Orifice Plate.....	89
4.5 หน้าเว็บเพจของเกตเวย์.....	90
4.6 หน้าจอกราฟฟิกแสดงค่าการวัด ของโปรแกรม Wonderware.....	90

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์

ปัจจุบันในอุตสาหกรรมมีการใช้อุปกรณ์การวัดจำนวนมาก ซึ่งอุปกรณ์การวัดอัตราการไหลเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมากในการวัดอัตราการไหล โดยเครื่องมือแต่ละชนิดมีคุณสมบัติและประสิทธิภาพในการทำงานที่แตกต่างกัน การเลือกใช้งานนั้นจึงต้องคำนึงถึงขอบเขตของการใช้งานเพื่อประสิทธิภาพสูงสุดของเครื่องมือและการทำงาน

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้ศึกษาอุปกรณ์เกี่ยวกับการใช้งานและติดตั้งเครื่องมือวัดอัตราการไหลของระบบที่จำลองขึ้นโดยใช้การสื่อสารแบบ WirelessHART ซึ่งประกอบด้วยเครื่องมือวัดอัตราการไหลทางอุตสาหกรรม และระบบ SCADA ในการวัดค่าและส่งค่าอัตราการไหลของของไหลในระบบที่จำลองขึ้น การศึกษาการติดตั้งอุปกรณ์วัดอัตราการไหลชนิดต่างๆที่มีการใช้งานมากในงานอุตสาหกรรม โดยอุปกรณ์หลักที่ทำการศึกษาคือ Orifice Plate, Compact Conditioning Orifice Plate, Compact Orifice Plate และ Annubar ทำให้สามารถมองเห็นภาพรวมของการใช้งานเครื่องมือวัดทางอุตสาหกรรมของแต่ละชนิดที่มีการใช้งานจริงและสามารถนำความรู้ที่ได้ไปต่อยอดออกแบบระบบควบคุมต่อไป อีกทั้งโครงการนี้ยังจัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนเชิงปฏิบัติในหลักสูตรวิศวกรรมการวัดคุม

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1. ศึกษาทฤษฎีและหลักการทำงานของอุปกรณ์วัดอัตราการไหลของน้ำในระบบ
2. ศึกษาการออกแบบและติดตั้งของอุปกรณ์การวัดอัตราการไหลของน้ำในระบบ
3. ศึกษาการติดต่อสื่อสารสำหรับการทำงานร่วมกันของอุปกรณ์การวัดอัตราการไหลแบบ WirelessHART

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1. สามารถใช้งานและออกแบบติดตั้งอุปกรณ์การวัดอัตราการไหลของน้ำในระบบ ได้แก่ Orifice Plate, Compact Conditioning Orifice Plate, Compact Orifice Plate, และ Annubar
2. สามารถออกแบบและจัดทำระบบจำลองที่สามารถวัดค่าอัตราการไหลของน้ำในระบบและส่งค่าที่วัดได้แสดงที่จอแสดงผลผ่านการสื่อสารแบบ WirelessHART

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

1. ศึกษาหลักการทำงานของอุปกรณ์วัดอัตราการไหล ได้แก่ Orifice Plate, Compact Conditioning Orifice Plate, Compact Orifice Plate, และ Annubar
2. ศึกษาการติดตั้งและเงื่อนไขในการทำงานของอุปกรณ์วัดอัตราการไหล
3. ศึกษาการทำงานร่วมกันของอุปกรณ์วัดอัตราการไหลและระบบสื่อสารผ่าน WirelessHART
4. ศึกษาการใช้โปรแกรมเพื่อแสดงผลที่หน้าจอ โดยผ่านโปรแกรม SCADA

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. มีความรู้ความเข้าใจเข้าใจทฤษฎีและหลักการทำงานของอุปกรณ์วัดอัตราการไหลมากขึ้นจากการทำงานโดยใช้อุปกรณ์วัดจริงในอุตสาหกรรม
2. มีความรู้ความสามารถในการออกแบบระบบจำลองที่สามารถวัดค่าอัตราการไหลแล้วส่งค่าผ่านหน้าจอแสดงผลได้ โดยมีการติดตั้งอุปกรณ์อย่างถูกต้องเหมาะสมกับกระบวนการนั้นๆ
3. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องระบบการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์วัดอัตราการไหลและหน้าจอแสดงผลโดยผ่านการสื่อสารแบบ WirelessHART
4. มีความรู้ความสามารถในการใช้โปรแกรม SCADA สำหรับทำกราฟฟิกแสดงค่าที่วัดได้ผ่านหน้าจอแสดงผลเพื่อให้ง่ายต่อการตรวจสอบค่าที่วัดได้ในแต่ละจุดของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

หลักการของอุปกรณ์วัดอัตราการไหล

ปัจจุบันในอุตสาหกรรมการวัดอัตราการไหลเป็นการวัดค่าตัวแปรที่สำคัญค่าหนึ่ง ในทุกกระบวนการทางอุตสาหกรรม ซึ่งเกี่ยวข้องกับการไหลของของแข็ง ของเหลว และก๊าซ โดยการวัดอัตราการไหลเหล่านี้จำเป็นต้องศึกษาหลักการของอุปกรณ์วัดอัตราการไหล เพื่อให้สามารถออกแบบติดตั้ง และเลือกใช้งานได้อย่างเหมาะสมกับกระบวนการนั้นๆ

2.1 จลนศาสตร์

จลนศาสตร์ เป็นวิชากลศาสตร์ที่กล่าวถึงการเคลื่อนที่ของสสาร โดยไม่พิจารณาสาเหตุของการเคลื่อนที่ที่เกิดจากแรงมากระทำ จะพิจารณาการเคลื่อนที่อันประกอบด้วย การเปลี่ยนตำแหน่ง ความเร็ว และความเร่ง สำหรับการเคลื่อนที่ในทางกลศาสตร์หรือเรียกว่าการไหล สามารถอธิบายการไหลจากสภาพของการไหลได้หลายวิธีเช่น การไหลแบบราบเรียบ หรือการไหลแบบปั่นป่วน การไหลแบบคงตัว หรือการไหลแบบไม่คงตัว การไหลสม่ำเสมอ หรือการไหลไม่สม่ำเสมอ และการไหลแบบหมุนวน หรือการไหลแบบไม่หมุนวน เป็นต้น การไหลแบบราบเรียบ อนุภาคของของไหลจะเคลื่อนที่อย่างเป็นระเบียบมีลักษณะเหมือนเป็นชั้นบาง ๆ ส่วนการไหลแบบปั่นป่วน อนุภาคของของไหลจะเคลื่อนที่อย่างไม่เป็นระเบียบ

2.1.1 อัตราการไหล

อัตราการไหล คือ ปริมาณของไหลที่ไหลผ่านพื้นที่หน้าตัดใด ๆ (A) ที่กำหนด ต่อหนึ่งหน่วยเวลา โดยที่อัตราการไหลเชิงปริมาตร (Q) มีสมการทั่วไป ดังนี้ [1]

$$Q = Av \quad (2.1)$$

เมื่อ A คือ พื้นที่หน้าตัดการไหล

v คือ ความเร็วเฉลี่ยของการไหล

2.1.2 คุณสมบัติของของไหล

คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของของไหล ได้แก่ อุณหภูมิ ความดัน ความหนาแน่น ความหนืด ความเร็ว จำนวนเลขเรย์โนลด์ ค่าเหล่านี้จะมีความสัมพันธ์ต่อการไหล

- 1) อุณหภูมิ ตามปกติเมื่ออุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลงจะทำให้สภาพหรือ คุณสมบัติของของไหลมีการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย โดยจะเกี่ยวข้องกับค่าหนาแน่น ฯลฯ ดังนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

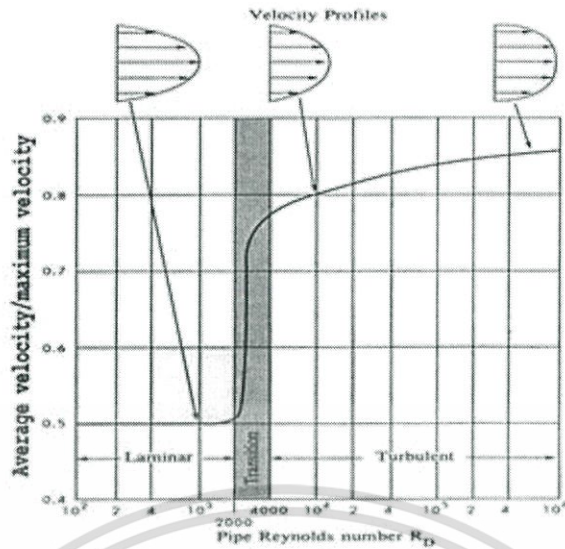
อุณหภูมิ ความหนืด ความจืดมีผลอย่างมากต่อการไหลของของไหล อย่างยิ่งในสถานะของก๊าซจะต้องคำนึงถึงเป็นพิเศษ

- 2) ความดัน เนื่องจากความดันมีความสัมพันธ์กับแรงดันที่หน้าตัดดังนั้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าความดันในของไหลที่ต้องการวัดจะทำให้ความเร็วการไหลของของไหลเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย
- 3) ความหนาแน่น เนื่องจากความหนาแน่นมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักและปริมาตร ดังนั้นหากของไหลบรรจุอยู่ในภาชนะที่มีปริมาตรจำกัดก็จะทำให้มีความหนาแน่นมากขึ้นคืออาจมีผลต่อการไหลของสารเหล่านั้น
- 4) ความหนืด หมายถึง ความต้านทานต่อการไหลของของไหลเหล่านั้น เช่น น้ำมันหล่อลื่นมีความหนืดมากกว่าน้ำ หรือน้ำมีความหนืดมากกว่าน้ำมันเบนซิน เป็นต้น ตามปกติความหนืดของของเหลวจะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น แต่ขณะเดียวกันความหนืดของก๊าซจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิของก๊าซลดลง
- 5) ความเร็ว จะเป็นค่าตัวแปรที่กำหนดพฤติกรรมการไหลของของไหลว่าจะเป็นไปได้ในลักษณะใด กล่าวคือ เมื่อความเร็วเฉลี่ยของของไหลเป็นไปอย่างช้าๆ เราจะเรียกการไหลแบบนี้ว่า การไหลแบบราบเรียบ บริเวณใกล้กับเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ ความเร็วของการไหลจะมีค่ามากกว่าบริเวณที่ห่างออกไป และหากความเร็วมีค่ามากขึ้นถึงระดับหนึ่งจะทำให้เกิดการไหลแบบปั่นป่วน ซึ่งการไหลแบบนี้จะพบเห็นกันเป็นจำนวนมาก การไหลแบบปั่นป่วนนี้จะเป็นการไหลที่มีรูปแบบไม่แน่นอน
- 6) จำนวนเลขเรย์โนลด์ เป็นเลขดัชนีที่บ่งบอกสภาพปรากฏการณ์การไหลของของไหล จำนวนเลขเรย์โนลด์จะมีค่าขึ้นอยู่กับความเร็วการไหล, ความหนืด, ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ และความหนาแน่นของของไหล เราอาจเขียนความสัมพันธ์ดังกล่าวได้ดังสมการที่ 2.2 [1]

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu} \quad (2.2)$$

เมื่อ Re = จำนวนเลขเรย์โนลด์
 V = ความเร็วการไหล
 D = เส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อ
 ρ = ความหนาแน่นของของไหล
 μ = ความหนืดของของไหล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



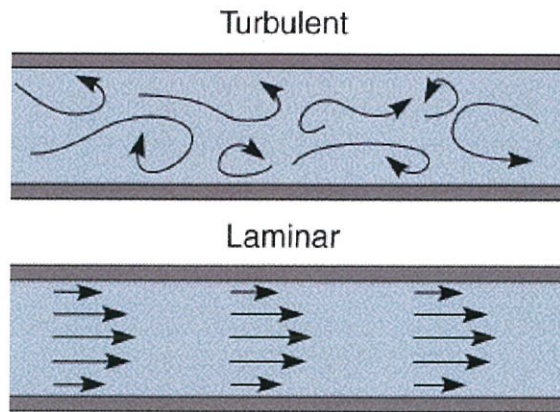
รูปที่ 2.1 Velocity Profile ของการไหล [1]

2.1.3 ลักษณะของการไหล

การไหลแบบราบเรียบหรือการไหลแบบสม่ำเสมอ คือ รูปแบบการไหลที่อนุภาคของของไหลเคลื่อนที่อย่างเป็นระเบียบ ไม่มีการผสมกันระหว่างชั้นของไหล ลักษณะการไหลแบบนี้โดยทั่วไปเกิดขึ้นกับของไหลที่มีความหนืดสูงและไหลด้วยความเร็วต่ำ หรือขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อที่ของไหลไหลผ่านมีขนาดใหญ่มาก ๆ เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณของไหลที่ไหลภายในท่อ ลักษณะการไหลของของไหลมีความสำคัญต่อการเลือกใช้ชนิดของเครื่องมือวัดที่เหมาะสมกับการใช้งาน สามารถพิจารณาได้จากค่าเรย์โนลด์์ ซึ่งเป็นตัวเลขที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของของไหลที่เปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิและความดัน ได้แก่ ความหนาแน่น ความหนืด ความเร็วของของไหลที่ไหลภายในท่อ และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ ของไหลที่ไหลภายในท่อที่มีการไหลแบบราบเรียบจะมีค่าเรย์โนลด์์ต่ำ โดยมีค่าเรย์โนลด์์นัมเบอร์วิกฤตเป็นตัวบ่งบอกถึงการเปลี่ยนลักษณะการไหลของของไหลจากแบบราบเรียบไปเป็นการไหลแบบปั่นป่วน สำหรับของไหลที่ไหลในท่อมี่ค่าเรย์โนลด์์นัมเบอร์วิกฤตเท่ากับ 2,300 ถ้าจำนวนเลขเรย์โนลด์์มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2,000 ($Re \leq 2,000$) ของไหลจะมีลักษณะการไหลแบบราบเรียบ ถ้าจำนวนเลขเรย์โนลด์์มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 4,000 ($Re \geq 4,000$) ของไหลจะมีลักษณะการไหลแบบปั่นป่วน [1]

การไหลแบบปั่นป่วนหรือการไหลที่ไม่เป็นระเบียบ โดยทั่วไปเกิดขึ้นกับของไหลที่มีค่าความหนืดต่ำและไหลด้วยความเร็วสูง หรือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อที่ของไหลไหลผ่านมีขนาดเล็กเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณของไหลที่ไหลภายในท่อ รูปแบบการไหลของของไหลมีทิศทางและความเร็วที่ไม่แน่นอน และมีการผสมกันระหว่างชั้นของไหลในขณะเคลื่อนที่ลักษณะการไหลของของไหลมีความสำคัญต่อการเลือกใช้ชนิดของเครื่องมือวัดที่เหมาะสมกับการใช้งาน สามารถพิจารณาได้จากค่าตัวเลขเรย์โนลด์์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



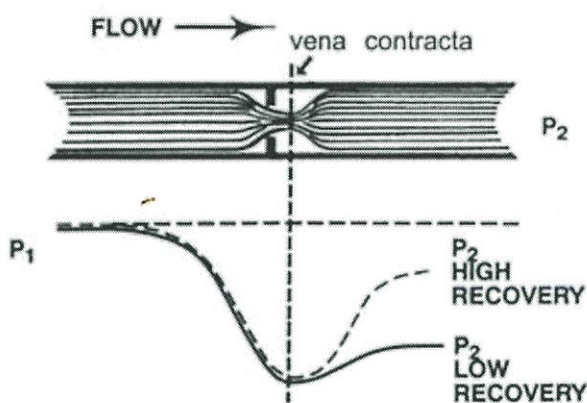
รูปที่ 2.2 ลักษณะการไหลของของไหล [1]

2.2 หลักการของเครื่องมือวัดอัตราการไหล

อุปกรณ์วัดอัตราการไหลมีหลายประเภทที่นิยมใช้คือแผ่นออริฟิสและเวนทูรี อุปกรณ์ทั้ง 2 แบบ ทำงานโดยใช้หลักการลดพื้นที่หน้าตัดของการไหลทำให้ความเร็วของการไหลสูงขึ้นพร้อมกับความดันที่ลดลง ความสัมพันธ์ระหว่างความดันที่ลดลงและความเร็วที่เพิ่มขึ้นทำให้เกิดเป็นแนวคิดหลักของของการวัดอัตราการไหล

2.2.1 Orifice Plate Flow Meter

หลักการทำงานของ Orifice Plate Flow Meter โดยเมื่อของไหลไหลผ่านออริฟิส จะเกิดการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ของการไหลอย่างทันทีทันใดบริเวณออริฟิส ทำให้ของไหล ไหลไม่เต็มท่อทั้งด้าน Upstream และ Downstream ในขณะที่ของไหล ไหลผ่านออริฟิสไปแล้วนั้น ความดันจะเพิ่มขึ้นทันทีทันใดบริเวณด้านหน้าของออริฟิส จากนั้นความดันจะลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อของไหลไหลผ่านแผ่นออริฟิสและยังคงลดลงต่อไปจนถึงตำแหน่งที่ความดันลดลงต่ำสุด เช่นเดียวกับขนาดของ Fluid Jet จะลดลงเรื่อยๆจนถึงตำแหน่งต่ำสุดเช่นกัน ซึ่งตำแหน่งดังกล่าวเรียกว่า Vena Contracta จากนั้นขนาดของ Fluid Jet และ ความดันจะเพิ่มขึ้นแต่ไม่เท่ากับความดันก่อนผ่านออริฟิส เนื่องจากการสูญเสียพลังงานเกิดขึ้น [2]



รูปที่ 2.3 ลักษณะของของไหลที่ไหลผ่านแผ่นออริฟิส [2]

สัญญาณความดันแตกต่างที่เกิดจากของไหลไหลผ่านแผ่นออริฟิสจะถูกส่งผ่านทาง จุดต่อสำหรับวัดค่าความดันทั้งทางด้านหน้าและด้านหลัง ของแผ่นออริฟิสซึ่งตำแหน่งของ จุดต่อสำหรับวัดค่าความดันด้านหน้าส่วนใหญ่มีระยะห่างจากแผ่นออริฟิสประมาณหนึ่งเท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ ส่วนค่าความดันหลังผ่านแผ่นออริฟิสจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับระยะห่างจากแผ่นออริฟิส

แผ่นออริฟิสเป็นอุปกรณ์วัดอัตราการไหลชนิด Differential Pressure Flow Meter หรือรู้จักกันในอีกชื่อว่า Head Meter Differential Pressure Flow Meter โดยแผ่นออริฟิส ประกอบด้วย Flat Plate ที่มีรูลักษณะเป็นวงกลมมีเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่าเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ ที่ติดตั้งอยู่ตั้งแต่ 10-80 เปอร์เซ็นต์ของเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ อัตราส่วนของเส้นผ่าศูนย์กลางรูออริฟิส และเส้นผ่าศูนย์กลางท่อเรียกว่า Beta Ratio ซึ่งใช้เป็นข้อมูลสำคัญในการคำนวณ เพื่อออกแบบออริฟิส เพราะขนาดของ Beta Ratio มีผลต่อค่าความดันแตกต่าง [2]

ในการติดตั้งแผ่นออริฟิสส่วนใหญ่นิยมใช้ Pipe Flange ในการติดตั้งและส่งสัญญาณค่าความดันแตกต่างจะถูกต่อออกมาจากท่อซึ่งระยะห่างระหว่างจุดต่อสำหรับวัดค่าความดันแตกต่าง และแผ่นออริฟิสจะขึ้นอยู่กับการออกแบบ

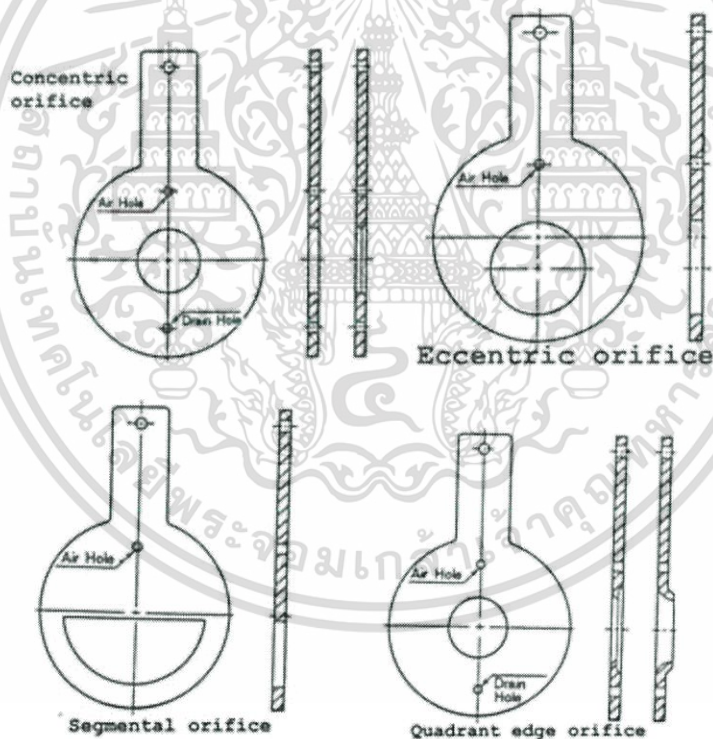
แผ่นออริฟิสมี 4 รูปแบบ คือ

- 1) Concentric Orifice หรือ แบบศูนย์กลางร่วม แผ่นออริฟิสแบบนี้เป็นแบบที่ง่ายในการสร้างและใช้กันอย่างมาก ลักษณะแผ่นออริฟิสเป็นแผ่นโลหะมีรูกลมอยู่ตรงกลาง ซึ่งเป็นศูนย์กลางร่วมกับท่อด้วย ผิวหน้าด้านหนึ่งจะเรียบตั้งฉากกับแกนของท่อส่วนอีกด้านหนึ่งจะบานออกเอียงทำมุมกับผิวหน้าประมาณ 45 องศา โดยของไหลจะไหลเข้าด้านที่เรียบตั้งฉาก
- 2) Eccentric Orifice หรือ แบบเอียงศูนย์กลาง แผ่นออริฟิสจะเป็นรูกลมเหมือนกับแบบ Concentric Orifice แต่จุดศูนย์กลางของรูจะเอียงกับเส้นผ่านศูนย์กลางของแผ่นออริฟิสโดยรูจะค่อนลงมาทางด้านล่างหรือด้านบนของแผ่นประมาณ 98 เปอร์เซ็นต์ของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ โดยทั่วไปแล้วปลายด้านล่างมักจะออกแบบให้มีระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสมอกับผนังท่อ และจุดที่เสมอกับผนังท่อมักจะอยู่ตรงข้ามกับแนวเส้นผ่าศูนย์กลางของจุดต่อสำหรับวัดค่าความดันความแตกต่าง เพื่อแก้ปัญหาเกี่ยวกับสารแขวนลอยหรือตะกอนที่ปะปนมากับของไหล

- 3) Segmental Orifice หรือ แบบเสี้ยววงกลม แผ่นออริฟิสแบบนี้ช่องทางไหลของของไหลจะถูกเจาะเป็นครึ่งหนึ่งของวงกลมและช่องอาจถูกตัดทั้งด้านบนหรือล่างก็ได้
- 4) Quadrant Edge ช่องของแผ่นออริฟิสเป็นแบบศูนย์กลางร่วมกับท่อ แต่การบานออกของแผ่นออริฟิสแตกต่างกันไปข้างคือด้าน Upstream จะมีความโค้งมนเป็นหนึ่งส่วนสี่ของวงกลม แผ่นออริฟิสแบบนี้จะทำให้ค่า C_d (Coefficient of Discharge) คงที่ที่ค่าเรย์โนลด์ต่ำ ๆ ประมาณ 3000 หรือ 5000 ถึง 100000 ขึ้นอยู่กับ Beta Ratio แผ่นออริฟิสแบบนี้เหมาะสำหรับใช้กับของเหลวที่มีความหนืดสูงเช่น น้ำมันเตา, น้ำมันดิบ, Slurry และน้ำเชื่อม เป็นต้น เป็นแบบที่ใช้งานกับของไหลที่มีค่าเรย์โนลด์ต่ำ ๆ



รูปที่ 2.4 แผ่นออริฟิสทั้ง 4 ประเภท [2]

จุดต่อสำหรับวัดค่าความดันความแตกต่างในการใช้งานแผ่นออริฟิสสำหรับวัดอัตราการไหลจะต้องมีจุดต่อสำหรับใช้วัดค่าความดันความแตกต่าง ทางด้านหน้าและด้านหลังอย่างน้อยด้านละหนึ่งจุด เพื่อใช้สำหรับต่อไปยังอุปกรณ์วัดความดันแตกต่างที่ใช้วัดค่าความดันความแตกต่างที่เกิดจากแผ่นออริฟิส สามารถแบ่งลักษณะจุดต่อได้ 3 แบบ ดังนี้ [2]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) จุดต่อที่หน้าแปลน (Flange Taps)

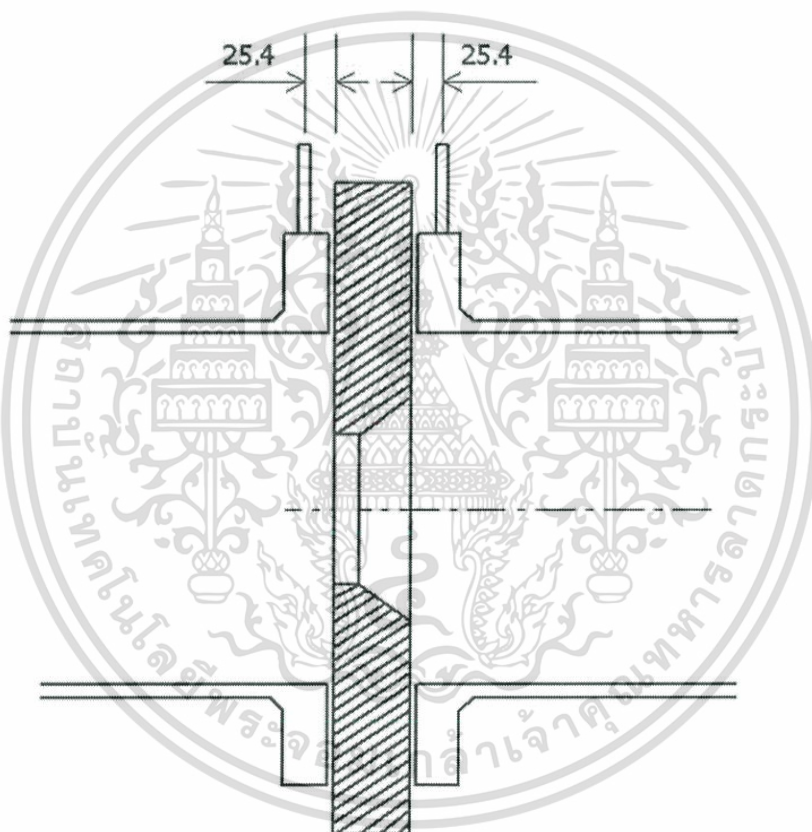
จุดต่อแบบนี้จะอยู่ที่หน้าแปลน ซึ่งวัดจากด้านหน้าและด้านหลังของแผ่นออริฟิสออกไปด้านละ 25.4 มิลลิเมตร โดยระยะอาจเปลี่ยนแปลงได้เล็กน้อยขึ้นอยู่กับ ค่าของแผ่นออริฟิสที่เลือกใช้ โดยมีข้อกำหนดดังนี้

$\beta > 0.6$ และ $D > 150$ มิลลิเมตร

ระยะอาจเปลี่ยนแปลงได้เป็นระยะเท่ากับ 25.4 ± 0.5 มิลลิเมตร

$\beta < 0.6$ หรือ $\beta > 0.6$ และ $150 < D < 1000$ มิลลิเมตร

ระยะอาจเปลี่ยนแปลงได้เป็นระยะเท่ากับ 25.4 ± 1.0 มิลลิเมตร



รูปที่ 2.5 จุดต่อที่หน้าแปลน (Flange Taps) [2]

ข้อจำกัดในการใช้จุดต่อแบบนี้เป็นดังนี้ [2]

เมื่อ $d \geq 12.5$ มิลลิเมตร

50 มิลลิเมตร $\leq D \leq 1000$ มิลลิเมตร

$0.2 \leq \beta \leq 0.75$

$Re_D \geq 5000$; สำหรับ $0.2 \leq \beta \leq 0.45$

$Re_D \geq 10000$; สำหรับ $\beta > 0.45$

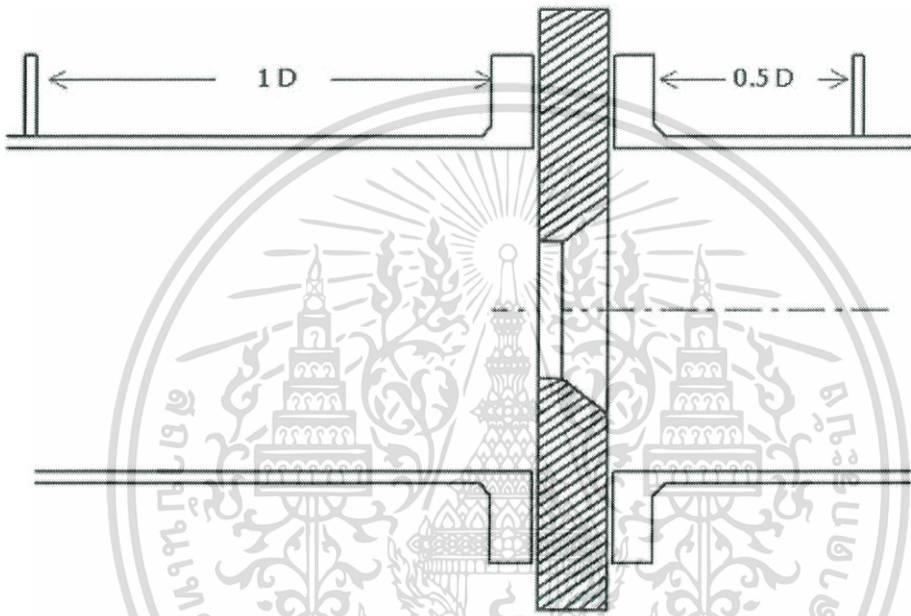
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) จุดต่อที่ระยะ D และ 0.5D (Vena Contracta Taps)

จุดต่อแบบนี้จะอยู่ที่ท่อแทนที่จะอยู่ที่หน้าแปลนเหมือนกับแบบแรก ซึ่งวัดจากด้านหน้าของแผ่นออริฟิสออกไปที่ระยะ 1D และด้านหลังของแผ่นออริฟิสออกไปที่ระยะ 0.5D โดยระยะอาจเปลี่ยนแปลงได้เล็กน้อยขึ้นอยู่กับ ค่าของแผ่นออริฟิสเลือกใช้ โดยมีข้อกำหนดดังนี้

$\beta < 0.6$, ระยะด้านหน้าเท่ากับ $D \pm 0.1D$ และระยะด้านหลังเป็น $0.5D \pm 0.02D$

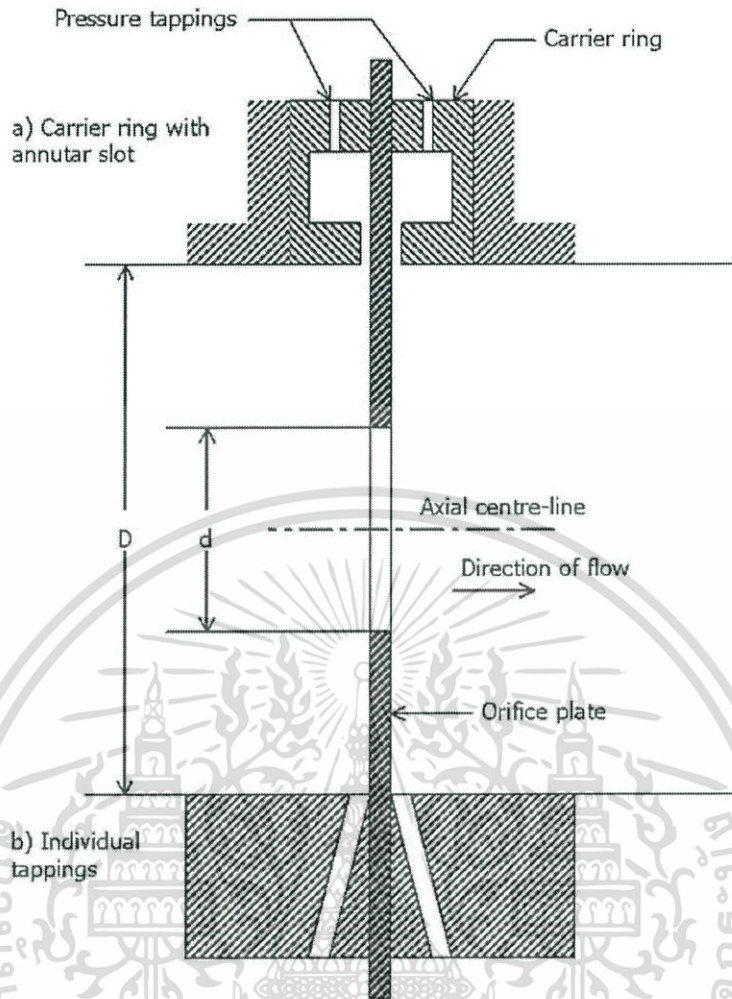
$\beta > 0.6$, ระยะด้านหน้าเท่ากับ $D \pm 0.1D$ และระยะด้านหลังเป็น $0.5D \pm 0.01D$



รูปที่ 2.6 จุดต่อที่ระยะ D และ 0.5D (Vena Contracta Taps) [2]

ข้อจำกัดในการใช้จุดต่อแบบนี้จะเหมือนกับแบบจุดต่อที่หน้าแปลน

- 3) จุดต่อที่ Corner Taps จุดต่อแบบนี้อยู่ที่หน้าแปลน ซึ่งจะติดกับแผ่นออริฟิส ทั้งด้านหน้าและด้านหลัง



รูปที่ 2.7 จุดต่อที่ Corner Taps [2]

ข้อจำกัดในการใช้จุดต่อแบบนี้เป็นดังนี้ [2]

เมื่อ $d \geq 12.5$ มิลลิเมตร

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

$0.2 \leq \beta \leq 0.75$

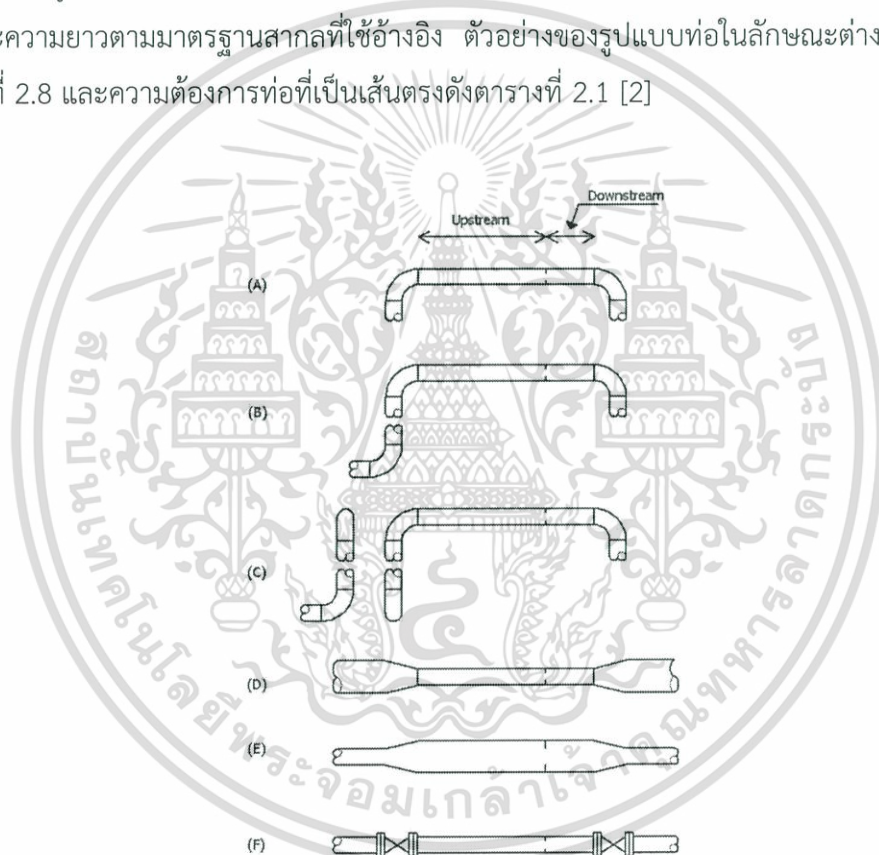
$Re_D \geq 1.260\beta^2 D$

การเลือกใช้แผ่นออริฟิสการเลือกใช้การวัดอัตราการไหลด้วยแผ่นออริฟิสตามมาตรฐาน ISO-5167 จะใช้กับท่อขนาดตั้งแต่ 2 นิ้วขึ้นไปจนถึงประมาณ 10-12 นิ้ว แต่ถ้าท่อมีขนาดใหญ่มาก ๆ เช่น ขนาด 18, 20, 24 นิ้ว การใช้แผ่นออริฟิสอาจไม่เหมาะสมเนื่องจากค่าใช้จ่าย ดังนั้นจึงควรพิจารณาเลือกใช้การวัดแบบอื่นเช่น อัลตราโซนิก หรือ Pitot Tube เป็นต้น และค่า Rangeability ต้องไม่มากกว่า 5:1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากจะทำให้ค่าที่อ่านได้ที่ย่านอัตราการไหลต่ำ ๆ มีค่าผิดพลาดได้สูง นอกจากนั้นแล้วการวัดอัตราการไหลด้วยออริฟิสไม่เหมาะสมกับในการควบคุมบางชนิดที่ต้องการความดันสูญเสียในระบบหรือในท่อที่มีค่าต่ำๆ วัสดุสำหรับใช้ทำแผ่นออริฟิสเป็นอีกตัวแปรหนึ่งที่ต้องมีการพิจารณาให้เหมาะสมกับชนิดของไหลและทนต่อการกัดกร่อน โดยทั่วไปจะใช้เป็น 316 SS หรือวัสดุที่ดีกว่า

การติดตั้งแผ่นออริฟิส ในการติดตั้งแผ่นออริฟิสจะต้องติดตั้งอยู่กับท่อในส่วนที่รูปแบบการไหลของไหลไม่เปลี่ยนแปลงมากๆ ถ้ารูปแบบการไหลมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาจะทำให้มีผลต่อค่าอัตราการไหลที่วัดได้จากแผ่นออริฟิส ในโครงการก่อสร้างการติดตั้งท่อจะมีรูปแบบต่าง ๆ หลหลายรูปแบบ ซึ่งจะส่งผลต่อการวัดด้วยเช่นกัน ดังนั้นการวัดค่าอัตราการไหลในกระบวนการผลิตที่ต้องการความถูกต้อง จะต้องมีการจัดเตรียมท่อด้านหน้าและด้านหลังของแผ่นออริฟิสที่เป็นเส้นตรงให้มีระยะความยาวตามมาตรฐานสากลที่ใช้อ้างอิง ตัวอย่างของรูปแบบท่อในลักษณะต่างๆ ดังแสดงได้ดังรูปที่ 2.8 และความต้องการท่อที่เป็นเส้นตรงดังตารางที่ 2.1 [2]



รูปที่ 2.8 รูปแบบท่อในลักษณะต่าง ๆ [2]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงความต้องการท่อที่เป็นเส้นตรง [2]

* Values expressed as multiples of D (Pipe diameter)

Beta ratio	Upstream (Inlet) side of the primary devices							Downstream (Outlet) side of the primary devices
	Single bend or tree	Two bends in the same plans	Two bends in the different plans (C)	Reducer	Expander	Globe valve fully open	Ball or Gate valve fully open	
	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(F)	
0.20	10	14	34	5	16	18	12	4
0.25	10	14	34	5	16	18	12	4
0.30	10	16	34	5	16	18	12	5
0.35	12	16	36	5	16	18	12	5
0.40	14	18	36	5	16	20	12	6
0.45	14	18	38	5	17	20	12	6
0.50	14	20	40	6	18	22	12	6
0.55	16	22	44	8	20	24	14	6
0.60	18	26	48	9	22	26	14	7
0.65	22	32	54	11	25	28	16	7
0.70	28	36	62	14	30	32	20	7
0.75	36	42	70	22	38	36	24	7
0.80	46	50	80	30	54	44	30	7

การวัดอัตราการไหลด้วยแผ่นออร์ฟิสจะต้องมีการติดตั้งร่วมกับอุปกรณ์วัดความดันแตกต่างกันด้วยเสมอ เพื่อใช้ในการเปลี่ยนสัญญาณความดันแตกต่างจากหน้าแปลนของแผ่นออร์ฟิสไปเป็นสัญญาณมาตรฐานทางไฟฟ้า 4-20 มิลลิแอมป์หรือสัญญาณลมมาตรฐาน 3-15 Psi ซึ่งปัจจุบันสัญญาณลมมีการใช้งานกันน้อยมาก สัญญาณมาตรฐานที่ได้จะถูกส่งต่อไปยังระบบควบคุมหรือระบบแสดงผลต่อไป ในทำนองเดียวกันกับการติดตั้งแผ่นออร์ฟิส การติดตั้งอุปกรณ์วัดความดันแตกต่างจะต้องทำการติดตั้งให้ถูกต้องเพื่อให้ค่าที่อ่านได้จากอุปกรณ์การวัดความดันแตกต่างมีความผิดพลาดต่ำ ตัวแปรหลัก ๆ สำหรับใช้พิจารณาการติดตั้งจะเป็นดังนี้

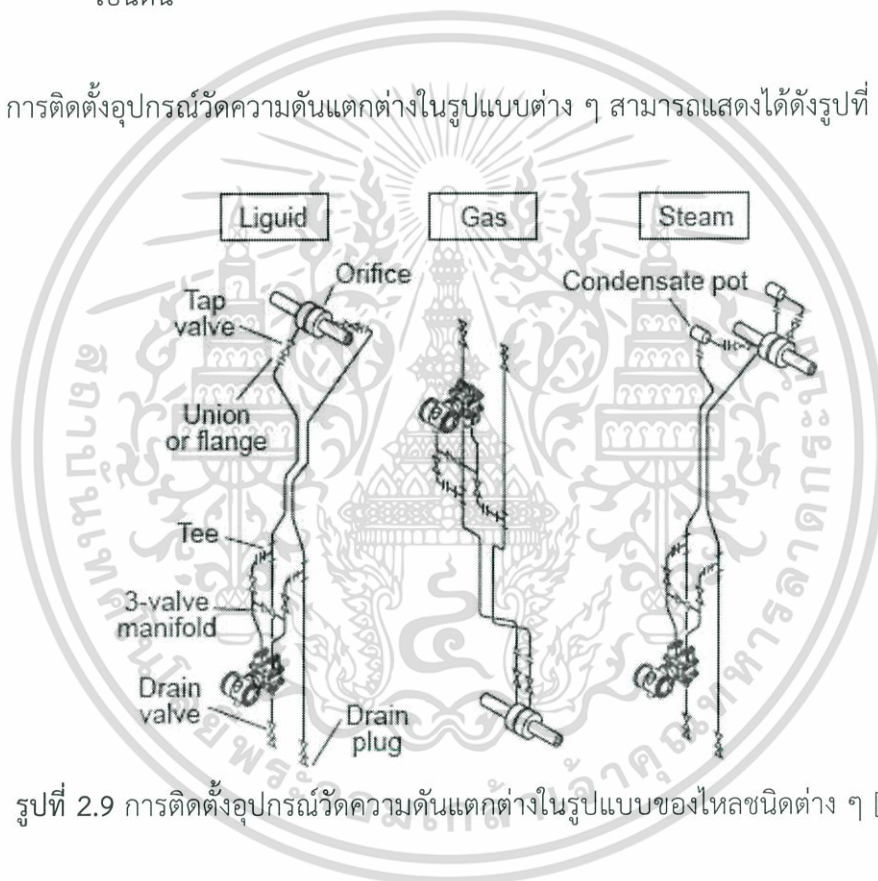
1. ตำแหน่งของอุปกรณ์การวัดความดันแตกต่างจะขึ้นอยู่กับสถานะของไหลที่ต้องกาวัด ถ้าของไหลมีสถานะเป็นก๊าซหรือไอ จะต้องติดตั้งอุปกรณ์ให้อยู่เหนือจุดที่ทำการวัด ถ้าของไหลมีสถานะเป็นของเหลวจะต้องติดตั้งอุปกรณ์วัดให้อยู่ต่ำกว่าจุดที่ทำการวัด เหตุผลหลัก ๆ คือ ในกรณีของไหลที่เป็นก๊าซนั้น ไม่ต้องการให้ของไหลมีการกลั่นตัวเป็นของเหลวค้างอยู่ในท่อจากจุดวัดไปยังอุปกรณ์ ในทำนองเดียวกันกับของไหลที่เป็นของเหลวที่ไม่ต้องการให้มีฟองอากาศอยู่ในท่อเนื่องจากย่านการวัดของอุปกรณ์วัดความดันแตกต่างมีค่าต่ำมาก เป็นมิลลิบาร์ ถ้ามีของเหลวหรือก๊าซปนอยู่ในท่อจาก

จุดวัดไปยังอุปกรณ์ไม่เท่ากัน ทำให้ความดันแตกต่างที่วัดได้มีค่าไม่ตรงกับค่าความดัน
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตกต่างที่ได้จากแผ่นออริฟิส ซึ่งจะทำให้ค่าอัตราการไหลที่อ่านได้บนหน่วยแสดงผลมีค่าไม่ถูกต้อง

- 2) ความยาวของท่อทั้งสองด้านควรมีระยะให้สั้นที่สุด
- 3) ความเอียงของท่อต้องเหมาะสม
- 4) สถานะของของไหลในท่อจนถึงตัวอุปกรณ์จะต้องมีสถานะเดียวกัน ในบางครั้งอาจมีข้อจำกัดของอุปกรณ์ในเรื่องความดันหรืออุณหภูมิ ต้องจัดเตรียมอุปกรณ์เสริมเพิ่มเติม เช่น การติดตั้ง Seal Pot สำหรับใช้วัดไอน้ำอุณหภูมิสูงๆ หรือใช้การผ่นึกด้วยสารเคมี สำหรับของไหลที่มีความหนืดสูงหรืออาจพันรอบท่อด้วยท่อความร้อน เป็นต้น

การติดตั้งอุปกรณ์วัดความดันแตกต่างในรูปแบบต่าง ๆ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.9

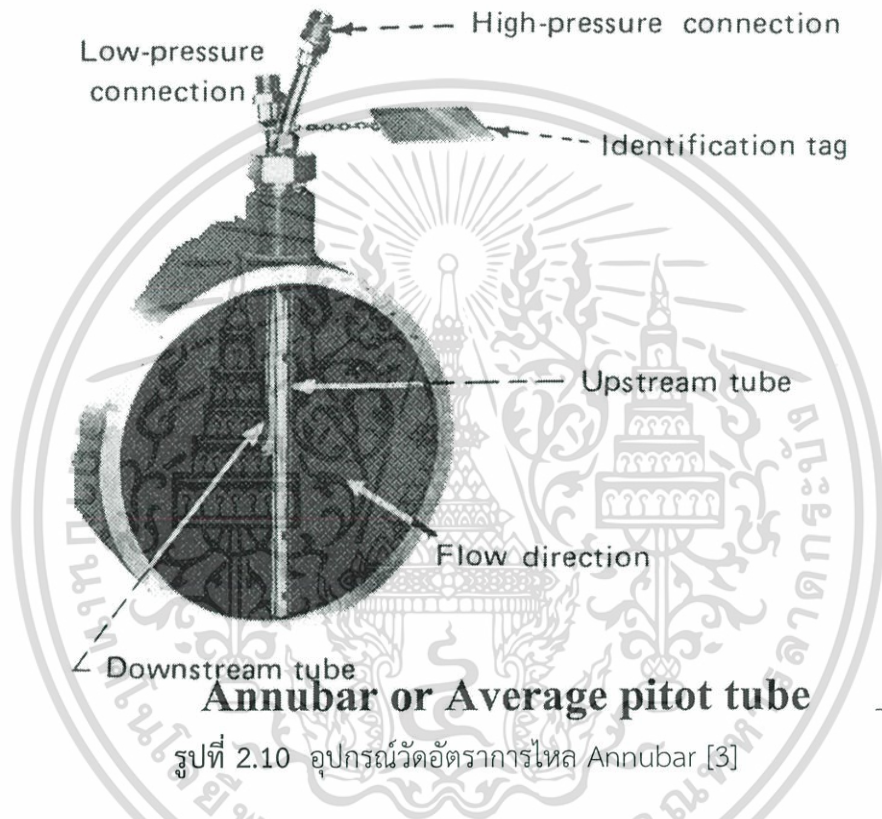


รูปที่ 2.9 การติดตั้งอุปกรณ์วัดความดันแตกต่างในรูปแบบของไหลชนิดต่าง ๆ [2]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 Annubar

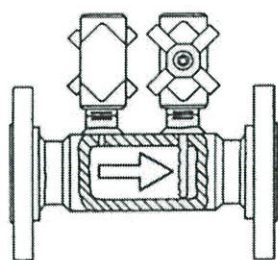
Annubar เป็น Insert Flow Meter ที่มีลักษณะการทำงานเช่นเดียวกับ Pilot Tube ซึ่งประกอบด้วย Sensing Tube 2 ชุด สอดเข้าไปตลอดความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ ทำหน้าที่วัดอัตราการไหล [3] โดย Tube ด้านหน้าจะวัด Impact Pressure สามารถวัดได้จากรูซึ่งถูกเจาะให้หันหน้าเข้าหาทิศทางการไหล โดยตำแหน่งของรูจะถูกออกแบบให้วัดค่าเฉลี่ยตามลักษณะรูปแบบของการไหล ทั่วไป Impact Hold จะมี 4 รู ส่วน Tube ด้านหลังทำหน้าที่วัดความดันคงที่ โดยมีรูที่ปลาย Tube หันหน้าไปตามทิศทางการไหลบริเวณกึ่งกลางท่อ [3]



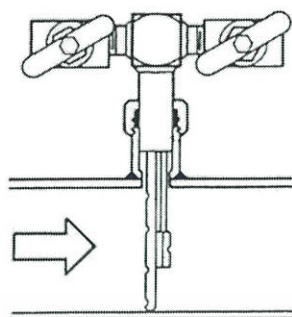
รูปที่ 2.10 อุปกรณ์วัดอัตราการไหล Annubar [3]

Annubar หรือ อุปกรณ์วัดตัวแรกทำหน้าที่สร้างค่าความดันแตกต่างซึ่งแปรผันโดยตรงกับอัตราการไหลกำลังสองโดยมี อุปกรณ์วัดความดันแตกต่างทำหน้าที่วัดค่าความดันแตกต่างและแปลงเป็นสัญญาณแรงดันไฟฟ้าหรือกระแสไฟฟ้า [3]

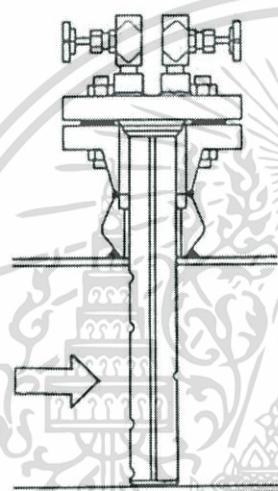
Annubar มีหลายแบบขึ้นอยู่กับการใช้งาน



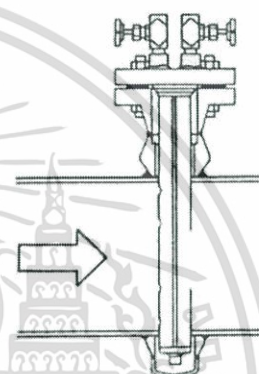
(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

รูปที่ 2.11 แสดงการประยุกต์ใช้งาน Annubar ทั้ง 4 รูปแบบ [3]

- รูป (ก) สำหรับท่อที่มีขนาดเล็ก เส้นผ่านศูนย์กลาง 1-1/2 นิ้ว ความดันคงที่ จะวัดที่ผิวท่อเปรียบเทียบกับความดันที่เกิดจากความเร็วในการไหลด้วย Annubar
- รูป (ข) สำหรับท่อขนาด 50-170 มิลลิเมตร
- รูป (ค) สำหรับท่อขนาด 150-1800 มิลลิเมตร
- รูป (ง) สำหรับท่อขนาด 1800 มิลลิเมตร ขึ้นไป

การประยุกต์การใช้งาน Annubar เหมาะสำหรับวัดอัตราการไหลของกระบวนการที่เป็นแก๊สหรือไอน้ำสะอาด ใช้กับกระบวนการที่ต้องการการสูญเสียความดันที่เกิดจากตัวอุปกรณ์ต่ำๆ เหมาะกับท่อที่มีขนาดใหญ่ โดยมีขนาดตั้งแต่ 3.175 ถึง 3,750 มิลลิเมตร เช่น ระบบท่อ ระบบน้ำเย็นของโรงไฟฟ้า

ข้อควรระวังในการติดตั้งและใช้งาน

- 1) Annubar สามารถติดตั้งได้ทั้งในแนวนอนและที่ในแนวตั้ง โดยลักษณะของจุดต่อและอุปกรณ์วัดความดันแตกต่างของทั้งสองวิธีจะติดตั้งแตกต่างกัน

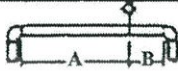

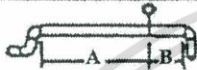




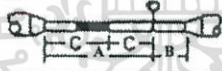


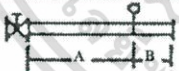
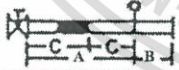
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2) การติดตั้ง Annubar ควรหลีกเลี่ยงบริเวณที่มีการสั่นสะเทือน
- 3) ทิศทางของ Multiple Port จะต้องหันหน้าเข้าหาทิศทางการไหลของกระบวนการเสมอ
- 4) ในกรณีที่มีวาล์วควบคุมในเส้นทางของกระบวนการควรติดตั้งวาล์วควบคุมหลัง Annubar
- 5) Impulse Line หรือ Instrument Piping ควรออกแบบให้มีความยาวน้อยที่สุด โดยไม่เกิน 5 เมตร จาก Annubar จนถึงตัวอุปกรณ์วัดความดันแตกต่าง
- 6) การติดตั้งอุปกรณ์วัดความดันแตกต่างสำหรับ Annubar ตำแหน่งของ High Pressure Port และ Low Pressure Port ต้องอยู่ในระนาบเดียวกัน
- 7) กรณีที่วัดการไหลของไอน้ำควรติดตั้ง Condensing Chamber บน Tap Line โดย Chamber ทั้ง 2 ตัว ต้องอยู่ในระดับเดียวกัน
- 8) ต้องมีความยาวของท่อตรงด้านหน้าและด้านหลัง Annubar เพียงพอและควรติดตั้ง Straightening Vane สามารถใช้อ้างอิงตามตาราง ดังนี้



ตารางที่ 2.2 แสดงความต้องการท่อที่เป็นเส้นตรงของ Annubar [3]

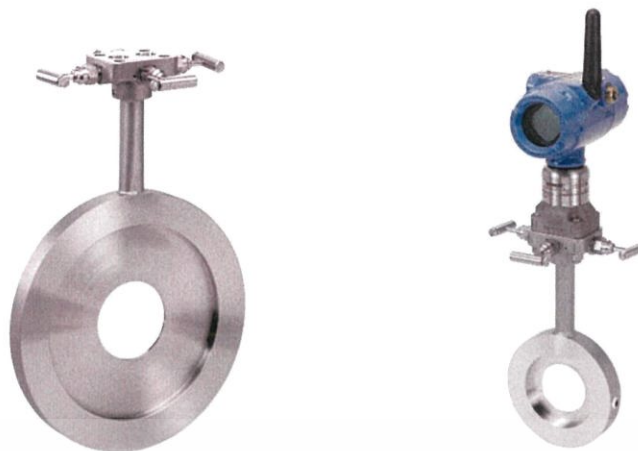
Annubar installation criteria

minimum diameter of straight pipe	upstream dimension					downstream dimension
	without vane		with vane			
	in plane	out of plane	A	C	C	
	A	A	A	C	C	
	7	9				3
			6	3	3	
	9	14				3
			8	4	4	
	19	24				4
			9	4	5	
	8	8				3
			8	4	4	
	8	8				3
			8	4	4	
	24	24				4
			9	4	5	

2.2.3 Compact Orifice Plate

Compact Orifice Plate หลักการทำงานเหมือนกับ Orifice Plate แต่จะแตกต่างกันที่การติดตั้ง โดย Orifice Plate จะต้องเดิน Impulse Line แต่ Compact Orifice Plate ไม่ต้องมี Impulse Line เพราะเป็นการนำ Orifice Plate มาติดกับ Manifold Valve หลังจากนั้นสามารถนำเอาทรานสมิตเตอร์มาเชื่อมต่อกับ Manifold Valve ได้เลย ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง ไม่เกิดรอยรั่ว

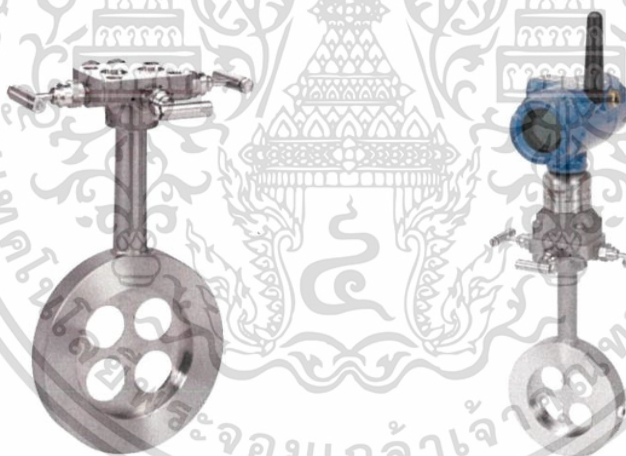
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 Compact Orifice Plate [9]

2.2.4 Compact Conditioning Orifice Plate

Compact Conditioning Orifice Plate หลักการทำงานและการติดตั้งเหมือนกันกับ Compact Orifice Plate แต่จะแตกต่างกันที่ตัวของ Orifice Plate โดยตัว Compact Orifice Plate จะเป็นแบบ 1 รู แต่ Compact Conditioning Orifice Plate นั้นจะเป็นแบบ 4 รู ช่วยให้ลดระยะท่อตรง



รูปที่ 2.13 Compact Conditioning Orifice Plate [10]

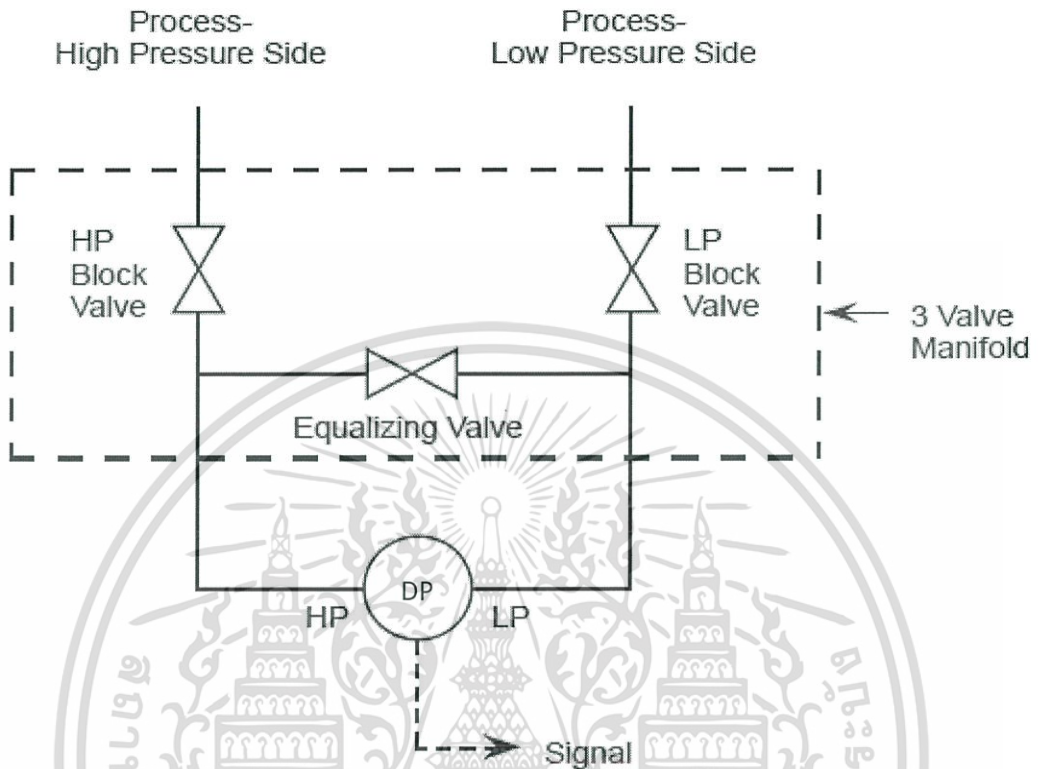
2.3 Manifold Valve

Manifold Valve เป็นอุปกรณ์พื้นฐานที่ใช้ร่วมกับ DP Transmitter และ Pressure Transmitter มีหน้าที่ในการป้องกันความดันของกระบวนการที่จะเข้าสู่ Transmitter ในขณะที่ทำการปรับตั้งค่า และเปลี่ยน Transmitter เพื่อที่กระบวนการไม่ต้องหยุดการทำงาน ซึ่ง Manifold Valve จะมีอยู่ 2 ชนิด คือ

- 1) 3-Way Valve Manifold ใช้สำหรับ DP Transmitter จะประกอบไปด้วยวาล์วบล็อก 2 ตัว และวาล์วปรับสมดุลความดัน 1 ตัว เมื่อต้องการทำการปรับตั้ง หรือ

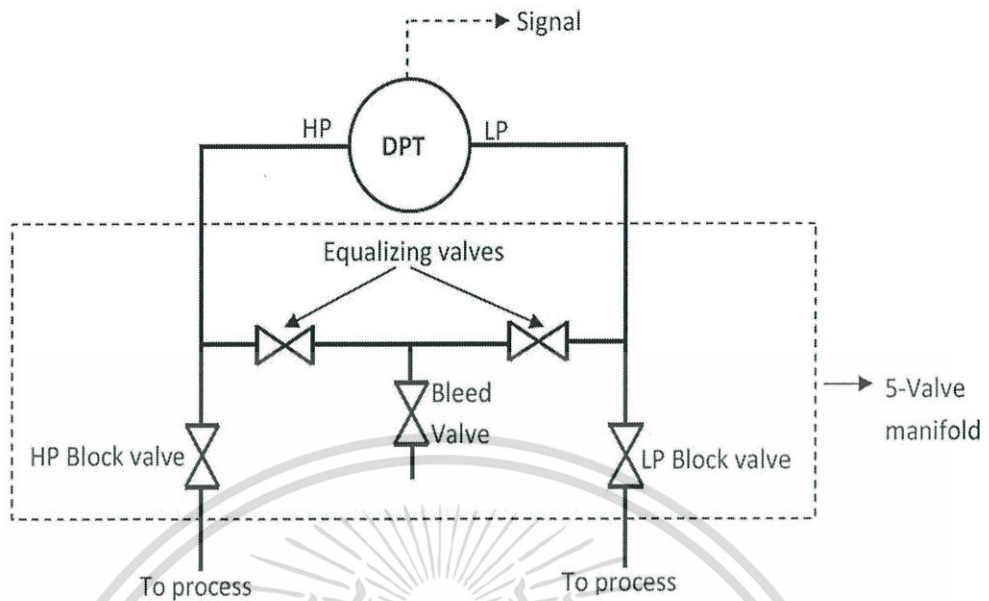
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถอด Transmitter ให้ทำการปิดบล็อกควาล์ว และเปิดวาล์วปรับสมดุลความดัน แต่
ถ้าในการใช้งานปกติ ให้เปิดบล็อกควาล์ว และปิดวาล์วปรับสมดุล



รูปที่ 2.14 3-Way Valve Manifold

- 2) 5-Way Valve Manifold ใช้สำหรับ DP Transmitter เหมือนกับ 3-Way Valve Manifold จะประกอบไปด้วยบล็อกควาล์ว 2 ตัว วาล์วปรับสมดุลความดัน 2 ตัว และวาล์วระบายความดัน 1 ตัว เมื่อต้องการทำการปรับตั้ง หรือถอด Transmitter ให้ทำการปิดบล็อกควาล์ว เปิดวาล์วปรับสมดุลความดัน และเปิดวาล์วระบายความดัน แต่ถ้าในการใช้งานปกติ ให้เปิดบล็อกควาล์ว ปิดวาล์วปรับสมดุล และปิดวาล์วระบายความดัน แสดงดังรูปที่ 2.14

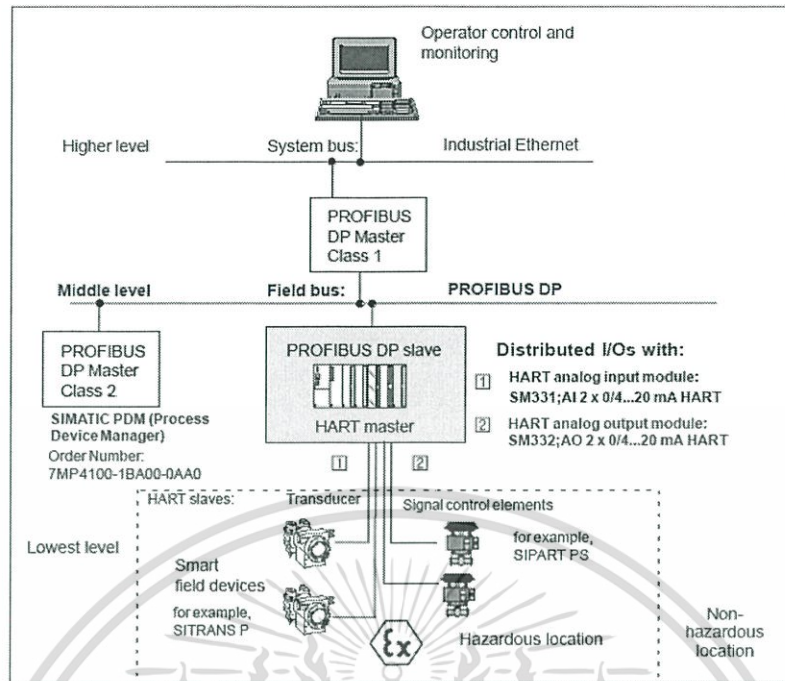


รูปที่ 2.15 5-Way Valve Manifold

2.4 การสื่อสารข้อมูลในระบบเครือข่าย

2.4.1 การสื่อสารข้อมูลแบบ HART

HART เป็นระบบสื่อสารที่มีฟังก์ชันที่ทำให้ผู้ใช้งานสามารถทำการเชื่อมต่อโมดูลอนาล็อกด้วยการสื่อสารแบบดิจิทัล โปโตคอล HART เป็นระบบสื่อสารที่มีฟังก์ชันที่ทำให้ผู้ใช้งานสามารถทำการเชื่อมต่อโมดูลอนาล็อกด้วยการสื่อสารแบบดิจิทัล โปโตคอล HART โดยทั่วไปจะสื่อสารด้วยโพลิตคอลมาตรฐานกับอุปกรณ์ Smart Field Device HART ได้จดทะเบียนเครื่องหมายการค้า ของ “HART Communication Foundation” (HCF)



รูปที่ 2.16 อนุาล็อกโมดูลของ HART ที่ต่อในระบบ [4]

อนุาล็อกโมดูลของ HART จะถูกใช้เพื่อต่อกับ I/O ของอุปกรณ์ Field Device และยังมี ความเกี่ยวพันกับระบบ Profibus DP โดยเชื่อมต่อผ่านทางอนุาล็อกโมดูลของ HART ดังรูปที่ 2.12 อุปกรณ์ Field Device 1 ตัวใช้ต่อกับ 2 ช่องสัญญาณบนอนุาล็อกโมดูลของ HART โมดูล HART ใน ระบบจะทำหน้าที่เป็น Master ส่วนอุปกรณ์ Field Device จะทำหน้าที่เป็น Slave การประยุกต์ใช้ ซอฟแวร์ในระบบ HART จะมีความแตกต่างจากระบบ 4-20 mA คือ สามารถที่จะส่งและรับข้อมูล สำหรับการปรับตั้ง หรือปรับค่า Span โดยผ่านอนุาล็อกโมดูลของ HART

2.4.1.1 ประโยชน์ในการเลือกใช้ HART

- 1) ใช้ Current Loop 4-20 mA ร่วมกับโมดูลอนุาล็อก
- 2) โปโตคอล HART สื่อสารแบบดิจิทัลสามารถใช้ร่วมกับการประมวลผล ใน PLC
- 3) ใช้พลังงานต่ำ สิ่งที่สำคัญก็คือสามารถใช้ในสถานที่ที่อันตรายได้
- 4) ฟังก์ชันการทำงานของ HART ส่งผลทำให้อุปกรณ์ Field device มี ขอบเขตการใช้งานที่กว้างมากขึ้น
- 5) เมื่อใช้งานโมดูล HART แบบอนุาล็อกจะสามารถรวมเอาการทำงานของ HART เข้าไปในระบบ PLC S7 ได้

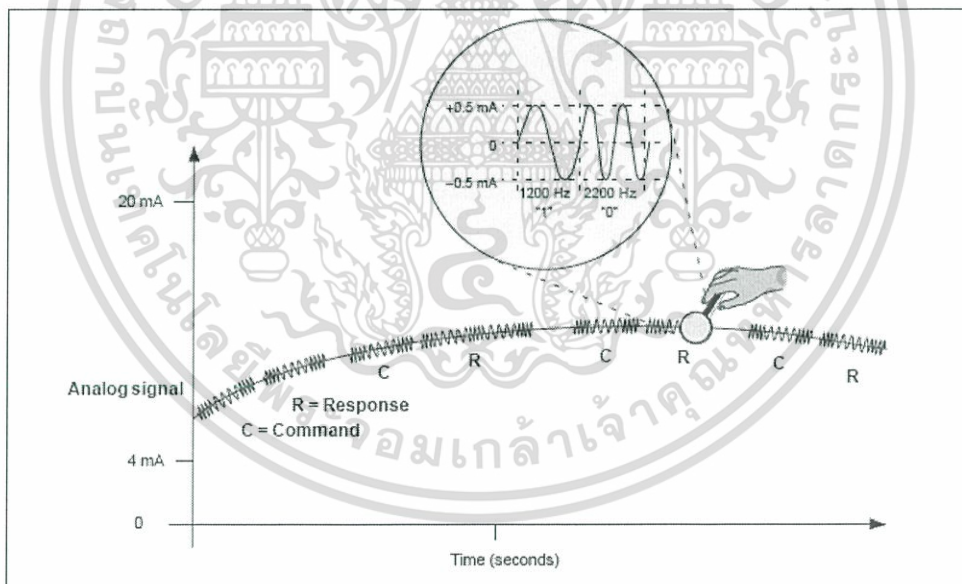
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.2 การประยุกต์ใช้งานระบบการสื่อสาร HART

- 1) เมื่อทำการติดตั้งของอุปกรณ์ Field Device ระบบ HART เป็นตัวกลางที่ใช้ในการปรับตั้งพารามิเตอร์ของตัวอุปกรณ์ Field Device
- 2) ทำการแก้ไขพารามิเตอร์ของอุปกรณ์ Field Device ในขณะที่ Online ผ่าน Engineering Tool ได้
- 3) แสดงผลข้อมูลในขณะที่ทำการบำรุงรักษา และข้อมูลในการวิเคราะห์ของตัวอุปกรณ์ Field Device ได้ดียิ่งขึ้น
- 4) เป็นเครื่องมือในการ Configuration ตัวอุปกรณ์ Field Device โดยอินเตอร์เฟซเพื่อทำการสื่อสารผ่านระบบ HART

2.4.1.3 การทำงานของฟังก์ชัน HART

โปรโตคอล HART มีการส่งข้อมูลรายละเอียดคุณลักษณะทางฟิสิกส์ กระบวนการในการโอนย้ายข้อมูล โครงสร้างของข้อมูล รูปแบบข้อมูล และลักษณะของคำสั่ง รูปแบบของสัญญาณ ในรูปที่ 2 แสดงให้เห็นสัญญาณที่เป็นอนาล็อกกับสัญญาณของ HART สัญญาณ HART จะเป็น Sine Wave ที่ถูกปรับให้มีความถี่ 1200 Hz และ 2200 Hz และมีจุดกึ่งกลางอยู่ที่ศูนย์ ยังสามารถทำการกรองเอาสัญญาณข้อมูลออกโดยไม่มีผลกระทบต่อสัญญาณอนาล็อก [4]



รูปที่ 2.17 สัญญาณ HART [4]

2.4.1.4 คำสั่ง HART และพารามิเตอร์

การใช้ระบบสื่อสาร HART ในการปรับตั้งอุปกรณ์ Field Device ด้วยพารามิเตอร์ระบบ HART สามารถใช้ด้วยคำสั่งของ HART และทำการอ่านโดยใช้การตอบสนองของระบบ ซึ่งคำสั่งของ HART และพารามิเตอร์ทั้ง 3 กลุ่มคือ

- 1) Universal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) Common-practice

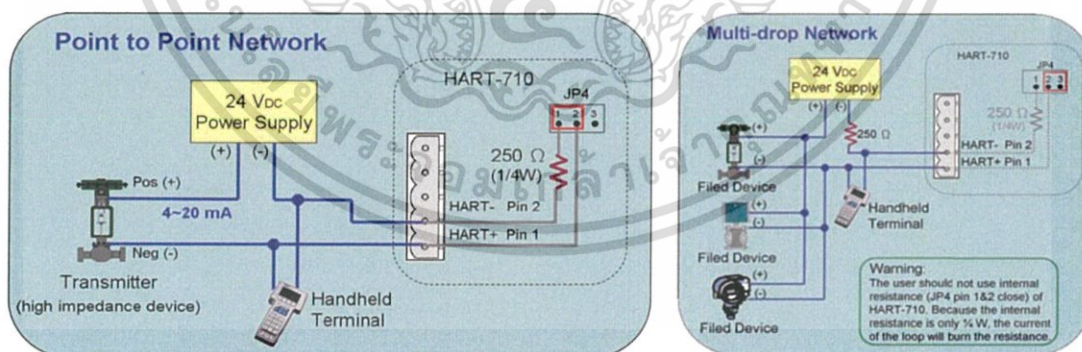
3) Device-specific

คำสั่ง Universal และตัวพารามิเตอร์ จะต้องรองรับกับอุปกรณ์ HART Field Devices ของบริษัทผู้ผลิตที่มีอยู่ในอุตสาหกรรม คำสั่ง Common-practice ควรจะรองรับด้วยก็เช่นกัน มีในส่วนของคำสั่ง Device-specific เท่านั้นที่ประยุกต์ใช้งานกับอุปกรณ์ Field Devices แบบพิเศษ

การติดต่อสื่อสารด้วยโปรโตคอล HART คือโปรโตคอลที่ใช้สำหรับอุปกรณ์วัดค่า โดยสามารถทำงานบนค่าอนุาล็อกที่ 4 ~ 20 mA ในรูปแบบส่งค่าแบบดิจิทัล โปรโตคอลจะรักษาค่าสัญญาณไว้ที่ 4 ~ 20 mA การใช้งานการสื่อสารดิจิทัลแบบสองทางจะช่วยให้เกิดการรบกวนความสมบูรณ์ของสัญญาณ 4 ~ 20 mA โหมดการทำงานของอุปกรณ์ HART มี Analog/digital โหมดและ Multi-drop โหมด

Peer-to-Peer Mode สัญญาณอนุาล็อกและดิจิทัลสามารถสื่อสารได้ในโหมดนี้ โดยสัญญาณดิจิทัลจะทำงานบนค่ากระแส 4~20 mA ทั้งค่ากระแสและสัญญาณดิจิทัลเป็นค่าที่ถูกต้องจากอุปกรณ์ การเรียกแอดเดรสของอุปกรณ์จะถูกตั้งไว้ที่ค่า "0" มีเพียงหนึ่งอุปกรณ์เท่านั้นที่เชื่อมต่อในสายสัญญาณหนึ่งคู่สาย [5]

Multi-drop Mode ในโหมดนี้มีแค่สัญญาณดิจิทัลเท่านั้นที่ถูกใช้ ค่ากระแสอนุาล็อกจะถูกตรึงค่าอยู่ที่ 4 mA ใน Multi-drop โหมดจำนวนอุปกรณ์ที่เป็นไปได้ในการเชื่อมต่อใน 1 สายสัญญาณคือ 15 ตัว การวนเรียกแอดเดรสจะอยู่ในช่วง 1 ~ 15 ซึ่งแต่ละอุปกรณ์ต้องการแอดเดรสที่ไม่ซ้ำกัน [5]



รูปที่ 2.18 การเชื่อมต่อของ HART [5]

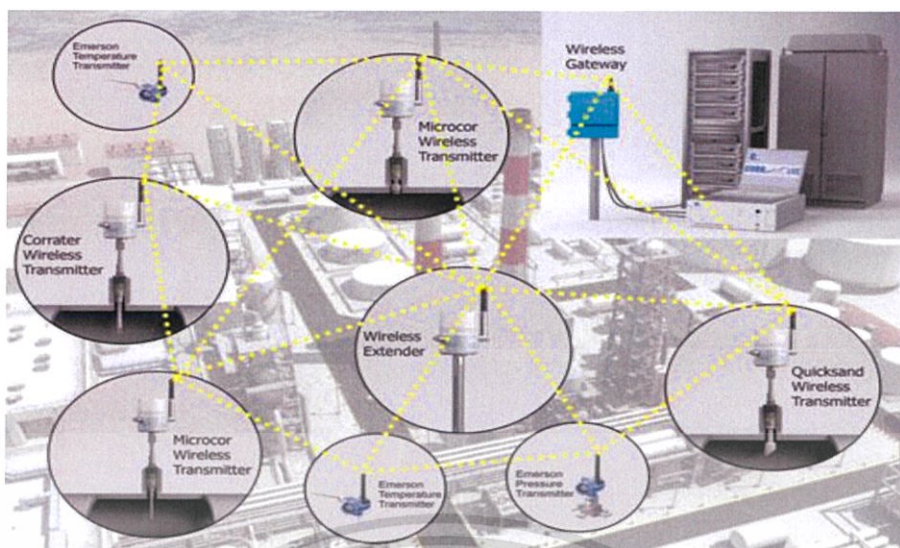
2.4.2 การสื่อสารข้อมูลแบบ WirelessHART

WirelessHART เป็น Wireless Version ของ Fieldbus-based Protocols ซึ่งเป็นเทคโนโลยีสำหรับการตรวจจับสัญญาณ (Sensor) แบบ Peer-to-Peer โดยใช้เครือข่ายไร้สาย ทำให้สามารถเพิ่มความสามารถสื่อสารแบบไร้สายให้แก่อุปกรณ์และระบบ Highway Addressable เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Remote Transducer Protocol (HART) ของเดิม เทคโนโลยีนี้วางพื้นฐานอยู่บนย่านความถี่ที่ไม่ต้องขออนุญาตที่ 2.4 GHz ที่ใช้ในเทคโนโลยีอื่น ๆ เช่น Wi-Fi หรือ Bluetooth และรวมทั้ง ZigBee โดยให้ความปลอดภัยและการเชื่อมต่อที่มีการป้องกัน เพื่อให้มั่นใจได้ว่าข้อมูลที่ถูกส่งทุก ๆ แพ็กเก็ตถูกส่งในเวลาที่คุณข้อมูลนั้นเกิดขึ้นจริงแน่นอน Protocols นี้ยังทำให้ผู้ใช้สามารถใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีแบบไร้สายได้เร็วและง่ายขึ้น ขณะเดียวกันยังคงความสอดคล้องและทำงานร่วมกันกับอุปกรณ์ เครื่องมือ และระบบเดิมที่เป็น HART ที่ใช้อยู่เดิมได้

WirelessHART Protocols เป็นมาตรฐานแบบเปิดที่ถูกออกแบบมาสำหรับอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณที่เชื่อมต่อที่ 4-20 มิลลิแอมป์ Analogue Loop และให้อัตราการส่งข้อมูลที่มีความเร็ว 250kbps เป็นมาตรฐานที่มีการสอดคล้องทางเวลา มีการจัดการตัวเอง และรักษาตัวเองได้ และคุณสมบัติอื่น ๆ อีกที่รวมกันทำให้เทคโนโลยีนี้มีความมั่นคงถึง 99.9 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการเชื่อมต่อแบบ End-to-End ในทุก ๆ สภาพแวดล้อมทางอุตสาหกรรม มี Channel Hopping เพื่อหลีกเลี่ยงสัญญาณรบกวนและทำให้สามารถทำงานร่วมกับเครือข่ายไร้สายอื่น ๆ ที่อยู่ด้วยกันได้ มี Clear Channel Assessments Test สำหรับ ช่องสัญญาณต่าง ๆ ที่มีอยู่ ขณะเดียวกันมีระบบจัดการหลีกเลี่ยงช่องสัญญาณที่ถูกใช้บ่อย ๆ เพื่อให้ใช้ Bandwidth และ Radio Time ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

การที่เทคโนโลยีนี้มี Time Synchronization ทำให้ส่งข้อมูลที่เกิดขึ้นตามเวลาที่มันเป็นจริง และการมี Self-healing Network Topology ทำให้การขาดของสัญญาณหรือการล่มในจุดใด ๆ ไม่ส่งผลกระทบต่อส่งข้อมูล อุปกรณ์แต่ละอันในเครือข่ายสามารถทำหน้าที่เป็น Router สำหรับการส่งข้อมูลให้แก่อุปกรณ์อื่นในเครือข่ายเดียวกัน นั้นหมายความว่าอุปกรณ์แต่ละอันไม่จำเป็นต้องสื่อสารโดยตรงกับ Gateway แต่สามารถส่งข้อมูลของมันไปยังอุปกรณ์อื่น ๆ ที่อยู่ใกล้ที่สุดได้ เป็นการเพิ่มขนาดของเครือข่ายและเพิ่มช่องทางสำรอง ทำให้เกิดความมั่นคงของระบบสูงขึ้น ความปลอดภัย มีความสำคัญในอุตสาหกรรมนี้เช่นกัน WirelessHART ให้ระดับความปลอดภัยสูงที่สุดเท่าที่มีในการทำการเข้ารหัสแบบ 128 บิต AES และมีกฎเฉพาะให้แต่ละข้อมูล รวมทั้งการกำหนดสิทธิสำหรับอุปกรณ์ต่าง ๆ อีกด้วย [6]



รูปที่ 2.19 การเชื่อมต่อแบบ WirelessHART [6]

2.4.3 ระบบ SCADA

SCADA Supervisory Control and Data Acquisition คือระบบเครื่องมืออัตโนมัติ สำหรับตรวจสอบเก็บรวบรวมข้อมูลและบริหารระบบควบคุมของกระบวนการผลิตภายในโรงงานอุตสาหกรรม สกาดาประกอบด้วยส่วนประกอบหลักคือ หน่วยติดต่อและปฏิบัติการของผู้ใช้ระดับบน และหน่วยควบคุมระยะไกลและหน่วยติดต่อระยะไกล [7]

SCADA เป็นระบบที่สามารถเอาสัญญาณจากตัววัด ที่อยู่ในรูปของไฟฟ้า หรือพลังงานอื่น ๆ มาแปลงอยู่ในรูปของข้อมูลที่เป็นตัวเลขเพื่อใช้ทำประโยชน์ต่าง ๆ ให้กับผู้ปฏิบัติงานในระยะไกล เป็นการรวมขบวนการ 2 ขบวนการเข้าด้วยกัน คือ Telemetry และ Data Acquisition

Telemetry System เป็นเทคนิคที่ใช้ในการส่งและรับข้อมูลผ่านสื่อกลาง [7] โดยข้อมูลนั้น สามารถวัดได้เช่น โวลต์ ความเร็ว หรือ อัตราการไหล ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะถูกส่งไปอีกสถานที่หนึ่งโดยผ่านสื่อกลางต่าง ๆ เช่น เคเบิล สายโทรศัพท์ หรือ คลื่นวิทยุ ข้อมูลจากหลาย ๆ สถานที่จะถูกนำมารวมกันใน ระบบ SCADA Data Acquisition เป็นวิธีการที่จะเข้าถึงและควบคุมข้อมูลจากอุปกรณ์ที่ถูกควบคุมหรือถูกตรวจสอบอยู่โดยที่ข้อมูลที่ได้จะถูกส่งไปให้ระบบ Telemetry ระบบ DAQ (Data Acquisition) เป็นการเก็บรวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลจริงในงานวิจัยทดลองวิทยาศาสตร์ และทดสอบงานทางด้านวิศวกรรมเชิงคุณภาพและ ประสิทธิภาพผ่านคอมพิวเตอร์โดยมีความแตกต่างจากงานระบบคอมพิวเตอร์ทั่วไปตรงที่มี Hardware พิเศษเพื่อตรวจจับสัญญาณทางกายภาพทางวิทยาศาสตร์ อาทิเช่น อุณหภูมิความดันอากาศ ก๊าซ อัตราการไหล เป็นต้น แปลงเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์เป็นรูปแบบในลักษณะสัญญาณทางไฟฟ้า เข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ผ่าน Software ประยุกต์ที่พัฒนาตามคุณลักษณะของงานวิจัยทดลองนั้น ๆ ในลักษณะเวลาจริง (Real Time) เพื่อนำคอมพิวเตอร์มาใช้งานด้าน Data Acquisition นี้มีความเป็นไปได้โดยไม่ยุ่งยากและให้ความ

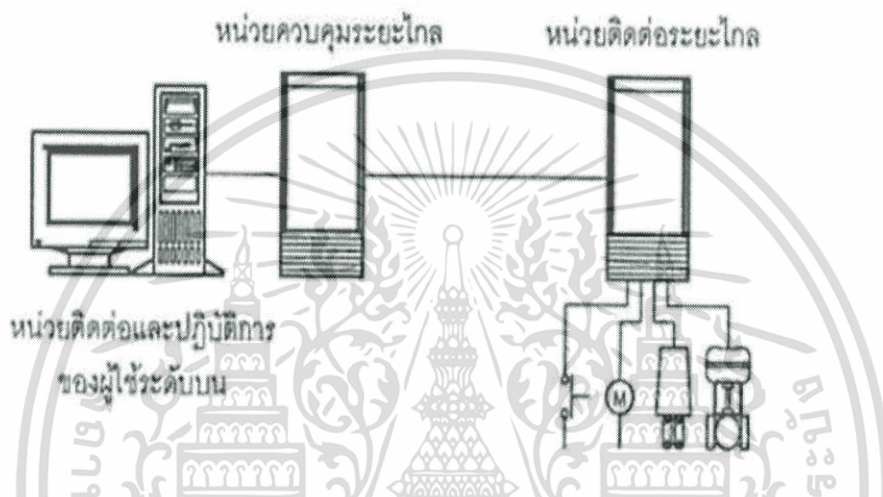
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คล่องตัวกับนักวิทยาศาสตร์นักวิจัยทดลองและวิศวกรเพื่อพัฒนาระบบงานดังกล่าวได้จาก Hardware และ Software งานด้าน Data Acquisition ที่มีให้เลือกมากมายหลากหลายผู้ผลิต และสามารถใช้งานร่วมกันได้โดยส่วนใหญ่ทำให้ราคากระบบโดยรวมมีราคาไม่สูงและให้ประสิทธิผลในการพัฒนาประเทศเชิงเทคโนโลยีได้ดีกว่าองค์ประกอบของระบบ SCADA

หน่วยติดต่อและปฏิบัติการของผู้ใช้ระดับบน

หน่วยควบคุมระยะไกล

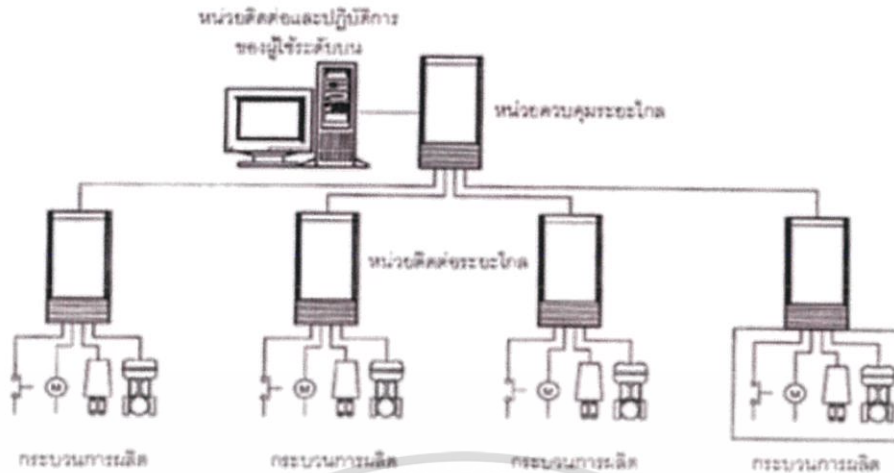
หน่วยติดต่อระยะไกล



รูปที่ 2.20 องค์ประกอบของ SCADA [7]

ผู้ใช้สามารถตรวจสอบและควบคุมกระบวนการผลิตภายในโรงงานอุตสาหกรรมแบบเป็นระยะทางไกลได้ โดย หน่วยติดต่อและปฏิบัติการของผู้ใช้ระดับบนเป็นเครื่องมือปฏิบัติการของผู้ใช้สำหรับตรวจสอบ และควบคุมกระบวนการผลิต เชื่อมต่อกับหน่วยควบคุมระยะไกล หน่วยควบคุมระยะไกลติดต่อกับหน่วยติดต่อระยะไกลโดยการสื่อสารข้อมูลแบบดิจิทัลทางระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ และหน่วยติดต่อ ระยะไกลเป็นเครื่องมือเชื่อมต่อกับกระบวนการผลิต ประกอบด้วย หน่วยรับสัญญาณและส่งสัญญาณ ของสัญญาณชนิดอนาล็อกและสัญญาณชนิดดิจิทัล

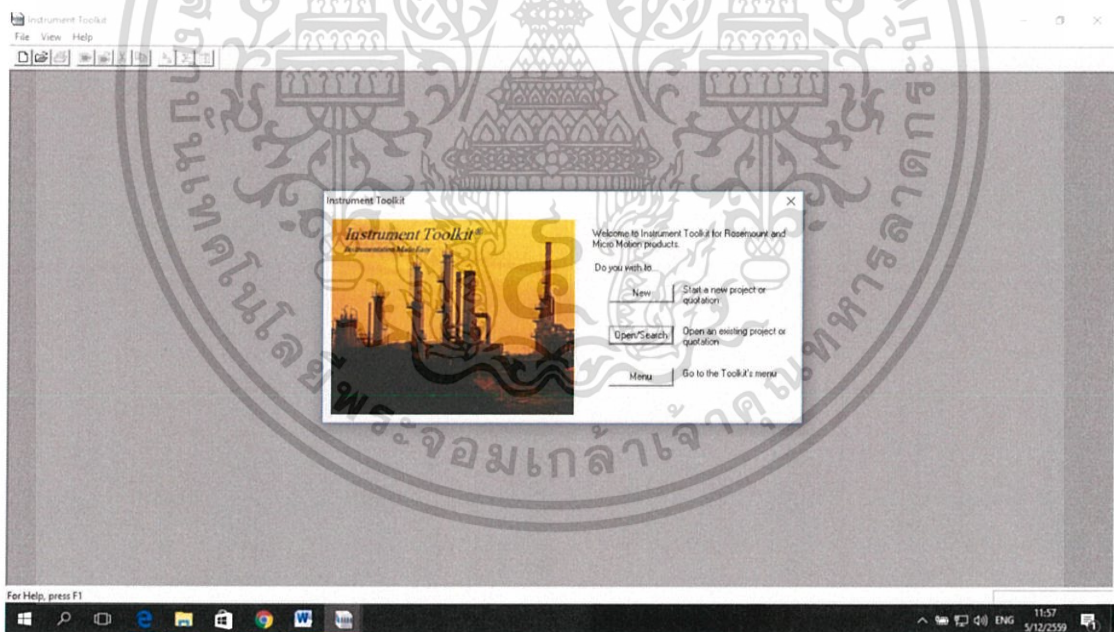
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.21 การติดตั้ง SCADA สำหรับตรวจสอบเก็บรวบรวมข้อมูลและบริหารระบบควบคุม [7]

2.5 ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 Rosemount Instrument Toolkit Software



รูปที่ 2.22 Rosemount Instrument Toolkit Software

Rosemount Instrument Toolkit Software ได้ถูกนำมาใช้ในการจัดทำโครงการงานโดยได้รับการสนับสนุนในเรื่องการใช้งาน Software และโปรแกรมจากทางบริษัท EMERSON โดยมีการพัฒนา Rosemount Instrument Toolkit Software จากทางบริษัท EMERSON

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Rosemount Instrument Toolkit Software เป็นโปรแกรมสำหรับใช้คำนวณหาขนาดของรูออริฟิสที่สามารถใช้งานได้เหมาะสมกับกระบวนการที่ต้องการใช้งานในการวัดอัตราการไหล โดยการใส่ค่าข้อมูลพื้นฐานของกระบวนการที่ต้องการใช้งานออริฟิสหรืออุปกรณ์วัดอัตราการไหลอื่น ข้อมูลพื้นฐานของกระบวนการเช่น ความดัน อุณหภูมิ อัตราการไหล ชนิดของของไหล และขนาดของท่อที่ใช้งาน


ตัวอย่างการเตรียมข้อมูลพื้นฐานเพื่อนำไปใช้ในการคำนวณหาขนาดรูของแผ่นออริฟิส โดยผ่านโปรแกรมการคำนวณเป็นดังนี้

- 1) ขนาดท่อจะเป็นขนาด 2 นิ้ว มีความหนาขนาด SCH 40
- 2) เลือกวัสดุของหน้าแปลนตามวัสดุของท่อ ในที่นี่จะใช้เป็น Carbon Steel
- 3) เลือกวัสดุของแผ่นออริฟิสตามข้อกำหนดของผู้ใช้งาน ในที่นี่จะใช้เป็น 316 SS

เลือกอัตราการทนความดันของหน้าแปลนตามอัตราการทนความดันของท่อ แต่หน้าแปลนของออริฟิสอัตราการทนความดันต่ำสุดจะใช้เป็น 300 เพราะสะดวกสำหรับการเจาะช่องสำหรับจุดต่อวัดความดันแตกต่าง

- 1) เลือกชนิดของออริฟิสเป็นแบบ Concentric เนื่องจากของไหลมีความหนืดไม่สูงและไม่มีความเร็ว และเลือกจุดต่อความดันเป็นแบบ Flange Tap
- 2) ย่านการวัดที่ต้องการ 0-50 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง หรือ อัตราการไหลปกติอยู่ที่ประมาณ 70%
- 3) ความดันแตกต่างจากแผ่นออริฟิสเท่ากับ 250 มิลลิบาร์

นำข้อมูลทั้งหมดจะถูกใช้ในการคำนวณหาขนาดรูของแผ่นออริฟิสเพื่อตรวจสอบว่าตัวแปรต่างๆ ที่เลือกใช้นั้นเหมาะสมกับการนำไปใช้ โดยวิธีการใช้งานโปรแกรมจะกล่าวในบทที่ 3 ซึ่งเป็นเรื่องของ การดำเนินการ จะได้ผลการคำนวณเป็นดังนี้

ROSEMOUNT INC. 1495 - Standard Orifice ISO 5167 (2003) CALCULATION DATA SHEET				
GENERAL DATA				
Customer:				
Project:	project3 DP flow			
S. O. No:				
P. O. No:				
Calc. Date:				
Model No:	1495UC020R3LD00827PHP2QC7Q8			
Tag No:	FT-002			
PRODUCT DESCRIPTION				
Bore Type:	Concentric, Square Edged	Tap Type:	Flange tapping	
Plate Type:	Universal, Concentric	Tap Location:	Upstream	
Plate Material:	304/304L Stainless Steel	Line Size:	2 inches (DN50)	
Meter Schedule:		Pipe Schedule:	40	
Process Connection:		Pipe Material:	304SST	
INPUT DATA				
Fluid Type:	Liquid	Base Pressure:	14.696 psia	
Fluid Name:	WATER	Base Temperature:	60.00 F	
Pipe I.D.:	2.067 inch	Base Density:	62.3800 lb/ft ³	
Pressure:	2.500 bar-g	Atmospheric Pressure:	14.696 psia	
Temperature at Flow:	28.00 C			
Absolute Viscosity:	0.83239 cP			
Isentropic Exponent:				
Compressibility at Flow:				
Density at Flow:	996.4980 kg/m ³			
Flow Rates:				
Minimum:	1.00 m ³ /hr			
Normal:	3.00 m ³ /hr			
Maximum:	5.00 m ³ /hr			
Full Scale:	5.00 m ³ /hr			
CALCULATED DATA (Calculation Performed at Normal Conditions.)				
Orifice Bore Size:	0.827 inch	Pipe Reynolds Number (Normal):	24191	
DP at Min Flow:	3.397 inH ₂ O@68F	Gas Expansion Factor:	1.0000	
DP at Normal Flow:	30.571 inH ₂ O@68F	Permanent Pressure Loss		
DP at Max Flow:	84.919 inH ₂ O@68F	at Normal Flow:	25.11 inH ₂ O@68F	
URV (DP at Full Scale):	84.919 inH ₂ O@68F	at Max Flow:	69.79 inH ₂ O@68F	
Beta:	0.4000	Velocity at Max Flow:	0.64 m/sec	
Discharge Coefficient:	0.6079			
Pipe ID (thermally corrected)	2.067 inch	Plate Thickness:	0.500 inch	
		Bore Size (thermally corrected)	0.827 inch	
GUIDELINES				
Primary Element Min Limit of Use	0.62 m ³ /hr	Min Recommended Pipe Reynolds:	5000.0	
Max. Allow. Pressure @ Temp:	49.6 bar-g	35.00 C	Recommended Min DP:	0.250 inH ₂ O@68F
Design Pressure/Temperature:	4.000 bar-g	35.000 C	Max. Allow. Temp.:	815.556 C
WARNINGS				
NOTES				
This report is provided according to the terms and conditions of the Instrument Toolkit(TM) End-Use Customer License Agreement				
Version: 3.0 (Build175C)			Printed On: 5-ธ.ค.-16	

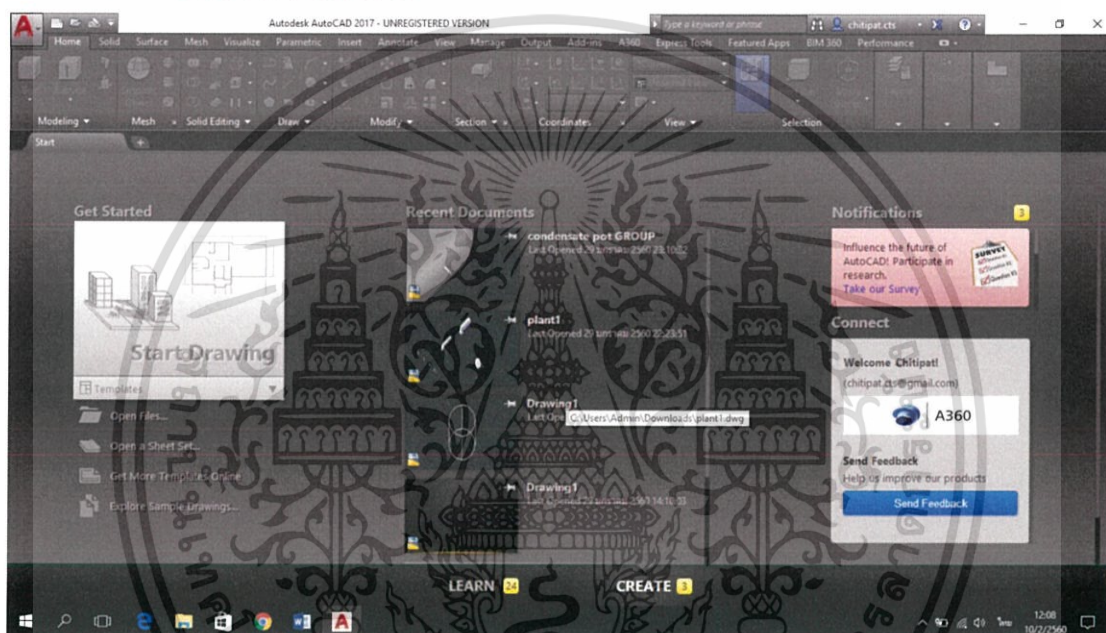
รูปที่ 2.23 φόρμαรายละเอียดมาตรฐานของแผ่นออริฟิส

สำหรับการติดตั้งผู้ออกแบบรายละเอียดอุปกรณ์เครื่องมือวัด สามารถใช้รายละเอียดของแผ่นออริฟิสและอุปกรณ์วัดความดันแตกต่างกัน ในการจัดเตรียมอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ติดตั้ง เช่น ขนาด Cable Gland, Tube Fitting และวัสดุที่ใช้จับยึดอุปกรณ์ เป็นต้น นอกจากนี้ผู้ออกแบบระบบเครื่องมือวัดยังต้องทำการตรวจสอบการติดตั้งแผ่นออริฟิสที่อยู่บนท่อว่า มีการจัดเตรียมท่อที่เป็นระยะทางเส้นตรงเหมาะสมกับรูปแบบของท่อหรือไม่ และตรวจสอบตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์การวัดความดันแตกต่างกันว่าเหมาะสมหรือไม่

จากรายละเอียดที่แสดงไปแล้วทั้งหมดข้างต้นสามารถใช้เป็นแนวทางในการเลือกใช้และกำหนดรายละเอียดการวัดอัตราการไหลด้วยแผ่นออริฟิส สำหรับผู้สนใจหรือผู้ที่ต้องการจัดหาอุปกรณ์เพิ่มเติมให้กับระบบควบคุมได้อย่างเหมาะสม

2.5.2 Autodesk AutoCAD



รูปที่ 2.24 Autodesk AutoCAD 2017

AUTOCAD คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการออกแบบ เขียนแบบ และผลิตงานออกแบบที่เกี่ยวข้องได้ในเกือบทุกประเภท ตั้งแต่งานแผนผังแบบชิ้นเล็ก ๆ จนกระทั่งงานใหญ่ ๆ ด้วยความไม่มีขีดจำกัดใด ๆ

AUTOCAD เป็นโปรแกรมที่ใช้งานอย่างกว้างขวางในการนำไปใช้งานออกแบบทางสถาปัตยกรรม, วิศวกรรม, งานสำรวจ, ตกแต่งภายใน, แผนที่ ตลอดจนงานออกแบบผลิตภัณฑ์และเครื่องกล ฯลฯ และต่อไป

AUTOCAD นี้ จะเป็นตัวหลักในการผลิตผลงานการออกแบบทั้งหมดในอนาคต และเป็นที่ยอมรับสำหรับคนทั่วโลก ในเรื่องของมาตรฐานการออกแบบโดยทั่วไป ซึ่งความสามารถของโปรแกรม AUTOCAD นั้น จะทำได้ตั้งแต่งานในระบบ 2 มิติ และ 3 มิติ ตลอดจนเป็นพื้นฐานของการนำไปสู่การสร้างงานภาพเคลื่อนไหว และการนำเสนองานในรูปแบบต่าง ๆ [8]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบ การดำเนินการ

Plant Model เป็นระบบจำลองการส่งน้ำผ่านท่อปิดโดยมีการติดตั้งเครื่องมือวัดอัตราการไหลทางอุตสาหกรรมสำหรับวัดค่าอัตราการไหลของน้ำในระบบ การออกแบบและดำเนินการ เริ่มต้นจากการออกแบบ Plant Model ซึ่งมีการใช้อุปกรณ์วัดอัตราการไหล 4 ชนิด ได้แก่ Orifice Plate, Compact Orifice Plate, Compact Conditioning Orifice Plate, และ Annubar ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการ Sizing เพื่อเลือกขนาดของอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับการวัดของไหลในระบบผ่านโปรแกรม Instrument Toolkit และขั้นตอนดำเนินการอื่นๆอย่าง การติดตั้งอุปกรณ์วัดอัตราการไหล การ Wiring สายไฟสำหรับอุปกรณ์ Transmitter การใช้งาน HART475 Configure อุปกรณ์วัดเพื่อให้สามารถแสดงค่าที่วัดได้ผ่านคอมพิวเตอร์

3.1 การใช้โปรแกรม Instrument Toolkit ในการออกแบบอุปกรณ์วัดอัตราการไหล

ใช้โปรแกรม Instrument Toolkit คำนวณค่าความดันแตกต่างของของไหลที่ผ่านอุปกรณ์วัดอัตราการไหลเพื่อเลือกใช้ Differential Pressure Transmitter ที่สามารถใช้งานได้เหมาะสมกับกระบวนการที่ต้องการใช้งานในการวัดอัตราการไหล โดยการใส่ค่าข้อมูลพื้นฐานของกระบวนการที่ต้องการใช้งานออริฟิสหรืออุปกรณ์วัดอัตราการไหลอื่น ข้อมูลพื้นฐานของกระบวนการ เช่น ความดัน อุณหภูมิ อัตราการไหล ชนิดของของไหล และขนาดของท่อที่ใช้งาน

3.1.1 การออกแบบ Annubar

ข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการออกแบบ Annubar ผ่านโปรแกรม Instrument Toolkit

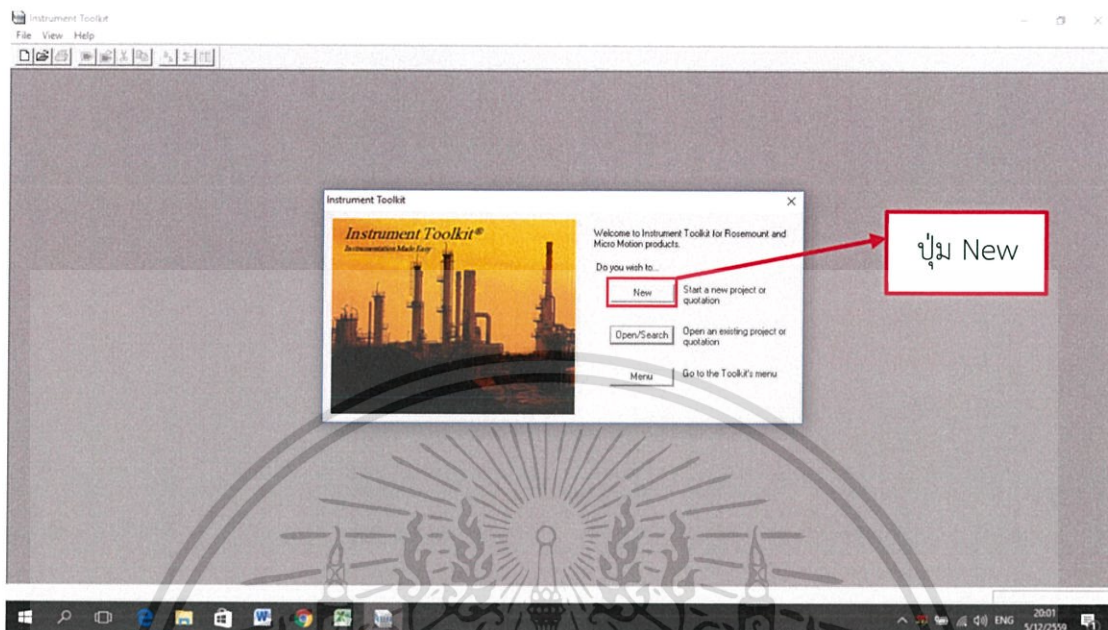
ตารางที่ 3.1 ตารางข้อมูลพื้นฐานของระบบที่ใช้ในการออกแบบ Annubar

Primary Element	ชนิดของของไหล	ขนาดและวัสดุของท่อ	แนวการติดตั้งท่อ	อัตราการไหล (m ³ /hr)	ความดัน (psig)	อุณหภูมิ (°C)
Annubar	Liquid	รัศมี 2 นิ้ว	แนวนอน	Min 3	Min 1	Min 25
		ความหนา 40 S		Normal 5	Normal 2.5	Normal 28
		316 SSL		Max 8	Max 3	Max 35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

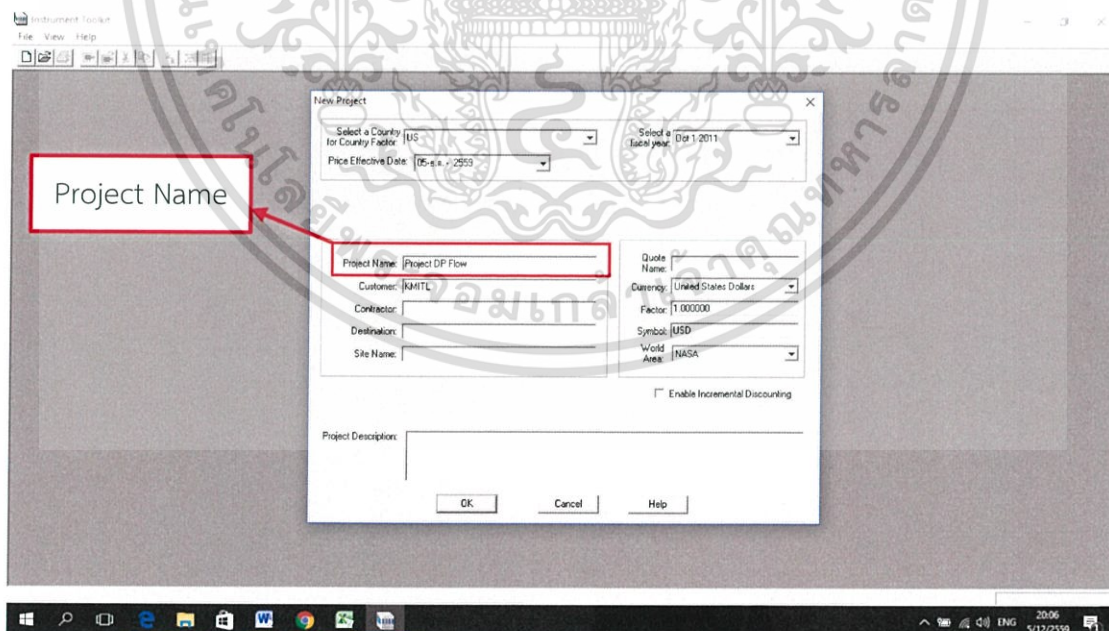
ขั้นตอนการใช้โปรแกรม Instrument Toolkit ในการออกแบบ Annubar

1. เปิดโปรแกรม Instrument Toolkit และทำสร้างโปรเจกใหม่โดยกดที่ปุ่ม New



รูปที่ 3.1 การเริ่มโปรแกรม Instrument Toolkit

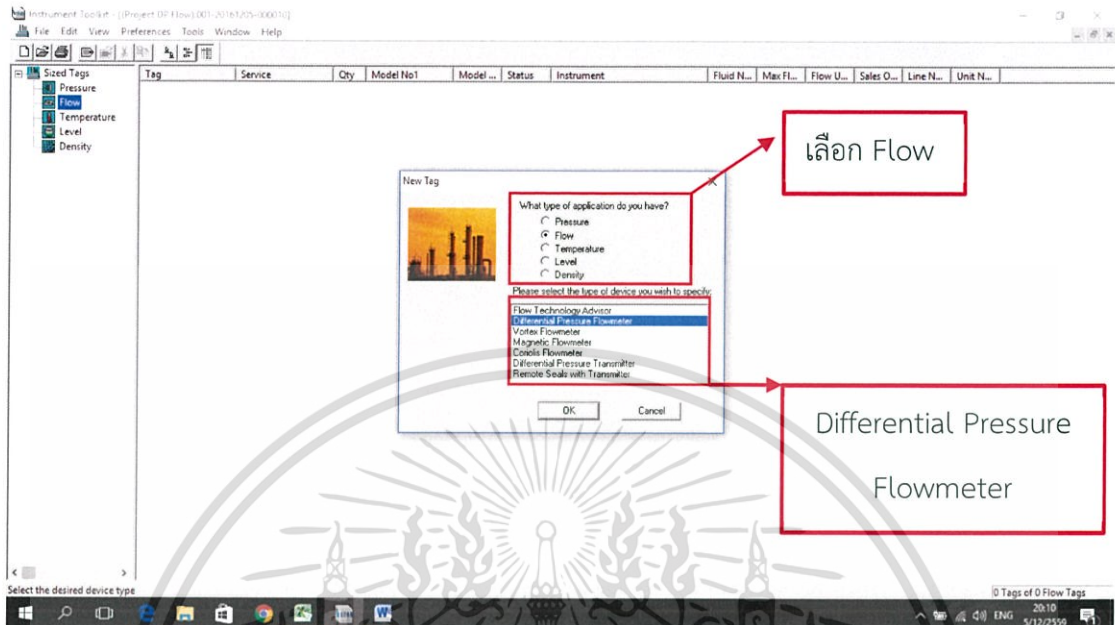
2. ทำการตั้งชื่อโปรเจกใหม่ที่หัวข้อ Project Name



รูปที่ 3.2 ตั้งชื่อโปรเจกใหม่สำหรับ Sizing ของ Annubar

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทำการเลือกชนิดของอุปกรณ์เป็น Flow และต้องการคำนวณค่าความดันแตกต่างเป็นแบบ Differential Pressure Flowmeter

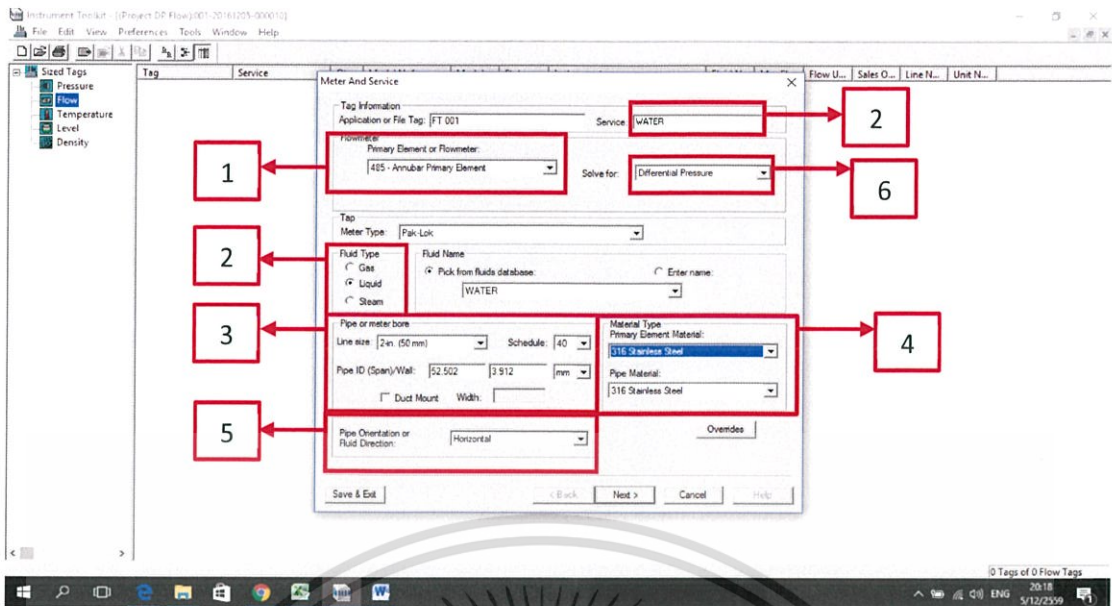


รูปที่ 3.3 เลือกชนิดเป็นอุปกรณ์วัดอัตราการไหลแบบความดันแตกต่าง

4. ทำการเลือกข้อมูลพื้นฐานของ Flowmeter เป็นดังรูปที่ 3.4

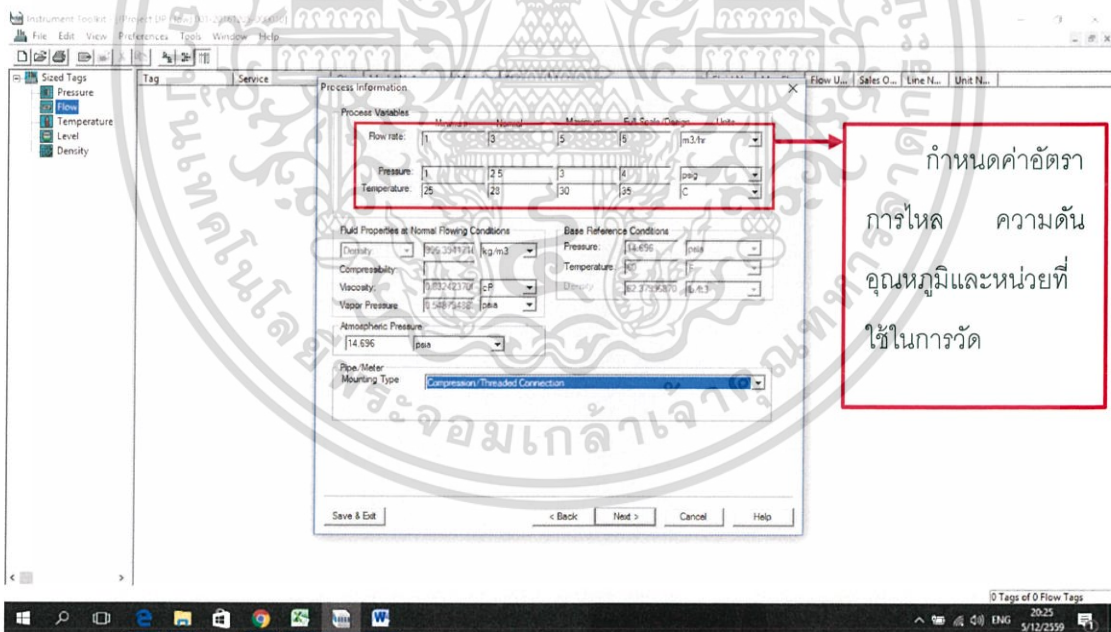
1. เลือกอุปกรณ์เป็น Annubar Primary Element
2. เลือกชนิดของของไหลเป็น Liquid และ Water
3. ขนาดของท่อ 2 นิ้ว และความหนาของท่อ 40
4. วัสดุของอุปกรณ์วัดและท่อเป็น 316 Stainless Steel
5. แนวการวางท่อแนวนอน
6. ค่าวนค่าที่ต้องการเป็นแบบ Differential Pressure ซึ่งเป็นการวัดค่าอัตราการไหลตามทฤษฎีของ Annubar หรือ Pitot Tube

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 การเลือกข้อมูลพื้นฐานของอุปกรณ์วัดอัตราการไหล Annubar

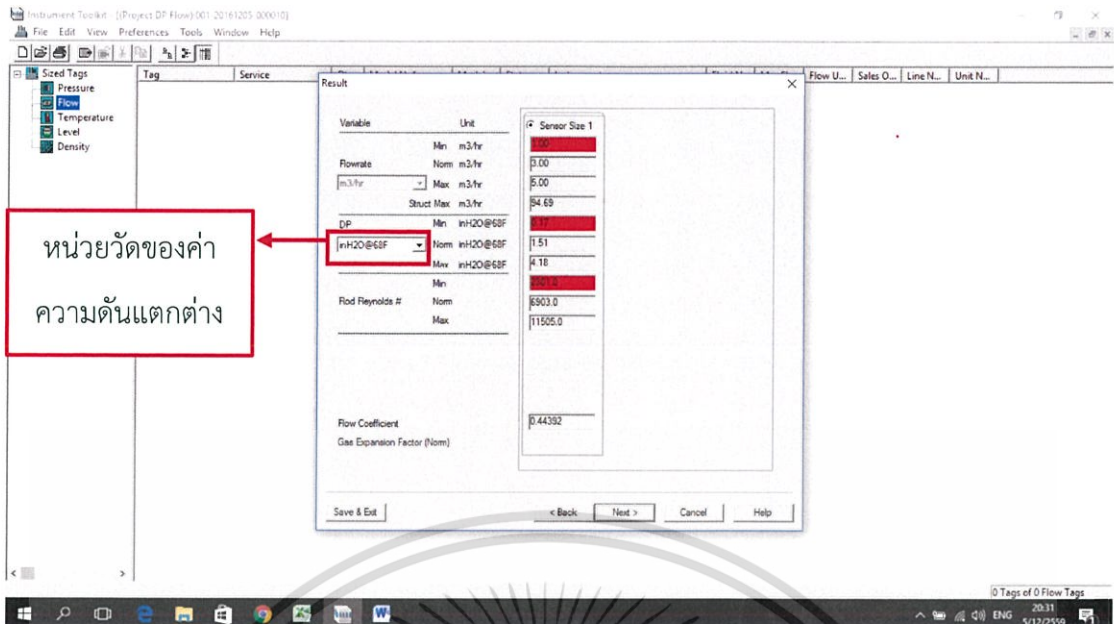
5. กำหนดค่าอัตราการไหล ความดันและอุณหภูมิในกระบวนการตามที่ได้กำหนดไว้ในตารางที่ 3.1



รูปที่ 3.5 การกำหนดค่าอัตราการไหล ความดันและอุณหภูมิในกระบวนการ

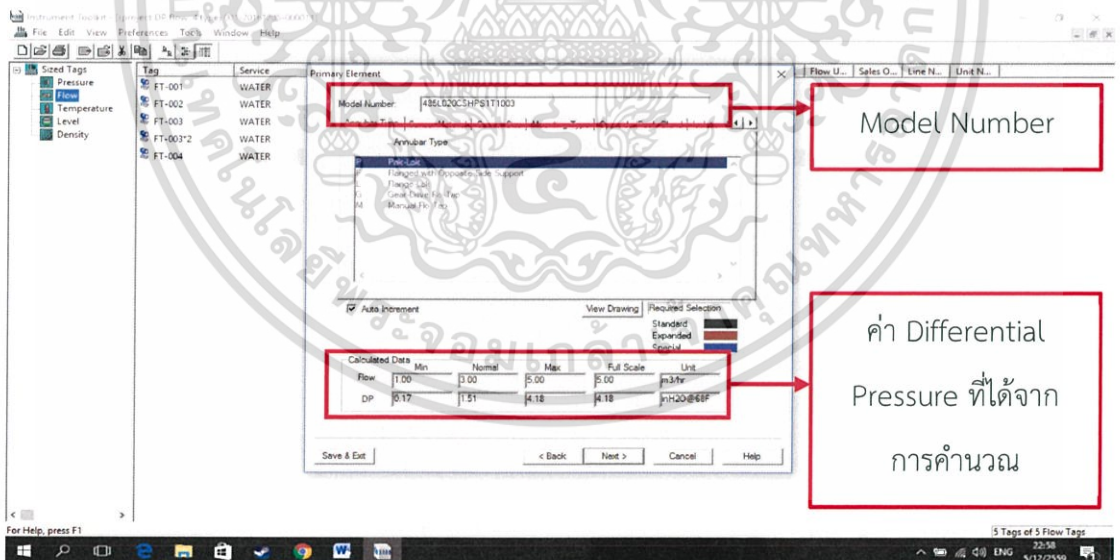
6. ทำการเลือกหน่วยวัดของค่าความดันแตกต่างที่คำนวณออกมาจากโปรแกรม โดยใช้หน่วยเป็น inH₂O ที่ 68°F

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 เลือกหน่วยวัดของค่าความดันแตกต่าง

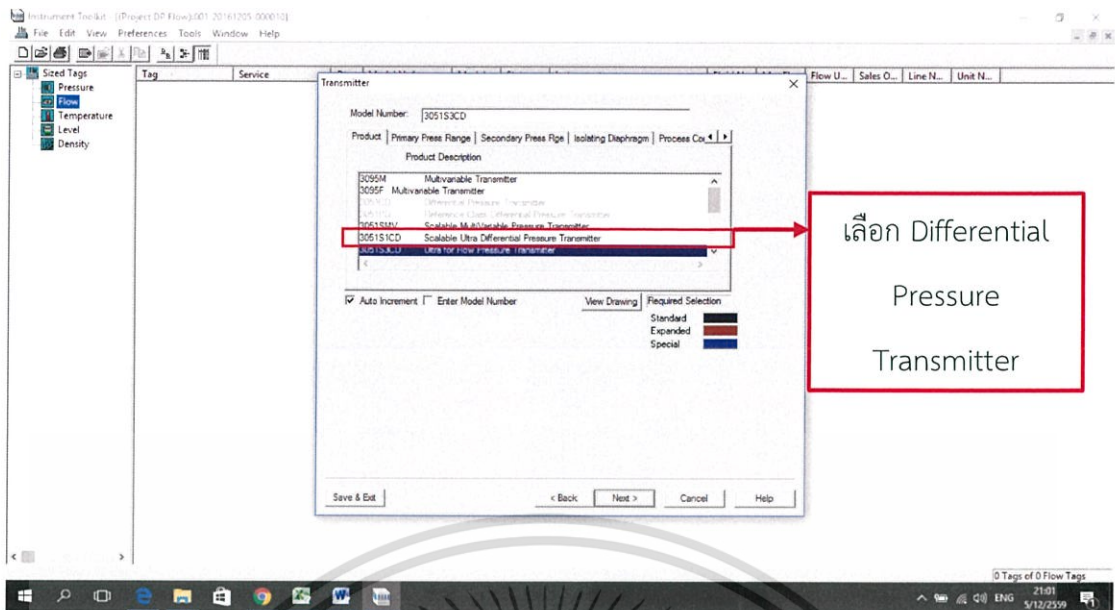
7. ออกแบบ Primary Element ของระบบ เลือกประเภท Primary Element ที่ใช้ในการติดตั้งอุปกรณ์วัด โดย Primary Element ที่ใช้เมื่อเลือกแล้วได้ Model Number 485L020CSHPS1T1003 และค่า Differential Pressure



รูปที่ 3.7 แสดง Model Number และค่า Differential Pressure

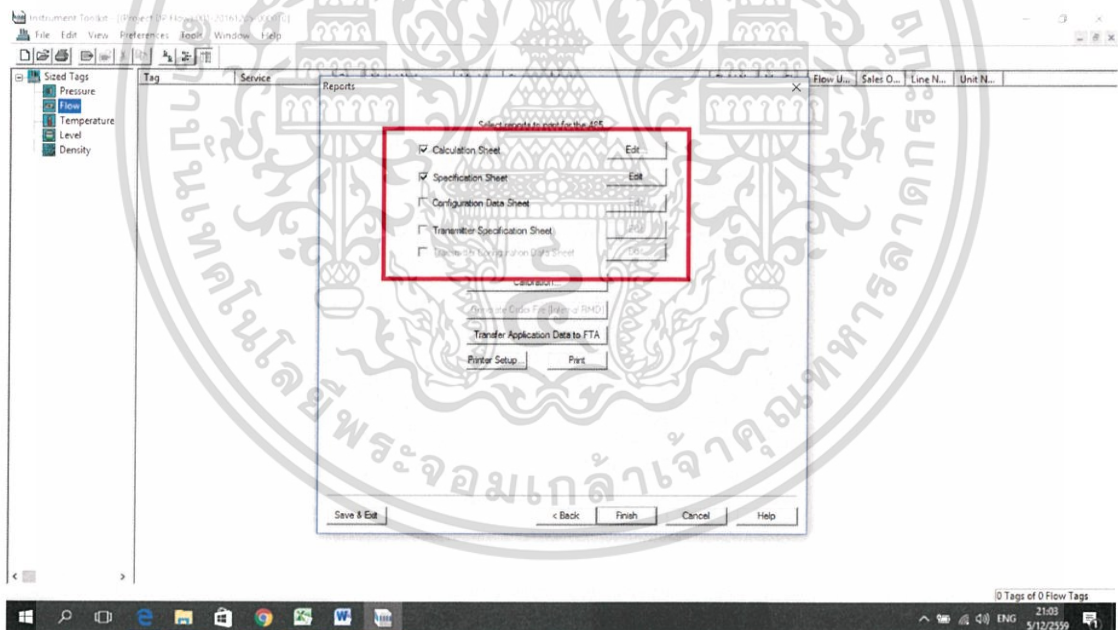
8. เลือกประเภท Transmitter ที่ใช้ในการติดตั้งอุปกรณ์เป็นแบบ Differential Pressure Transmitter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 เลือก-Differential Pressure Transmitter

9. เลือกข้อมูลที่ต้องการจากการ Sizing อุปกรณ์วัดอัตราการไหล Annubar



รูปที่ 3.9 เลือกเอกสารที่ต้องการจากการ Sizing ของ Annubar

จากการออกแบบอุปกรณ์การวัดอัตราการไหล Annubar ผ่านโปรแกรม Instrument Toolkit จะได้ Calculation Data Sheet และ Specification Sheet สำหรับใช้ในการออกแบบอุปกรณ์วัดอัตราการไหล Annubar

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Client Project Unit Location		KMITL project term2 Annubar Primary Element		ANNUBAR® Flowmeter Series Specification Sheet			Sheet	of	
							Spec No.	Rev.	
							Contract	P.O.	
							Req.	BY	
							CHKD	APPR.	
GENERAL INFORMATION	1	Tag No.	FT-04						
	2	PID No. Line Number							
	3		Minimum	Normal	Maximum	Full Scale	Unit		
PROCESS CONDITIONS	4	Flow Rates	3.000	5.000	8.000	8.000	m ³ /hr		
	5	Pressure	1.000	2.500	3.000	4.000	bar-g		
	6	Temperature	25.00	28.00	30.00	35.00	C		
FLUID DATA	7	Fluid name	WATER					13	Isentropic Exponent
	8	Fluid Type	Liquid					14	Operating Viscosity
	9	Density @ Operating @ Base	62.20934612 lb/ft ³					15	Vapor Pressure
	10	Specific Gravity @ Operating @ Base						16	Base Pressure
	11	Compressibility @ Operating @ Base						17	Base Temperature
	12	Molecular Weight							
ANNUBAR HARDWARE ASSEMBLY INFORMATION	18	Flowmeter and Meter Type	485 - Annubar Primary El Pak-Lok						
	19	Sensor Size and Material	T1 316 Stainless Steel						
	20	Line Size/Sch/Matl	2-in. (50 mm)			40.000 316 Stainless Steel			
	21	ID(Span)/Wall/Duct Width	52.502 mm			3.912 mm			
	22	Pipe Orientation	Horizontal						
	23	Connection Type	SPECIAL						
	24	Instrument Connections							
	25	Mounting Type and Material	Compression/Threaded Connection						
	26	Opposite Side Support	Not Applicable						
	27	Packing Gland and Isolation Valve	Not Applicable or Customer Supplied						
	28	Temperature	No Temperature Sensor						
	29	Housing Material/Conduit Entry Size							
	30	Isolating Diaphragm							
	31	O-Ring Fill Fluid							
TRANSMITTER INFORMATION	32	Wetted Materials	316 Stainless Steel						
	33	Maximum Differential Pressure	10.7084835 inH ₂ O@68F						
	34	Differential Pressure Range							
	35	Pressure Range							
OPTIONS	36	Output							
	37	Calibration							
	38	Quality Programs/Special Cleaning							
	39	Material Certificate							
	40	Testing							
	41	Optional Flanged Pipe Section							
Warnings	42								
	43								
	44								
	45								
Notes	46								
	47								
	48								
	49	Model Number	485L020CSHPST110003						
	50	Manufacturer	Rosemount						
	51								
	52								
	53								
	54								
	55								
	56								
	57								

This report is provided according to the terms and conditions of the Instrument Toolkit(TM) End-Use Customer License Agreement.
Version: 3.0 (Build175C)

Printed On: 18-2-17

รูปที่ 3.11 Specification Sheet ของ Annubar ที่ได้จากการ Sizing

จากรูปที่ 3.11 แสดง Specification Sheet ของ Annubar ที่ได้จากการ Sizing ซึ่งแสดงวัสดุและขนาดของอุปกรณ์วัดอัตราการไหล Annubar ตามการ Sizing จากโปรแกรม ซึ่งใช้เป็น Specification ในการกลึงอุปกรณ์วัดอัตราการไหล Annubar โดยช่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

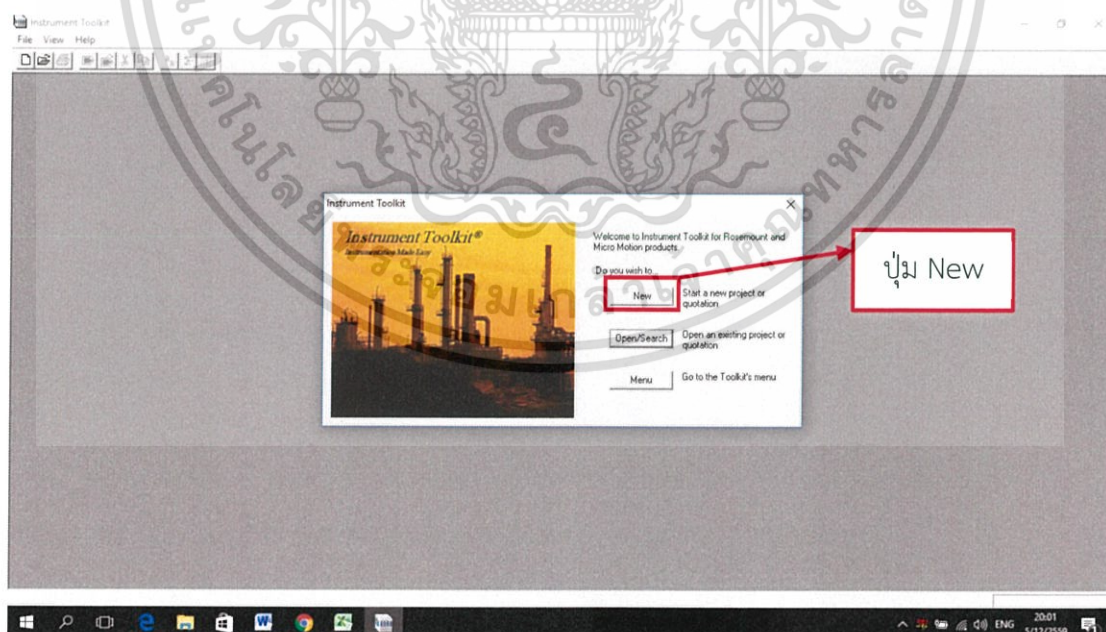
3.1.2 การออกแบบ 1495 Orifice Plate

ข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการออกแบบ Orifice Plate ผ่านโปรแกรม Instrument Toolkit แสดงตามตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ตารางข้อมูลพื้นฐานของระบบที่ใช้ในการออกแบบ 1495 Orifice Plate

Primary Element	ชนิดของของไหล	ขนาดและวัสดุของท่อ	แนวการติดตั้งท่อ	อัตราการไหล (m ³ /hr)	ความดัน (psig)	อุณหภูมิ (°C)
Orifice	Liquid	รัศมี 2 นิ้ว	แนวนอน	Min 3	Min 1	Min 25
		ความหนา 40 S		Normal 5	Normal 2.5	Normal 28
		316 SSL		Max 8	Max 3	Max 35

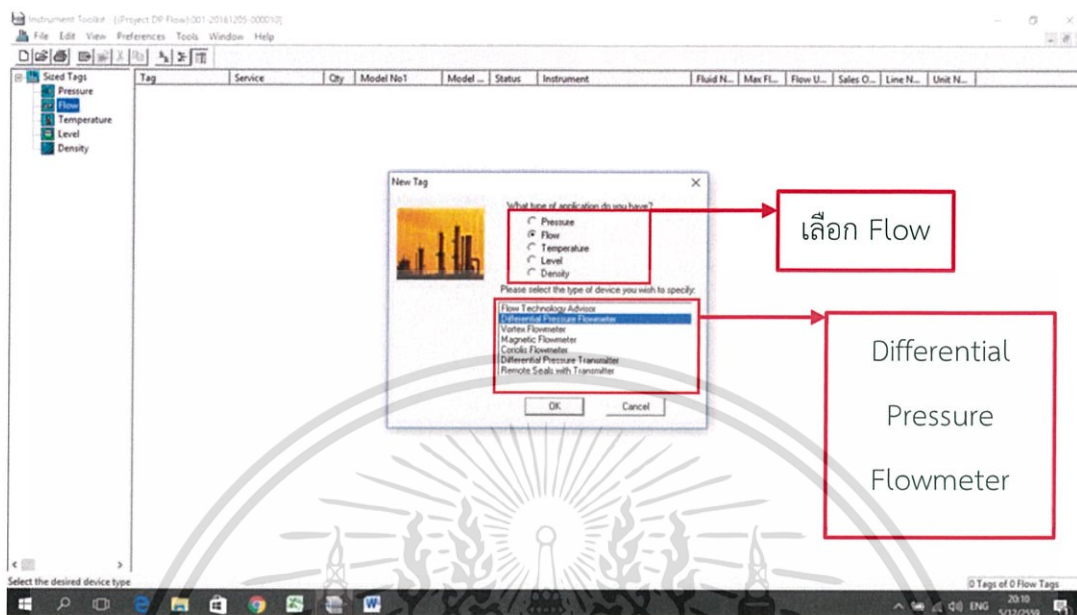
ขั้นตอนการใช้โปรแกรม Instrument Toolkit ในการออกแบบ Annubar
1. เปิดโปรแกรม Instrument Toolkit และทำสร้างโปรเจกใหม่โดยกดที่ปุ่ม New



รูปที่ 3.12 การเริ่มโปรแกรม Instrument Toolkit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทำการเลือกชนิดของอุปกรณ์เป็น Flow และต้องการคำนวณค่าความดันแตกต่างเป็นแบบ Differential Pressure Flowmeter

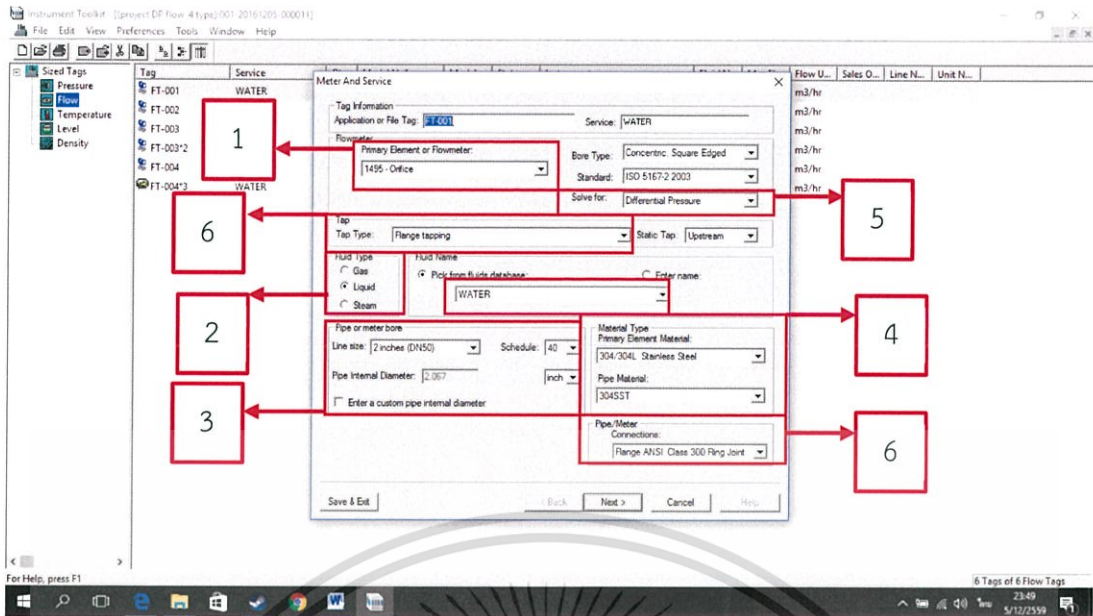


รูปที่ 3.13 เลือกชนิดเป็นอุปกรณ์วัดอัตราการไหลแบบความดันแตกต่าง

3. ทำการเลือกข้อมูลพื้นฐานของ Flowmeter เป็นดังนี้

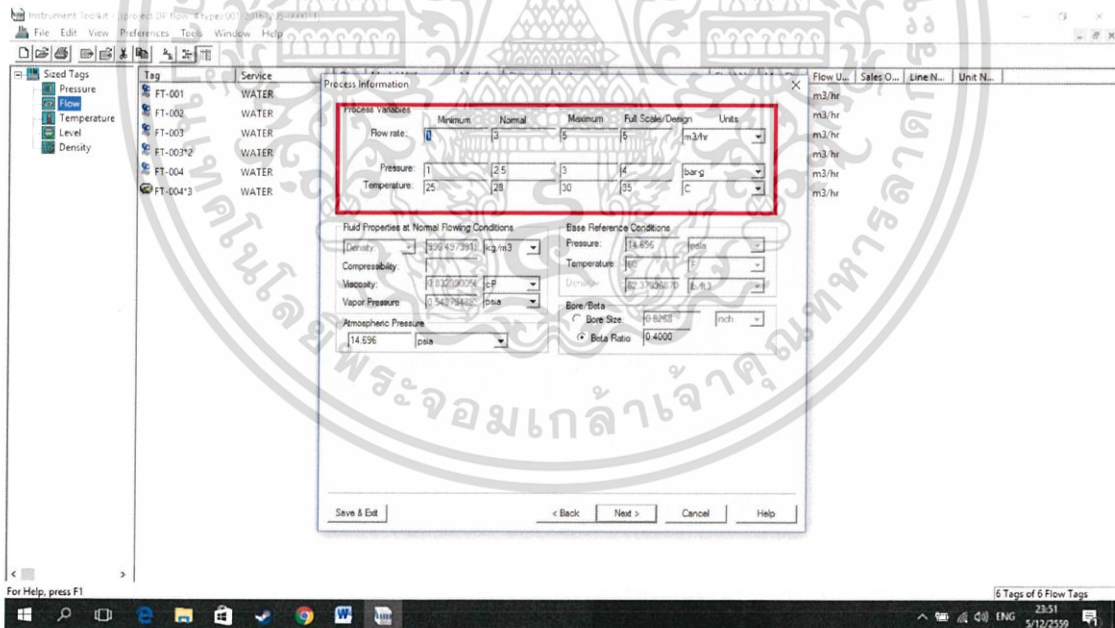
1. เลือกอุปกรณ์เป็น 1495 Orifice
2. เลือกชนิดของของไหลเป็น Liquid และ Water
3. ขนาดของท่อ 2 นิ้ว และความหนาของท่อ 40
4. วัสดุของอุปกรณ์วัดและท่อเป็น 316 Stainless Steel
5. ค่าวนค่าที่ต้องการเป็นแบบ Differential Pressure ซึ่งเป็นการวัดค่าอัตราการไหลตามทฤษฎีของ Orifice Plate
6. เลือกการ Tap เป็นแบบ Flange Tapping ชนิดของ Flange เป็น ANSI Class 300 Ring Joint

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 การเลือกข้อมูลพื้นฐานของอุปกรณ์วัดอัตราการไหล 1495 Orifice Plate

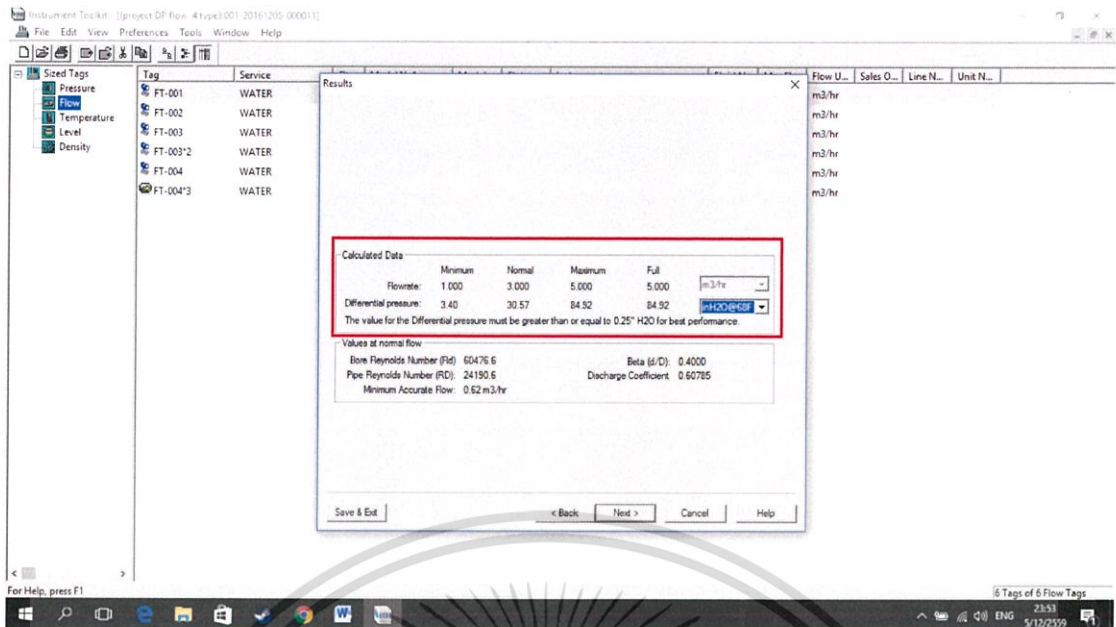
4. กำหนดค่าอัตราการไหล ความดันและอุณหภูมิในกระบวนการตามที่ได้กำหนดไว้ในตารางที่ 3.2



รูปที่ 3.15 การกำหนดค่าอัตราการไหล ความดันและอุณหภูมิในกระบวนการ

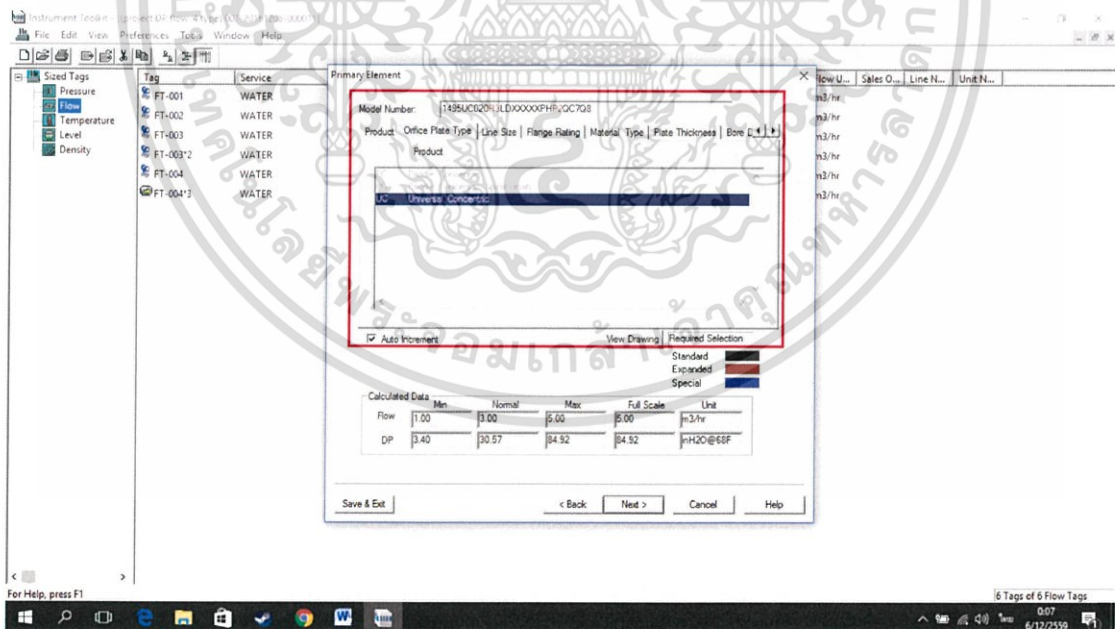
5. ทำการเลือกหน่วยวัดของค่าความดันแตกต่างที่คำนวณออกมาจากโปรแกรม โดยใช้หน่วยเป็น inH₂O ที่ 68°F และแสดงค่าของ Differential Pressure ที่คำนวณออกมาจากโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 เลือกหน่วยวัดของค่าความดันแตกต่างและแสดงค่าความดันแตกต่าง

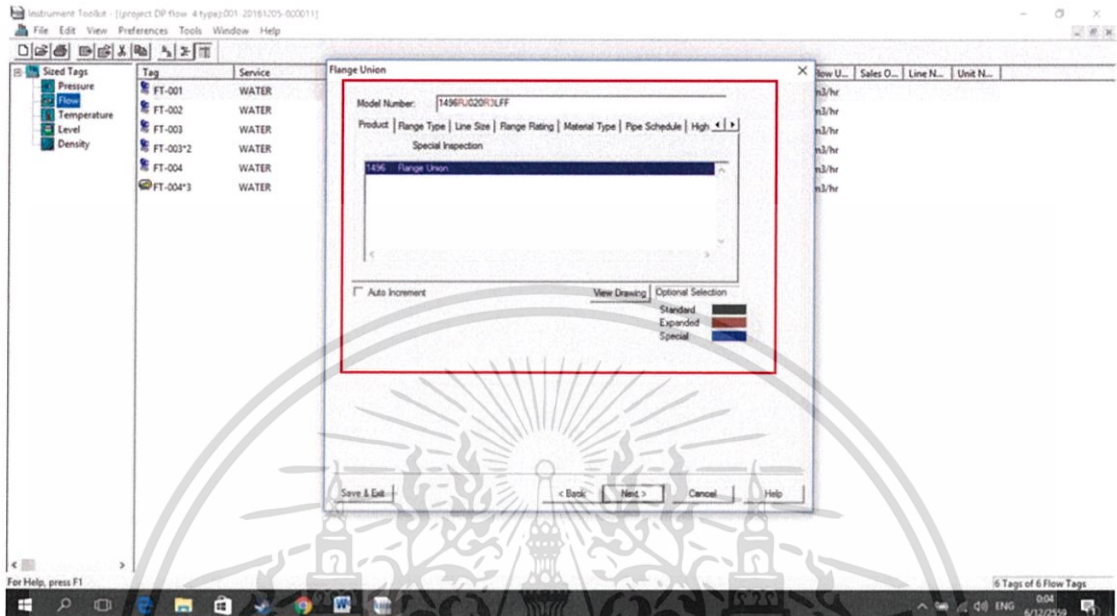
6. การออกแบบ Primary Element ของ 1495-Orifice Plate เลือกประเภท Primary Element ที่ใช้ในการติดตั้งอุปกรณ์วัด โดย Primary Element ที่ใช้เมื่อเลือกแล้วได้ Model Number 1495UC020R3LD



รูปที่ 3.17 การเลือกประเภท Primary Element ของ 1495-Orifice Plate

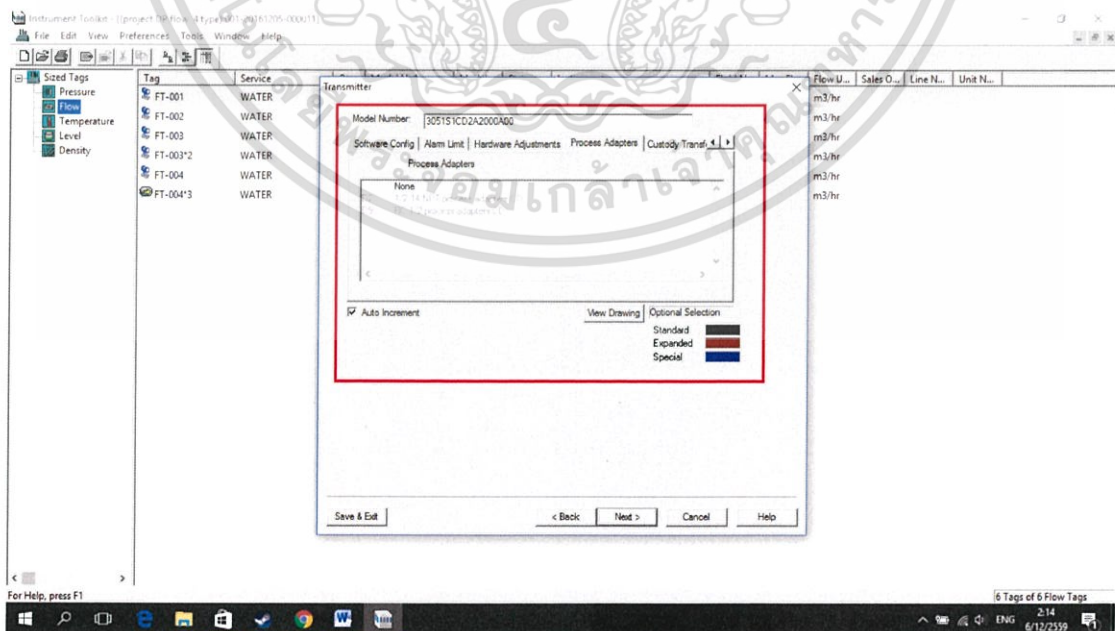
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. การออกแบบ Flange Union ของ 1495-Orifice Plate เลือกประเภท Flange Union ที่ใช้ในการติดตั้งอุปกรณ์วัด โดย Flange Union ที่ใช้เมื่อเลือกแล้วได้ Model Number 1495UC020R3LFF



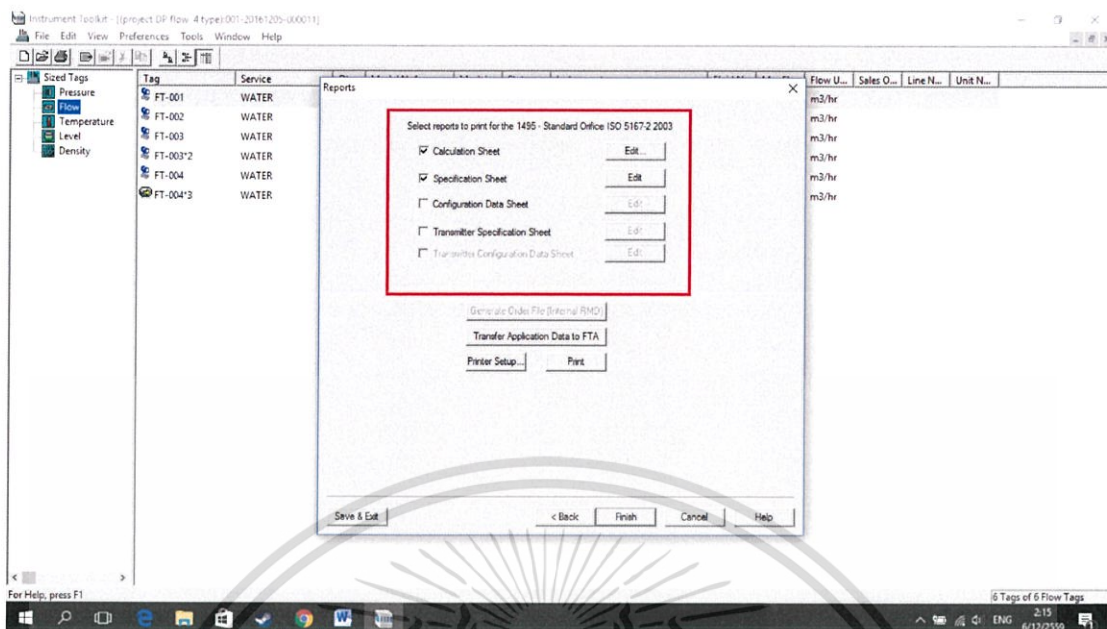
รูปที่ 3.18 แสดงการเลือกประเภท Flange Union ของ 1495-Orifice Plate

8. จากการออกแบบมาในแต่ละขั้นตอนโปรแกรมจะเลือก Transmitter ที่เหมาะสมกับกระบวนการ



รูปที่ 3.19 แสดงการเลือก Transmitter จากโปรแกรม Instrument Toolkit


9. เลือกข้อมูลที่ต้องการจากการ Sizing อุปกรณ์วัดอัตราการไหล 1495 Orifice Plate เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำมาใช้ในเชิงพาณิชย์ขอสงวนสิทธิ์ในค่า ไม่ว่าการันตีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.20 เลือกเอกสารที่ต้องจากการ Sizing ของ 1495 Orifice Plate

จากการออกแบบอุปกรณ์วัดอัตราการไหล 1495 Orifice Plate ผ่านโปรแกรม Instrument Toolkit จะได้ Calculation Data Sheet และ Specification Sheet ดังรูปที่ 3.21 และ 3.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ROSEMOUNT INC. 1495 - Standard Orifice ISO 5167 (2003) CALCULATION DATA SHEET			
GENERAL DATA			
Customer:	KMITL		
Project:	project term2		
S. O. No:			
P. O. No:			
Calc. Date:			
Model No:	1495UC020R3LA00862BCPH		
Tag No:	FT-01		
PRODUCT DESCRIPTION			
Bore Type:	Concentric, Square Edged	Tap Type:	Flange tapping
Plate Type:	Universal, Concentric	Tap Location:	Upstream
Plate Material:	304/304L Stainless Steel	Line Size:	2 inches (DN50)
Meter Schedule:		Pipe Schedule:	40
Process Connection:		Pipe Material:	304SST
INPUT DATA			
Fluid Type:	Liquid		
Fluid Name:	WATER		
Pipe I.D.:	52.502 mm	Base Pressure:	14.696 psia
Pressure:	2.500 bar-g	Base Temperature:	60.00 F
Temperature at Flow:	28.00 C		
Absolute Viscosity:	0.83239 cP		
Isentropic Exponent:		Base Density:	62.3800 lb/ft ³
Compressibility at Flow:		Atmospheric Pressure:	14.696 psia
Density at Flow:	62.2093 lb/ft ³		
Flow Rates:			
Minimum:	3.00 m ³ /hr		
Normal:	5.00 m ³ /hr		
Maximum:	9.00 m ³ /hr		
Full Scale:	9.00 m ³ /hr		
CALCULATED DATA (Calculation Performed at Normal Conditions.)			
Orifice Bore Size:	21.890 mm	Pipe Reynolds Number (Normal):	40318
DP at Min Flow:	25.856 inH ₂ O@68F	Gas Expansion Factor:	1.0000
DP at Normal Flow:	71.823 inH ₂ O@68F	Permanent Pressure Loss at Normal Flow:	57.99 inH ₂ O@68F
DP at Max Flow:	232.708 inH ₂ O@68F	Permanent Pressure Loss at Max Flow:	187.99 inH ₂ O@68F
URV (DP at Full Scale):	232.708 inH ₂ O@68F	Velocity at Max Flow:	1.15 m/sec
Beta:	0.4169		
Discharge Coefficient:	0.6069		
Pipe ID (thermally corrected)	52.509 mm	Plate Thickness:	0.125 Inch
		Bore Size (thermally corrected)	21.893 mm
GUIDELINES			
Primary Element Min Limit of Use:	0.62 m ³ /hr	Min Recommended Pipe Reynolds:	5000.0
Max. Allow. Pressure @ Temp:	49.6 bar-g	35.00 C	Recommended Min DP:
Design Pressure/Temperature:	4.000 bar-g	35.000 C	Max. Allow. Temp.:
			0.250 inH ₂ O@68F
			815.556 C
WARNINGS			
NOTES			
This report is provided according to the terms and conditions of the Instrument Toolkit(TM) End-Use Customer License Agreement			
Version: 3.0 (Build175C)		Printed On:	18-ก.ย.-17

รูปที่ 3.21 Calculation Data Sheet ของ 1495 Orifice Plate ที่ได้จากการ Sizing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Client KMITL Project project term2 Unit Location Orifice Plate		Orifice Plate Specification			Sheet	of	9
					Spec No.	Rev.	
					Contract	P.O.	
					Req.	BY	
					CHK'D	APPR.	
GENERAL	1	Tag No.	FT-01				
	2	Description of Service	water				
	3	PID No. Line Number					
PROCESS CONDITIONS	4	Flow Rates	Minimum	Normal	Maximum	Full Scale	Unit
	5	Pressure	3.000	5.000	9.000	9.000	m ³ /hr
	6	Temperature	1	2.5	3		bar-g
	7	Fluid name	25.00	28.00	30.00		C
FLUID DATA	8	Fluid State	WATER				
	9	Density @ Operating @Base	Liquid				
	10	Specific Gravity @Operating @Base	62.209346		lb/ft ³	62.379969	lb/ft ³
	11	Molecular Weight					
	12	Operating Viscosity	0.83239		cP		
	13	Isentropic Exponent					
	14	Compressibility @Operating @Base					
	15	Vapor Pressure					
	16	Base Pressure Base Temperature	14.696	psia	60.00	F	
	ORIFICE	17	Plate Type	1495 - Orifice			
18		Holder/Seal unit style					
19		Nominal Size	Flange tapping				
20		API ring no					
21		Orifice Bore type	Concentric, Square Edged				
22		Orifice inlet edge style	Square edged				
23		Beta ratio d/D	0.4169				
24		Vent/Drain Hole Diameter	None				
25		Vent/Drain hole location					
26		Stampings required					
27		Seal Material					
28		Holder/Ring material					
29		Orifice Bore	21.890		mm		
30		Plate Outside diameter					
31		Plate Thickness	0.125 Inch				
32		Plate Material	304/304L Stainless Steel				
33	Line Size	2 Inches (DN50)					
34	Pipe Schedule	40.000					
35	Pipe Material	304SST					
36	Pipe Inner Diameter	52.502		mm			
NOTES	37	Manufacturer					
	38	Model Number	1495UC020R3LA00862BCPH				
	39						
	40						
	41						
	42						

This report is provided according to the terms and conditions of the Instrument Toolkit (TM) End-Use Customer License Agreement.
Version: 3.0 (Build175C) Printed On: 6/18/17 21:22

รูปที่ 3.22 Specification Sheet ของ 1495 Orifice Plate ที่ได้จากการ Sizing

3.1.3 การออกแบบ 405P Compact Orifice Plate

ข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการออกแบบ Compact Orifice Plate โดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkit

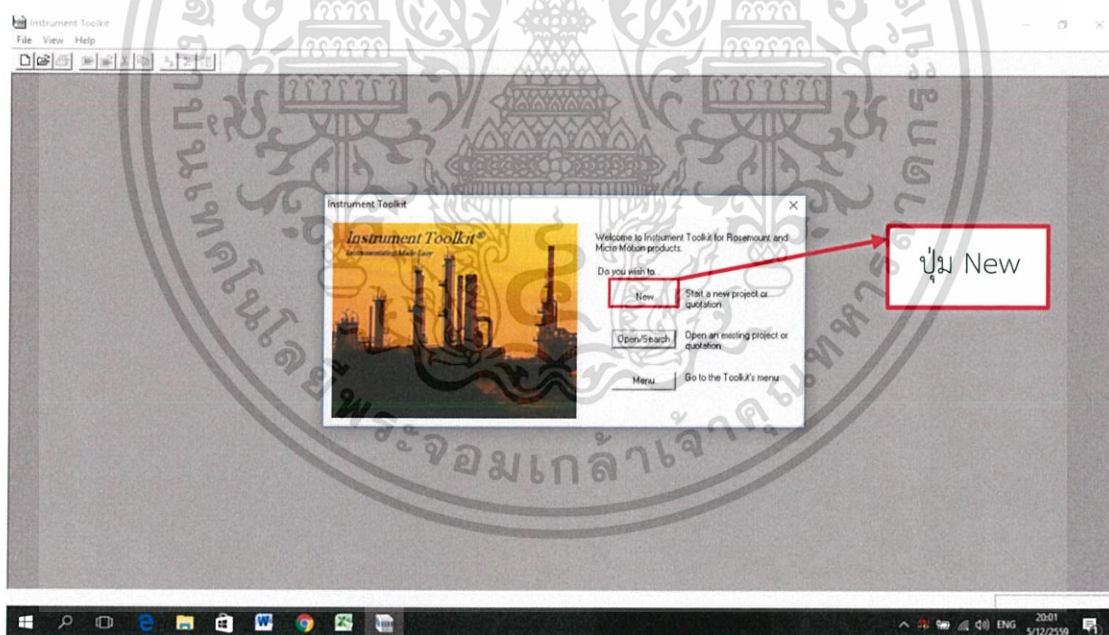
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 ตารางข้อมูลพื้นฐานของระบบที่ใช้ในการออกแบบ Compact Orifice Plate

Primary Element	ชนิดของของไหล	ขนาดและวัสดุของท่อ	แนวการติดตั้งท่อ	อัตราการไหล (m ³ /hr)	ความดัน (psig)	อุณหภูมิ (°C)
Orifice	Liquid	รัศมี 2 นิ้ว	แนวนอน	Min 3	Min 1	Min 25
		ความหนา 40 S		Normal 5	Normal 2.5	Normal 28
		316 SSL		Max 8	Max 3	Max 35

ขั้นตอนการใช้โปรแกรม Instrument Toolkit ในการออกแบบ Compact Orifice Plate

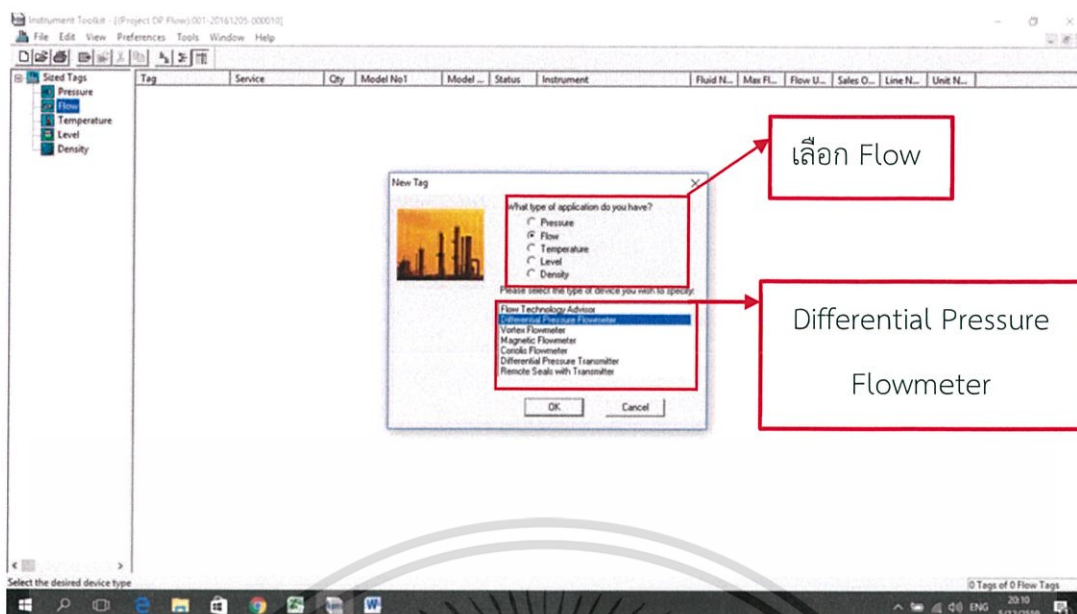
1. เปิดโปรแกรม Instrument Toolkit และทำสร้างโปรเจกใหม่โดยกดที่ปุ่ม New



รูปที่ 3.23 การเริ่มโปรแกรม Instrument Toolkit

2. ทำการเลือกชนิดของอุปกรณ์เป็น Flow และต้องการคำนวณค่าความดันแตกต่างเป็นแบบ Differential Pressure Flowmeter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



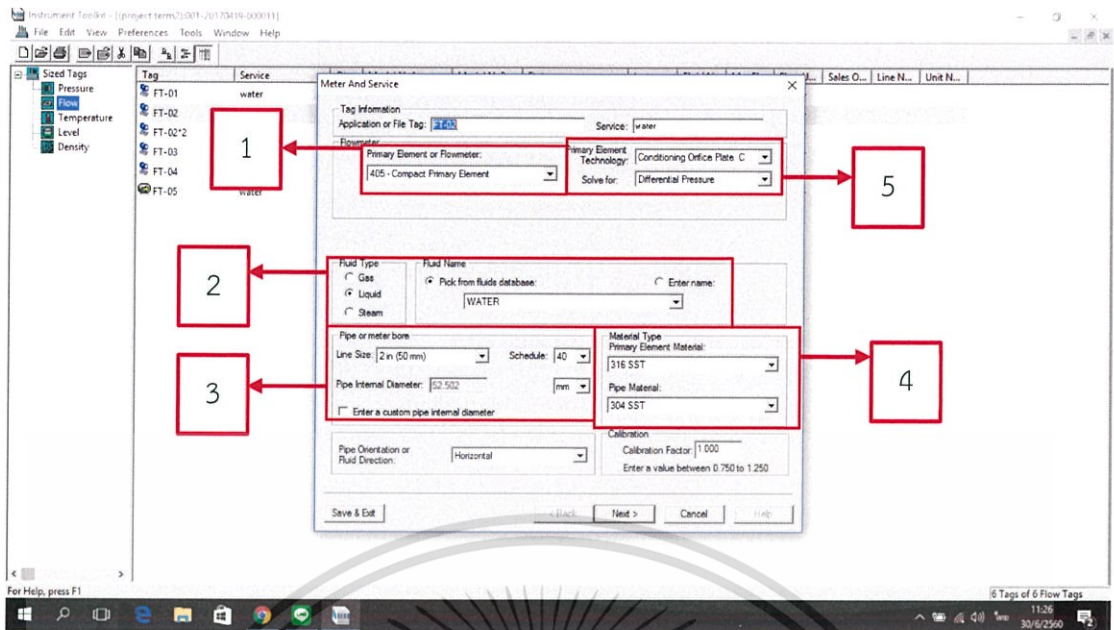
รูปที่ 3.24 เลือกชนิดเป็นอุปกรณ์วัดอัตราการไหลแบบความดันแตกต่าง

3. ทำการเลือกข้อมูลพื้นฐานของ Flowmeter เป็นดังรูปที่ 3.25

1. เลือกอุปกรณ์เป็น 405 - Compact Primary Element
2. เลือกชนิดของของไหลเป็น Liquid และ Water
3. ขนาดของท่อ 2 นิ้ว และความหนาของท่อ 40
4. วัสดุของอุปกรณ์วัดและท่อเป็น 316 Stainless Steel

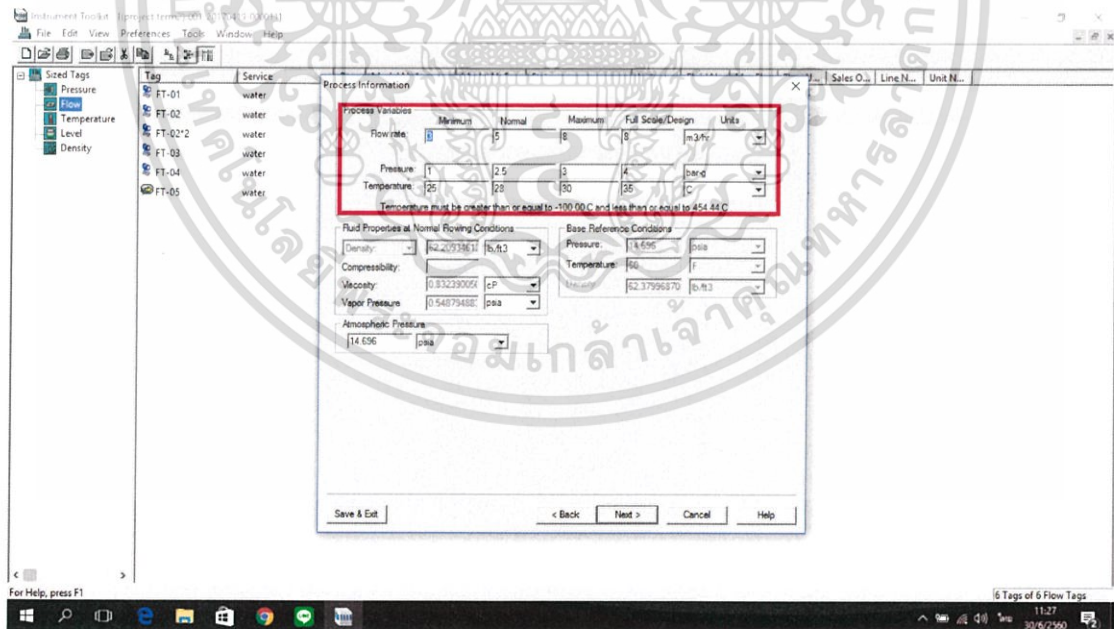
5. คำนวณค่าที่ต้องการเป็นแบบ Differential Pressure ซึ่งเป็นการวัดค่าอัตราการไหลตามทฤษฎีของ Orifice Plate และ Primary Element Technology เป็น Conditioning Orifice Plate C ถ้าเป็นแบบ 4 รู และ Orifice Plate P ถ้าเป็นแบบ 1 รู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.25 การเลือกข้อมูลพื้นฐานของอุปกรณ์วัดอัตราการไหล Compact Orifice Plate

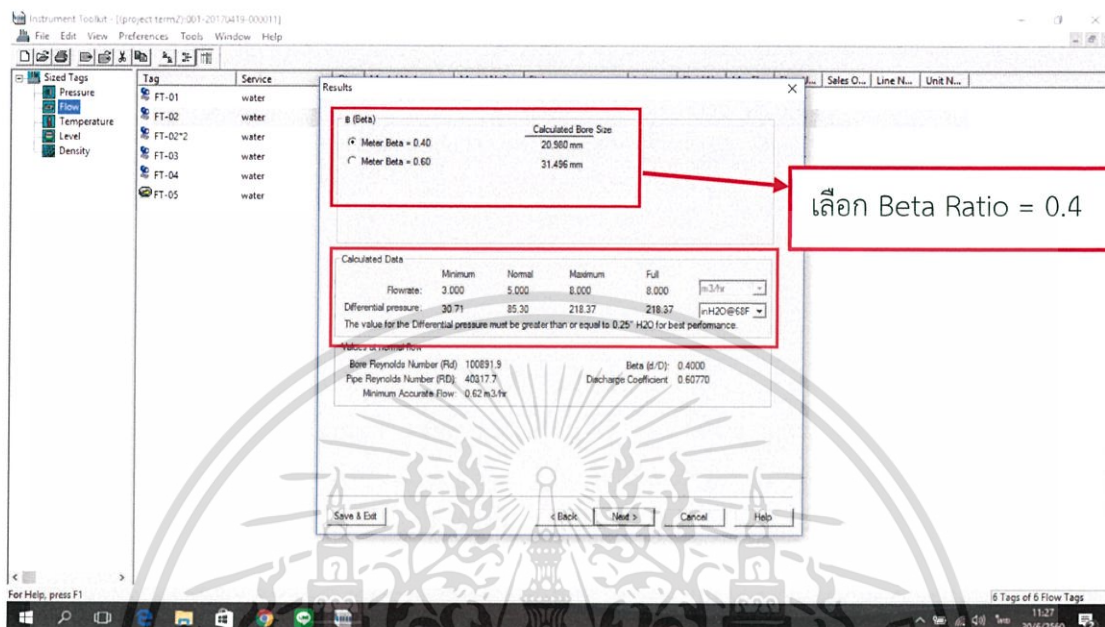
4. กำหนดค่าอัตราการไหล ความดันและอุณหภูมิในกระบวนการตามที่ได้กำหนดไว้ในตารางที่ 3.2



รูปที่ 3.26 การกำหนดค่าอัตราการไหล ความดันและอุณหภูมิในกระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

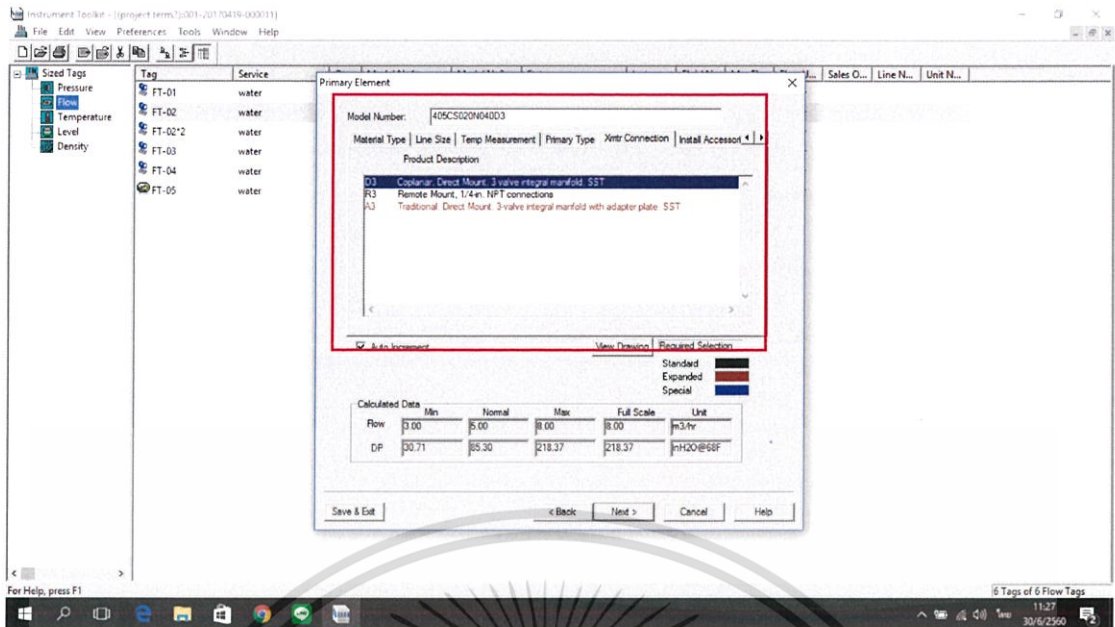
5. ทำการเลือกหน่วยวัดของค่าความดันแตกต่างที่คำนวณออกมาจากโปรแกรม โดยใช้หน่วยเป็น inH_2O ที่ 68°F แสดงค่าของ Differential Pressure ที่คำนวณออกมาจากโปรแกรมและเลือก Beta Ratio เท่ากับ 0.4



รูปที่ 3.27 เลือกหน่วยวัดของค่าความดันแตกต่างและ Beta Ratio และแสดงค่าความดันแตกต่าง

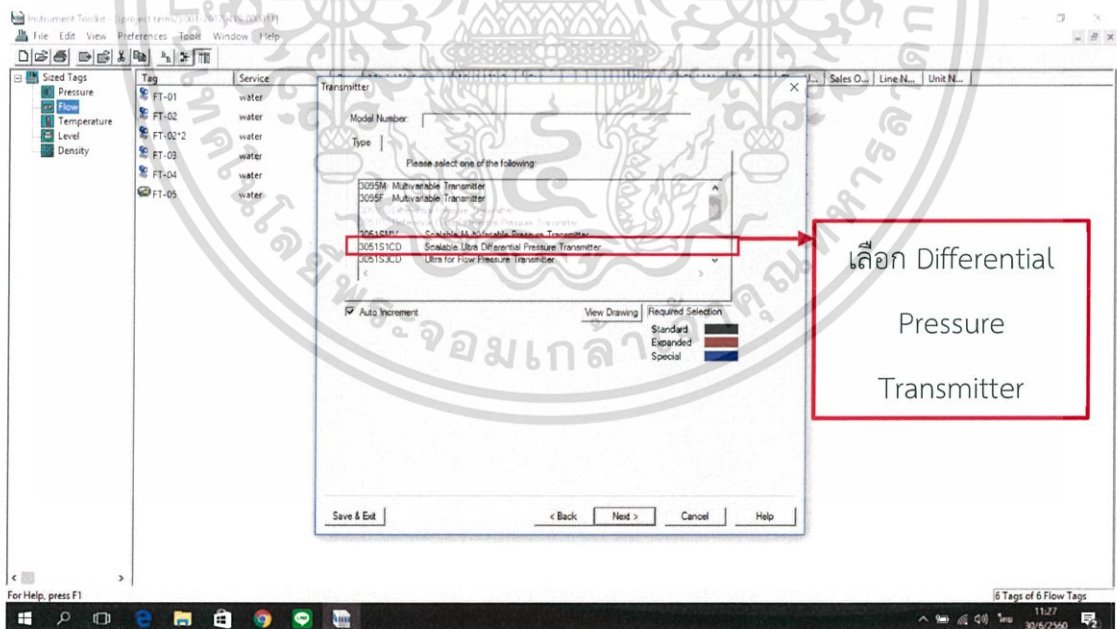
6. การออกแบบ Primary Element ของ Compact Conditioning Orifice Plate เลือกประเภท Primary Element ที่ใช้ในการติดตั้งอุปกรณ์วัด โดย Primary Element ที่ใช้เมื่อเลือกแล้วได้ Model Number 405C5020N040D3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.28 การเลือกประเภท Primary Element ของ Compact Conditioning Orifice Plate

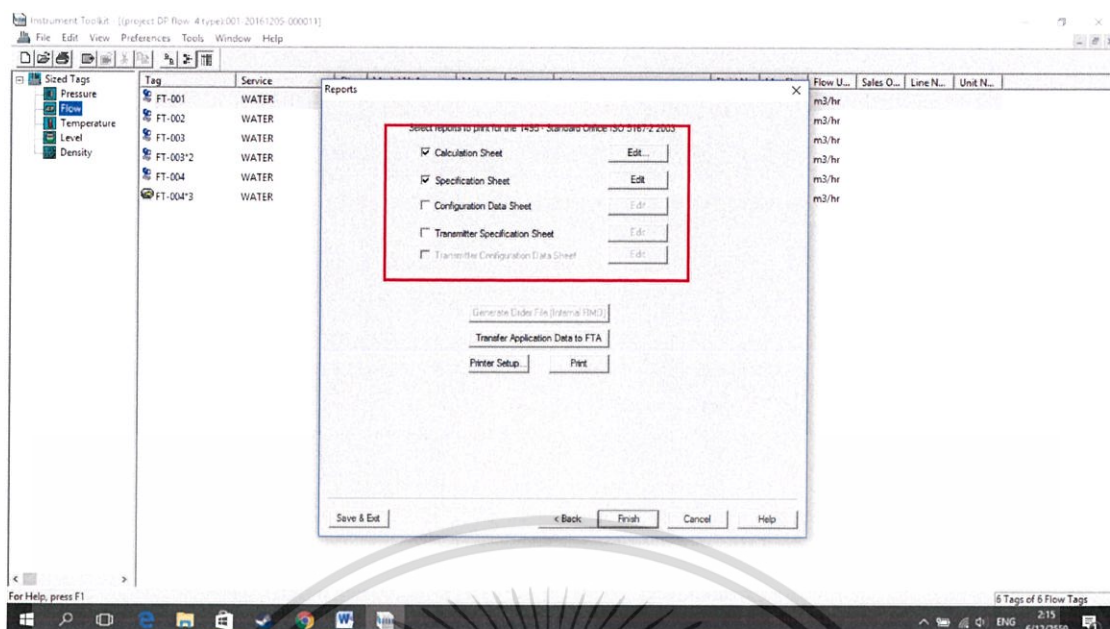
7. เลือกประเภท Transmitter ที่ใช้ในการติดตั้งอุปกรณ์เป็นแบบ Differential Pressure Transmitter



รูปที่ 3.29 เลือก Differential Pressure Transmitter

8. เลือกข้อมูลที่ต้องการจากการ Sizing อุปกรณ์วัดอัตราการไหล Compact Orifice Plate


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.30 เลือกเอกสารที่ต้องจากการ Sizing ของ Compact Orifice Plate

จากการออกแบบอุปกรณ์การวัดอัตราการไหล Compact Orifice Plate ผ่านโปรแกรม Instrument Toolkit จะได้ Calculation Data Sheet และ Specification Sheet ดังรูปที่ 3.31 และ 3.32 สำหรับ 405P และ รูปที่ 3.33 และ 3.34 สำหรับ 405C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ROSEMOUNT INC.		405 COMPACT PRIMARY ELEMENT CALCULATION DATA SHEET		
GENERAL DATA				
Customer:	KMITL			
Project:	project term2			
S. O. No:				
P. O. No:				
Calc. Date:				
Model No:	405PS020N040D3			
Tag No:	FT-03			
PRODUCT DESCRIPTION				
Bore Type:			Tap Type:	
Nominal Beta:	0.40		Tap Location:	
Plate Type:	Orifice Plate		Line Size:	2 in (50 mm)
Plate Material:	316 SST		Pipe Schedule:	40
Meter Schedule:			Pipe Material:	304 SST
Process Connection:				
INPUT DATA				
Fluid Type:	Liquid			
Fluid Name:	WATER			
Pipe I.D.:	52.502 mm	Base Pressure:	14.696 psia	
Pressure:	2.500 bar-g	Base Temperature:	60.00 F	
Temperature at Flow:	28.00 C			
Absolute Viscosity:	0.83239 cP			
Isentropic Exponent:		Base Density:	62.3800 lb/ft3	
Compressibility at Flow:		Atmospheric Pressure:	14.696 psia	
Density at Flow:	62.2093 lb/ft3			
Flow Rates:				
Minimum:	3.00 m3/hr			
Normal:	5.00 m3/hr			
Maximum:	8.00 m3/hr			
Full Scale:	8.00 m3/hr			
CALCULATED DATA (Calculation Performed at Normal Conditions.)				
Orifice Bore Size:	21.006 mm	Pipe Reynolds Number (Normal):	40318	
DP at Min Flow:	30.379 inH2O@68F	Gas Expansion Factor:	1.0000	
DP at Normal Flow:	84.387 inH2O@68F	Permanent Pressure Loss at Normal Flow:	69.21 inH2O@68F	
DP at Max Flow:	216.031 inH2O@68F	Permanent Pressure Loss at Max Flow:	177.23 inH2O@68F	
URV (DP at Full Scale):	216.031 inH2O@68F	Velocity at Max Flow:	1.03 m/sec	
Beta:	0.4001			
Discharge Coefficient:	0.6095			
Pipe Sch Adjustment Factor:	1.010			
Pipe ID (thermally corrected)	52.509 mm	Bore Size (thermally corrected)	21.009 mm	
GUIDELINES				
Primary Element Min Limit of Use	0.62 m3/hr	Min Recommended Pipe Reynolds:	5000.0	
Max. Allow. Pressure @ Temp:	99.3 bar-g	35.00 C	Recommended Min DP:	0.250 inH2O@68F
Design Pressure/Temperature:	4.000 bar-g	35.000 C	Max. Allow. Temp.:	232.222 C
WARNINGS				
NOTES				
This report is provided according to the terms and conditions of the Instrument Toolkit(TM) End-Use Customer License Agreement				
Version: 3.0 (Build175C)			Printed On:	18-11-17


รูปที่ 3.31 Calculation Data Sheet ของ Compact Orifice Plate ที่ได้จากการ Sizing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Client		KMITL		405 COMPACT PRIMARY ELEMENT				Sheet		of	
Project		project term2		Specification				Spec No.		Rev.	
Unit								Contract		P.O.	
Location								Req.		BY	
								CHK'D		APPR.	
GENERAL	1	Tag No.	FT-03								
	2	Description of Service	water								
	3	PID No. Line Number									
PROCESS CONDITIONS			Minimum	Normal	Maximum	Full Scale	Unit				
	4	Flow Rates	3.000	5.000	8.000	8.000	m ³ /hr				
	5	Pressure	1	2.5	3	4.000	bar.g				
	6	Temperature	25.00	28.00	30.00	35.00	C				
FLUID DATA	7	Fluid name	WATER								
	8	Fluid State	Liquid								
	9	Density @ Operating @ Base	62.20935		lb/ft ³	62.37997	lb/ft ³				
	10	Specific Gravity @ Operating @ Base									
	11	Molecular Weight									
	12	Operating Viscosity	0.83239		cP						
	13	Isentropic Exponent									
	14	Compressibility @ Operating @ Base									
	15	Vapor Pressure	0.549	psia							
	16	Maximum Permanent Pressure loss	177.225	inH ₂ O @ 68F							
Differential Pressure	17	Base Pressure Base Temperature	14.696	psia		60.00	F				
	18	Atmospheric Pressure	14.696	psia							
ORIFICE FLANGE & FITTING			Minimum	Normal	Maximum	Full Scale	Unit				
	19	Differential Pressure	30.379	84.387	216.031	216.031	inH ₂ O @ 68F				
	20										
	21	Flange Type/ Rating/ Material	316 SST								
ORIFICE PLATE	22	Connection Nominal Size									
	23	Connection Style	Horizontal								
	24	Tap Size Tap Orientation									
	25	Plate Type	Square Edged								
METER TUBE	26	Beta ratio d/D	0.400								
	27	Orifice Bore	21.006	mm							
	28	Plate Outside diameter									
	29	Plate Thickness/ Plate Material	0.125	316 SST							
OPTIONS	30	Line Size	2 in (50 mm)								
	31	Pipe Schedule Pipe Material D	40	304 SST		52.502					
	32	Mounting Bolt Length									
	33	Remote Adapters									
NOTES	34	Bolts									
	35	Wetted Materials									
	36	Cleaning									
	37	Material Traceability									
NOTES	38	Bore Calculation Sheet									
	39	Special Bore									
	40	Manufacturer	Rosemount								
	41	Model Number	405PS020N040D3								
NOTES	42										
	43										
	44										
	45										

รูปที่ 3.32 Specification Sheet ของ Compact Orifice Plate ที่ได้จากการ Sizing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ROSEMOUNT INC. 405 COMPACT PRIMARY ELEMENT CALCULATION DATA SHEET				
GENERAL DATA				
Customer:	KMITL			
Project:	project term2			
S. O. No:				
P. O. No:				
Calc. Date:				
Model No:	405CS020N040D3			
Tag No:	FT-02			
PRODUCT DESCRIPTION				
Bore Type:			Tap Type:	
Nominal Beta:	0.40		Tap Location:	
Plate Type:	Conditioning Orifice Plate		Line Size:	2 in (50 mm)
Plate Material:	316 SST		Pipe Schedule:	40
Meter Schedule:			Pipe Material:	304 SST
Process Connection:				
INPUT DATA				
Fluid Type:	Liquid	Calibration Factor (Fc):	1.000	
Fluid Name:	WATER	Base Pressure:	14.696 psia	
Pipe I.D.:	52.502 mm	Base Temperature:	60.00 F	
Pressure:	2.500 bar-g	Base Density:	62.3800 lb/ft ³	
Temperature at Flow:	28.00 C	Atmospheric Pressure:	14.696 psia	
Absolute Viscosity:	0.83239 cP			
Isentropic Exponent:				
Compressibility at Flow:				
Density at Flow:	62.2093 lb/ft ³			
Flow Rates:				
Minimum:	3.00 m ³ /hr			
Normal:	5.00 m ³ /hr			
Maximum:	8.00 m ³ /hr			
Full Scale:	8.00 m ³ /hr			
CALCULATED DATA (Calculation Performed at Normal Conditions.)				
Typical Orifice Hole Size:	10.490 mm	Pipe Reynolds Number (Normal):	40318	
Calculated Orifice Bore Size:	20.980 mm	Gas Expansion Factor:	1.0000	
DP at Min Flow:	30.708 inH ₂ O@68F	Permanent Pressure Loss		
DP at Normal Flow:	85.300 inH ₂ O@68F	at Normal Flow:	70.03 inH ₂ O@68F	
DP at Max Flow:	218.367 inH ₂ O@68F	at Max Flow:	179.34 inH ₂ O@68F	
URV (DP at Full Scale):	218.367 inH ₂ O@68F	Velocity at Max Flow:	1.03 m/sec	
Beta:	0.3996			
Discharge Coefficient:	0.6077			
Pipe Sch Adjustment Factor:	1.000			
Pipe ID (thermally corrected)	52.509 mm	Bore Size (thermally corrected)	20.983 mm	
GUIDELINES				
Primary Element Min Limit of Use:	0.62 m ³ /hr	Min Recommended Pipe Reynolds:	5000.0	
Max. Allow. Pressure @ Temp:	99.3 bar-g	35.00 C	Recommended Min DP:	0.250 inH ₂ O@68F
Design Pressure/Temperature:	4.000 bar-g	35.000 C	Max. Allow. Temp.:	232.222 C
WARNINGS				
NOTES				
This report is provided according to the terms and conditions of the Instrument Toolkit(TM) End-Use Customer License Agreement				
Version: 3.0 (Build175C)			Printed On:	18-01-17

รูปที่ 3.33 Calculation Data Sheet ของ Compact Conditioning Orifice Plate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Client		KMIL		405 COMPACT PRIMARY				Sheet		of
Project		project term2		ELEMENT				Spec No.		Rev.
Unit				Specification				Contract		P.O.
Location								Req.		BY
								CHK'D		APPR.
GENERAL	1	Tag No.	FT-02							
	2	Description of Service	water							
	3	PID No. Line Number								
PROCESS CONDITIONS	4	Flow Rates	Minimum	Normal	Maximum	Full Scale	Unit			
	5	Pressure	3.000	5.000	8.000	8.000	m ³ /hr			
	6	Temperature	1	2.5	3	4.000	bar-g			
FLUID DATA	7	Fluid name	WATER							
	8	Fluid State	Liquid							
	9	Density @ Operating @ Base	62.20935			lb/ft ³	62.37997	lb/ft ³		
	10	Specific Gravity @ Operating @ Base								
	11	Molecular Weight								
	12	Operating Viscosity	0.83239			cP				
	13	Isentropic Exponent								
	14	Compressibility @ Operating @ Base								
	15	Vapor Pressure	0.549			psia				
	16	Maximum Permanent Pressure loss	179.339			inH ₂ O @ 68F				
	17	Base Pressure Base Temperature	14.696			psia		60.00	F	
	18	Atmospheric Pressure	14.696			psia				
Differential Pressure	19	Differential Pressure	Minimum	Normal	Maximum	Full Scale	Unit			
	20		30.708	85.300	218.367	218.367	inH ₂ O @ 68F			
ORIFICE FLANGE & FITTING	21	Flange Type Rating Material	316 SST							
	22	Connection Nominal Size								
	23	Connection Style	Horizontal							
	24	Tap Size Tap Orientation								
ORIFICE PLATE	25	Plate Type	Square Edged							
	26	Beta ratio d/D	0.400							
	27	Orifice Bore	10.490			mm				
	28	Plate Outside diameter								
METER TUBE	29	Plate Thickness Plate Material	0.125"			316 SST				
	30	Line Size	2 in (50 mm)							
	31	Pipe Schedule Pipe Material I.D	40			304 SST		52.502		
	32	Mounting Bolt Length								
OPTIONS	33	Remote Adapters								
	34	Bolts								
	35	Wetted Materials								
	36	Cleaning								
NOTES	37	Material Traceability								
	38	Bore Calculation Sheet								
	39	Special Bore								
	40	Manufacturer	Rosemount							
41	Model Number	405CS020N040D3								
42										
43										
44										
45										

This report is provided according to the terms and conditions of the Instrument Toolkit(TM) End-Use Customer License Agreement.

Version: 3.0 (Build175C)

Printed On: 18-01-17

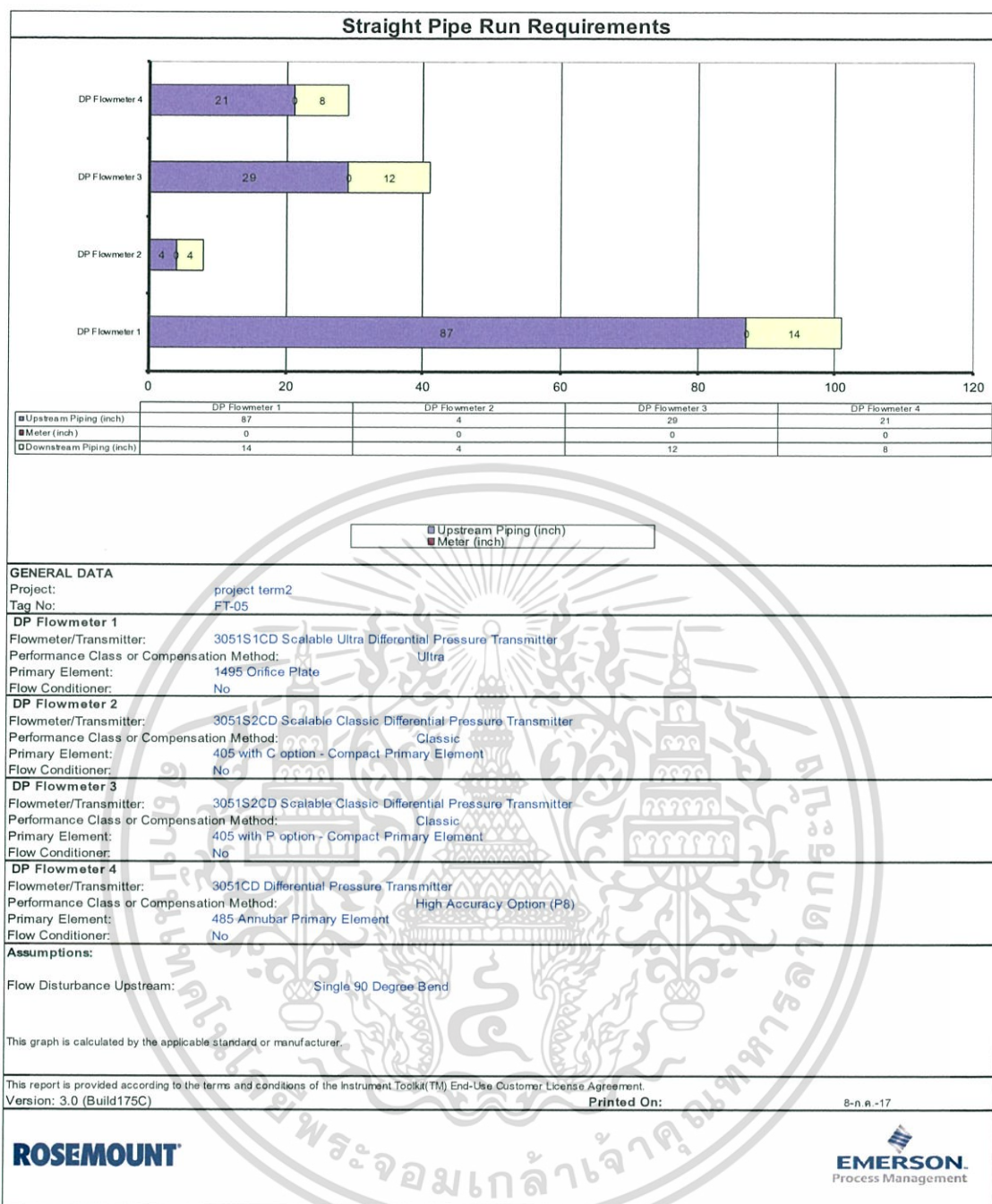
21:30

รูปที่ 3.34 Specification Sheet ของ Compact Conditioning Orifice Plate

3.1.4 การออกแบบ Straight Pipe Run

จากการออกแบบอุปกรณ์วัดอัตราการไหลทั้ง 4 ชนิดได้แก่ Orifice Plate, Compact Orifice Plate, Compact Conditioning Orifice Plate, และ Annubar โดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkit จะได้ผลของระยะ Straight Pipe Run ของอุปกรณ์วัดอัตราการไหลแต่ละชนิด ดังรูปที่ 3.35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

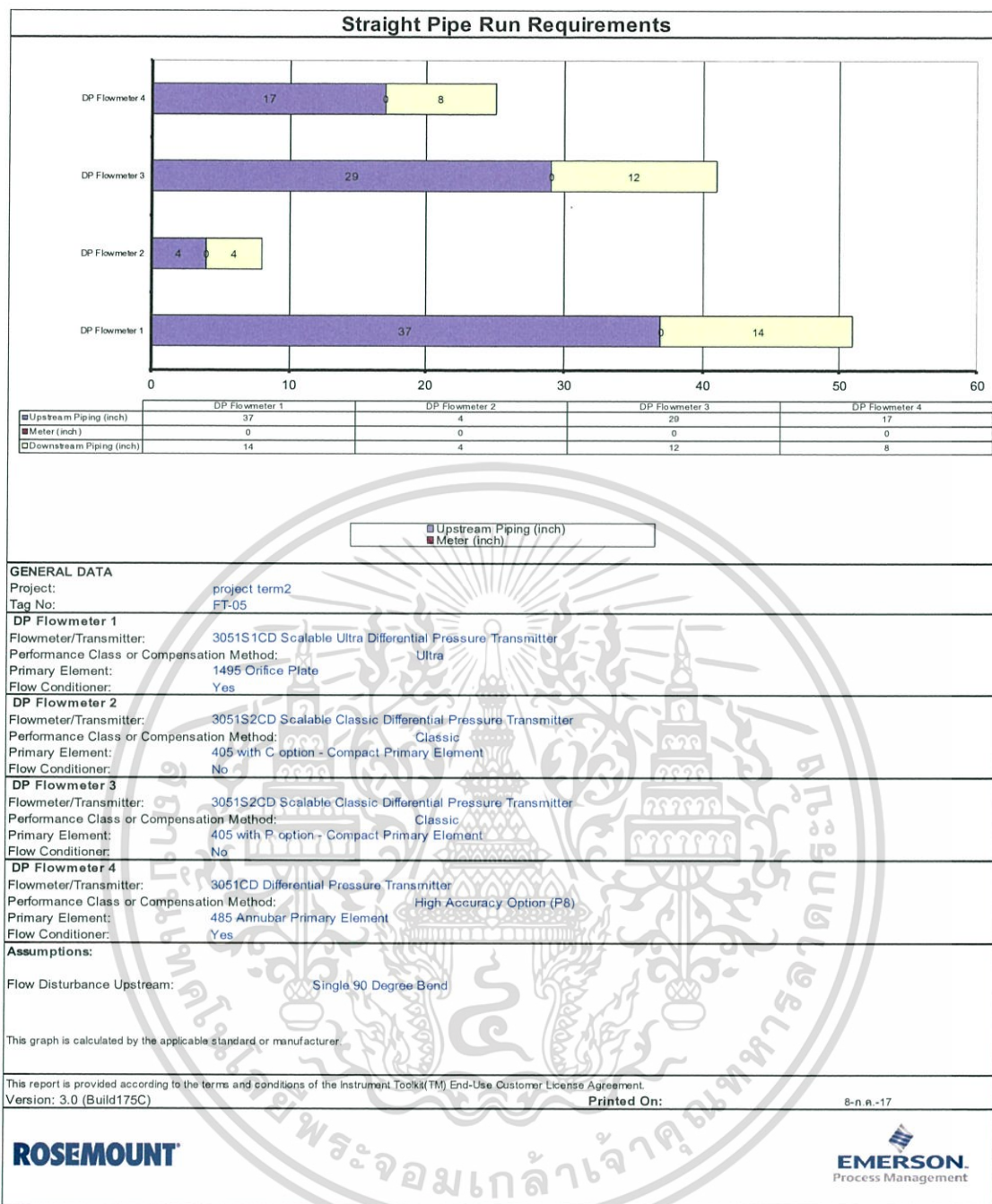


รูปที่ 3.35 ระยะ Straight Pipe Run ของอุปกรณ์วัดอัตราการไหลแต่ละตัว

แต่เนื่องจากระยะ Straight Pipe Run ของ Orifice Plate และ Annubar ที่ได้มีขนาดยาวเกินไป จึงได้ใส่ Flow Conditioner ไว้ด้าน Upstream ของ Orifice Plate และ Annubar ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับขนาดท่อ เพื่อช่วยจัดรูปแบบของการไหลให้เป็นแบบราบเรียบ ทำให้มีระยะ Straight Pipe Run ลดลง ดังรูปที่ 3.36

**หมายเหตุ Flow Conditioner คือ อุปกรณ์ที่ช่วยจัดรูปแบบของการไหลให้เป็นแบบการไหลแบบราบเรียบ การติดตั้งให้ติดไว้ด้านหน้าของมิเตอร์วัดอัตราการไหล มีลักษณะคล้ายรังผึ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

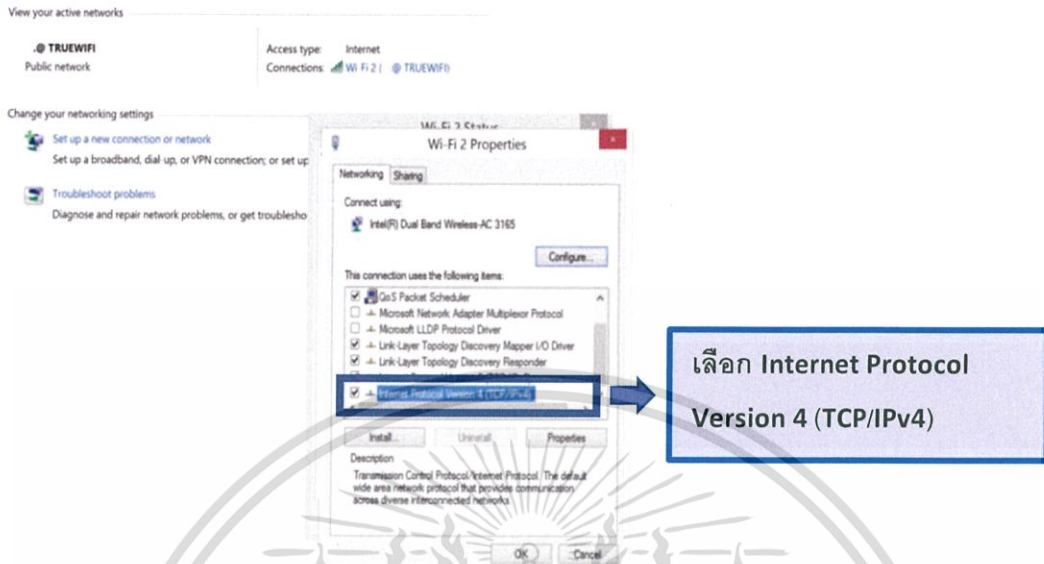


รูปที่ 3.36 ระยะ Straight Pipe Run ของอุปกรณ์วัดอัตราการไหล เมื่อใส่ Flow Conditioner

หลังจากใส่ Flow Conditioner ปรากฏว่าระยะ Straight Pipe Run ของ Orifice Plate และ Annubar มีขนาดลดลงจากเดิม แต่ของ Compact Orifice Plate และ Compact Conditioning Orifice Plate มีขนาดเท่าเดิม เนื่องจากไม่ได้ติดตั้ง Flow Conditioner ทางด้าน Upstream ของ Compact Orifice Plate และ Compact Conditioning Orifice Plate

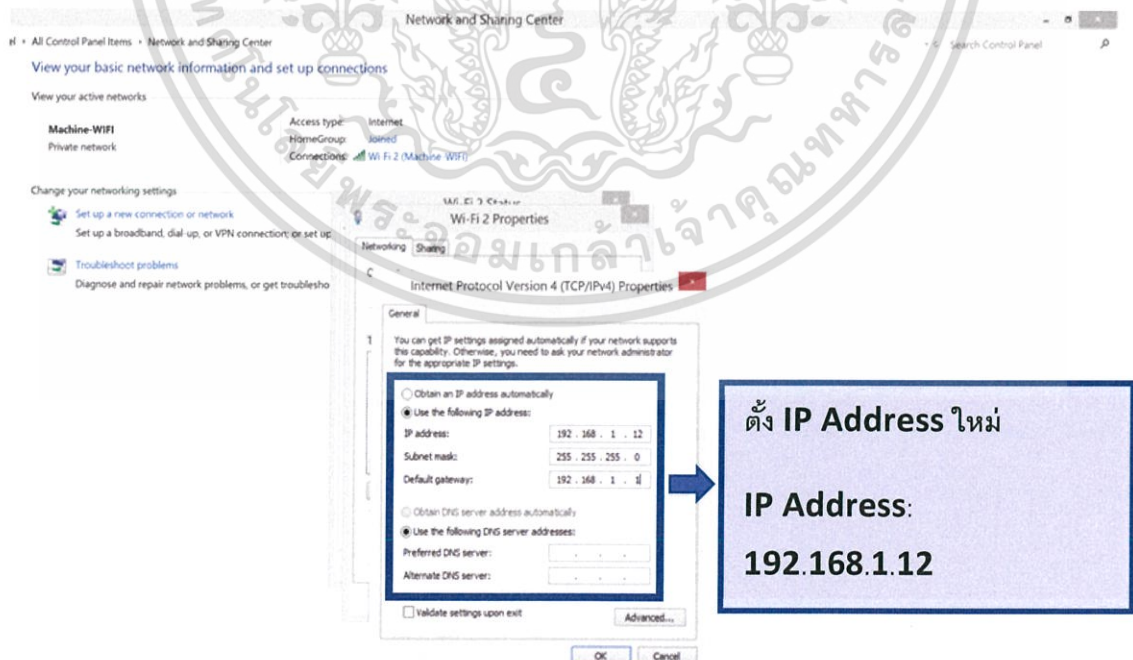
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ให้สามารถสื่อสารกับ Gateway



รูปที่ 3.37 เปลี่ยน IP Address ของคอมพิวเตอร์

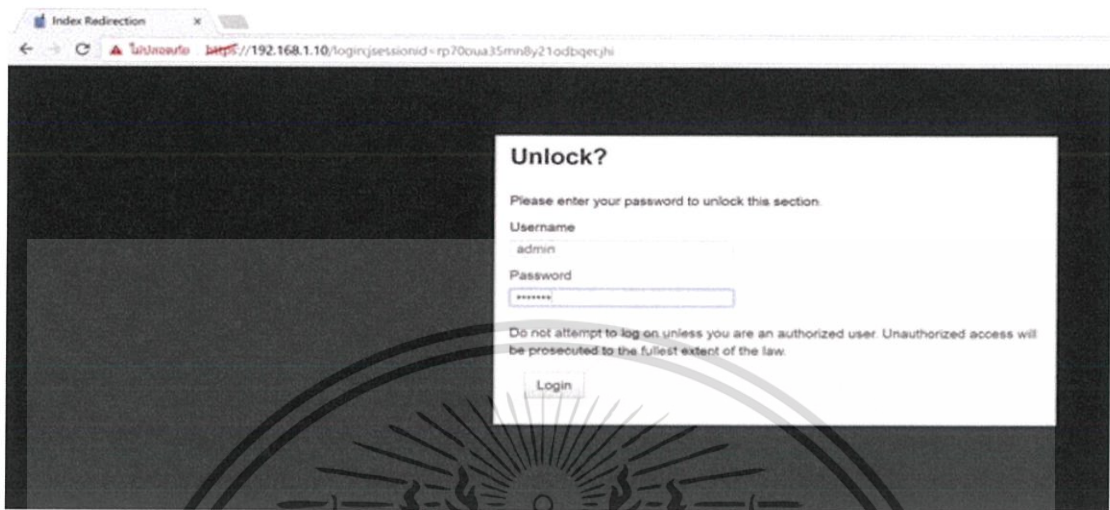
รูปที่ 3.37 เปลี่ยน IP Address ของคอมพิวเตอร์ การเปลี่ยน IP Address ทำให้คอมพิวเตอร์ จะเปลี่ยนวงรอบของการสื่อสารเป็นวงรอบอื่นซึ่ง ต้องปรับให้ตรงกับ Gateway เพื่อให้ทั้งสองอุปกรณ์สามารถสื่อสารกันได้



รูปที่ 3.38 เปลี่ยน IP Address ให้ตรงกับ Gateway

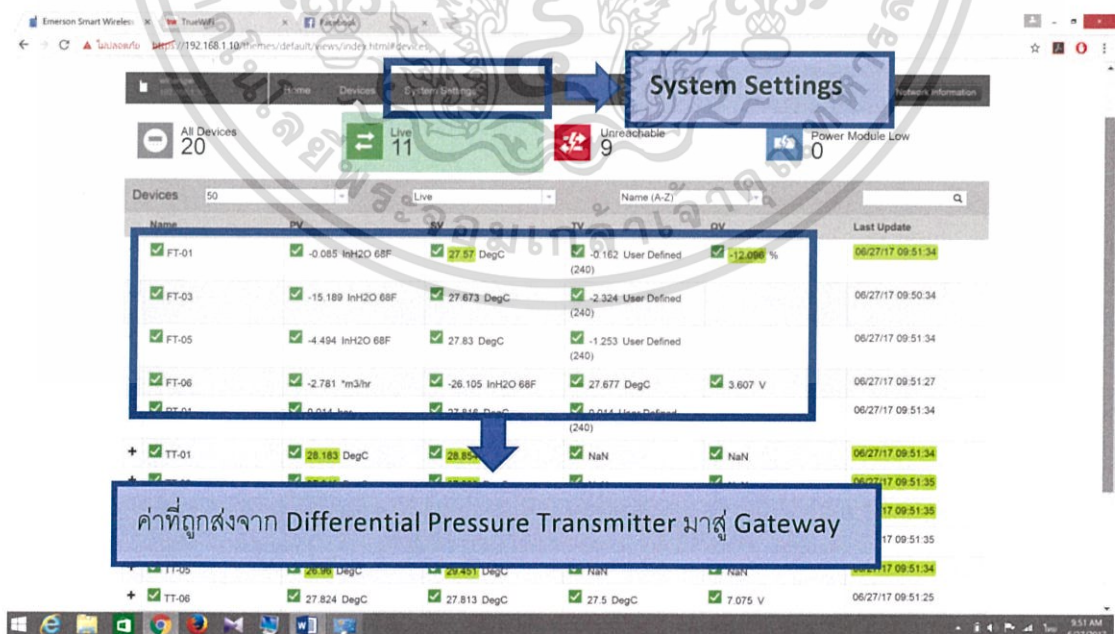
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.38 สำหรับการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ กับ Gateway ต้องตั้ง IP Address ของคอมพิวเตอร์ให้ตรงกับ Gateway ซึ่ง Gateway มี IP Address คือ 192.168.1.12



รูปที่ 3.39 การเข้าสู่ Gateway

รูปที่ 3.39 การเข้าสู่ Gateway ต้องเข้าจาก Browser Internet นั้นคือ 192.168.1.10 ไม่เกี่ยวกับ IP Address เป็นเลขที่มาจากคู่มือการใช้งาน Gateway. จะปรากฏหน้าดังรูปที่ 3.39 ใส่ Username : admin และ Password : default



รูปที่ 3.40 หน้าทีแสดงหลังจากเข้าสู่ Gateway

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากเข้าสู่ Gateway จะมีค่าที่ถูกส่งมาจาก ทรานสมิตเตอร์ โดยค่าต่างๆแสดงอยู่ โดยในช่องของ Name จะหมายถึงชื่อของ ทรานสมิตเตอร์ ส่วนในชื่อ PV, SV, TV, QV จะเป็นค่าต่างๆที่ถูกส่งออกมาจากทรานสมิตเตอร์ ซึ่งค่า PV, SV, TV, QV แต่ละชนิดจะส่งค่าออกมาไม่เหมือนกัน ซึ่งค่าทรานสมิตเตอร์ที่ใช้ในโปรเจกนี้ จะส่งค่าดังนี้

FT - 01 (Orifice Plate)

PV = Differential Pressure SV = TEMP TV = Flow Rate QV = NaN

FT - 02 (Compact Conditioning Orifice Plate)

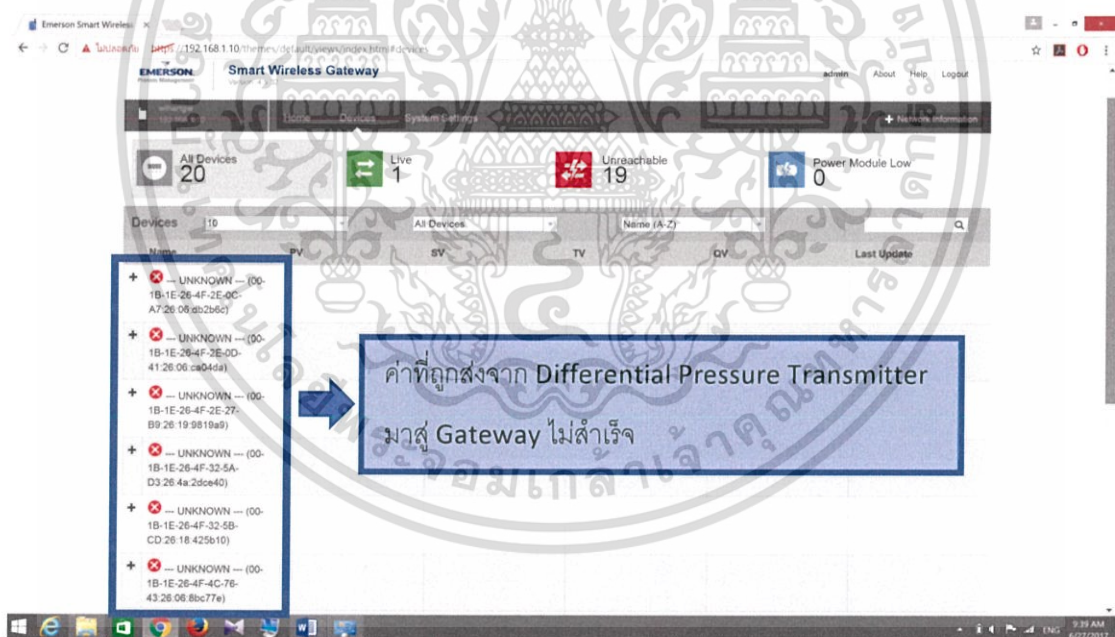
PV = Differential Pressure SV = TEMP TV = Flow Rate QV = NaN

FT - 03 (Compact Orifice Plate)

PV = Differential Pressure SV = TEMP TV = Flow Rate QV = NaN

FT - 04 (Annubar)

PV = Differential Pressure SV = TEMP TV = Flow Rate QV = NaN



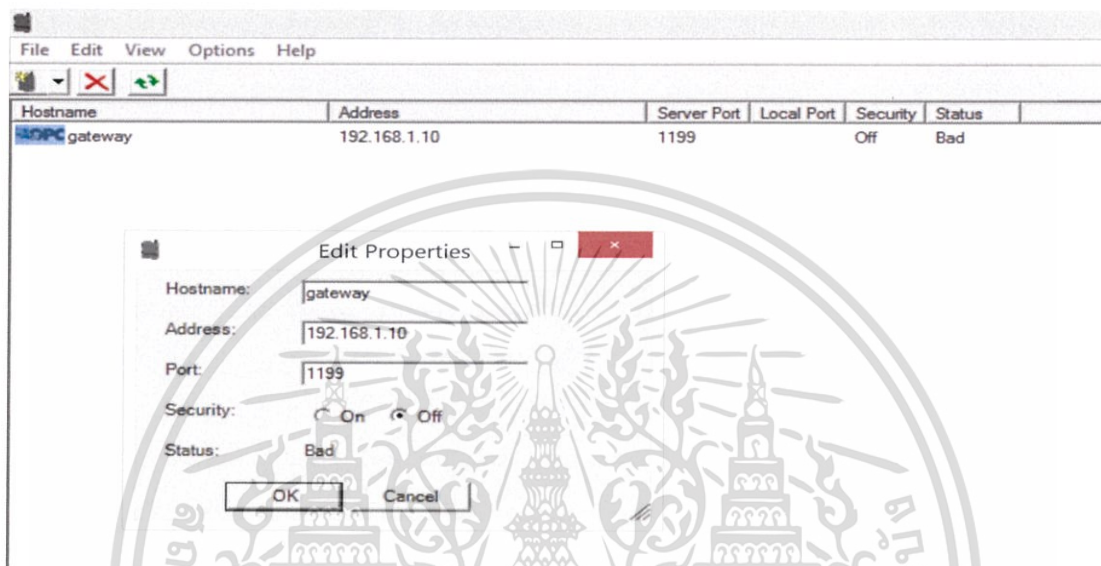
รูปที่ 3.41 หน้าทีแสดงหลังจากเข้าสู่ Gateway ไม่สำเร็จ

รูปที่ 3.41 จะแสดงหน้าเว็บเพจในกรณีที่อุปกรณ์ไม่สามารถเชื่อมต่อ Gateway ได้ จะมีลักษณะดังรูป คือเว็บเพจไม่สามารถแสดงค่าของ Transmitter รวมถึงไม่สามารถแสดงชื่อของอุปกรณ์ โดยทุกอุปกรณ์จะมีชื่อว่า UNKNOWN และจะมีรูปกากบาทสีแดงขึ้นที่ชื่อของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

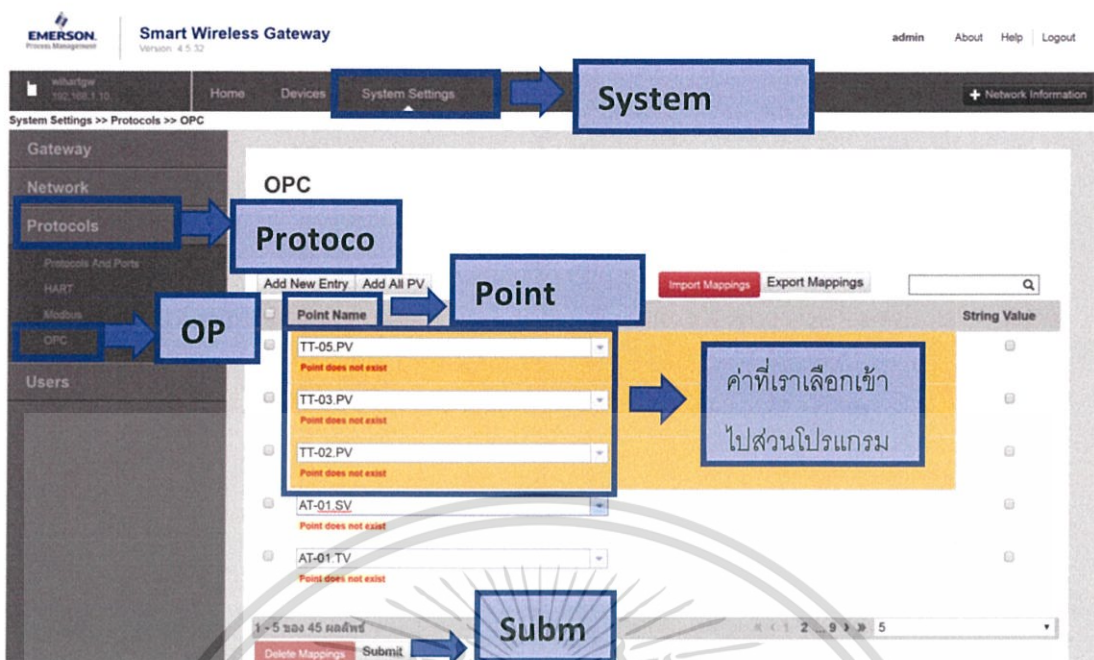
3.3 การเชื่อมต่อข้อมูลกับโปรแกรม Wonderware InduSoft Web Studio 8.0

เนื่องจากการที่เราต้องการเปรียบเทียบค่าของอุปกรณ์ จำเป็นอย่างยิ่งที่เราจะต้องมีความรู้วิธีการที่จะนำข้อมูลจากทรานสมิตเตอร์มาสู่ Gateway และนำข้อมูลที่ได้อมา Monitoring ผ่าน Program SCADA ซึ่งจะช่วยให้ง่ายและแม่นยำต่อการเปรียบเทียบ ซึ่งโปรแกรม SCADA ที่เราใช้ก็คือโปรแกรม Wonderware InduSoft Web Studio 8.0



รูปที่ 3.42 เปิดโปรแกรม Security Setup Utility

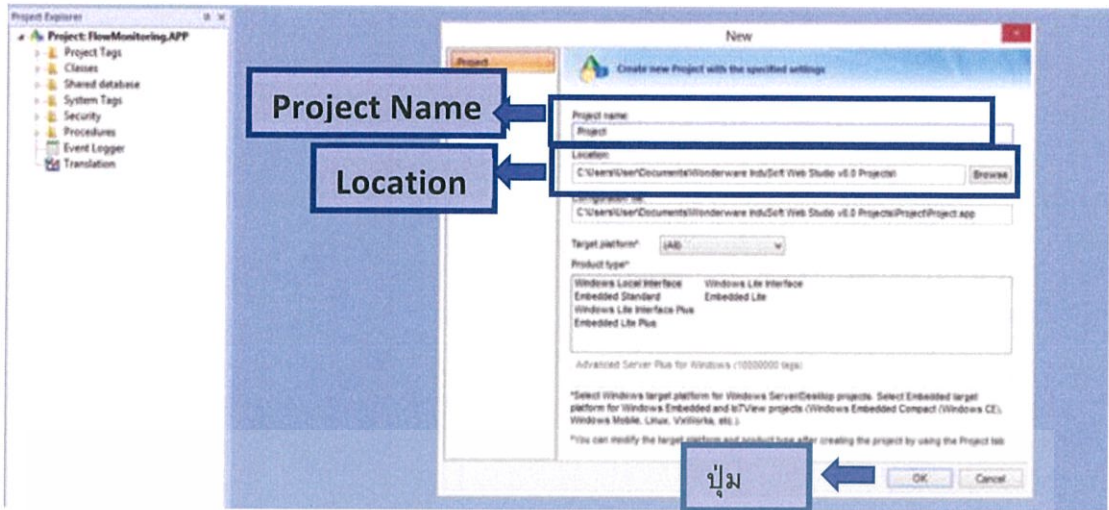
จากรูปที่ 3.42 เปิดโปรแกรม Security Setup Utility ตั้งค่า Address ให้ตรงกับ Browser ของเรา นั่นคือ 192.168.1.10 ในส่วนของโปรแกรม Security Setup Utility จะเป็นเหมือนประตูที่จะเปิดรับข้อมูลของ Gateway เพื่อเข้าสู่คอมพิวเตอร์ ของเรานั้นเอง



รูปที่ 3.43 เลือกค่าที่ได้จากการวัด เพื่อเชื่อมต่อกับโปรแกรมสกาดา

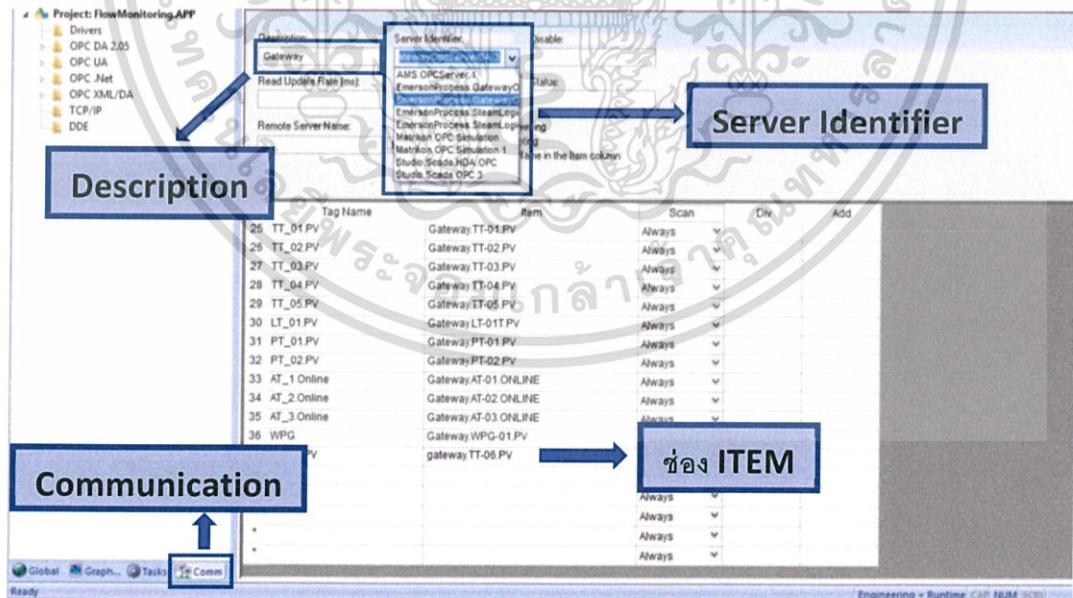
รูปที่ 3.43 กลับไปที่หน้า Gateway หลัก Browser Internet 192.168.1.10 แล้วคลิกเข้ามาที่ System Setting ที่อยู่บริเวณแถบด้านบนดังรูป จากนั้นคลิกเข้าไปในคำว่า OPC ที่อยู่หัวข้อ Protocols บริเวณแถบซ้ายมือจะขึ้นหน้าเว็บเพจดังรูป ซึ่งจะเป็นส่วนที่ใช้ดึงค่าจาก Gateway เข้าสู่ Program ของเรา ซึ่งในหัวข้อ Point Name จะเป็นชื่อของค่า ที่เราจะทำการเลือกเข้าสู่โปรแกรม เราจึงต้องเลือกค่าที่เรานำมาใช้ในการ Monitoring ซึ่งเรากำหนดให้ FT - 01 คือ Orifice Plate, FT - 02 คือ Compact Conditioning Orifice Plate, FT - 03 คือ Compact Orifice Plate, FT - 04 คือ Annubar ซึ่งค่าเราต้องเลือกคือ FT - 01.TV, FT - 02.TV, FT-03.TV, TT-04.TV หลังจากเราเลือกค่าต้องการทั้งหมดให้กดคลิกที่ปุ่ม Submit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.44 เปิดโปรแกรม Wonderware และสร้าง New Project

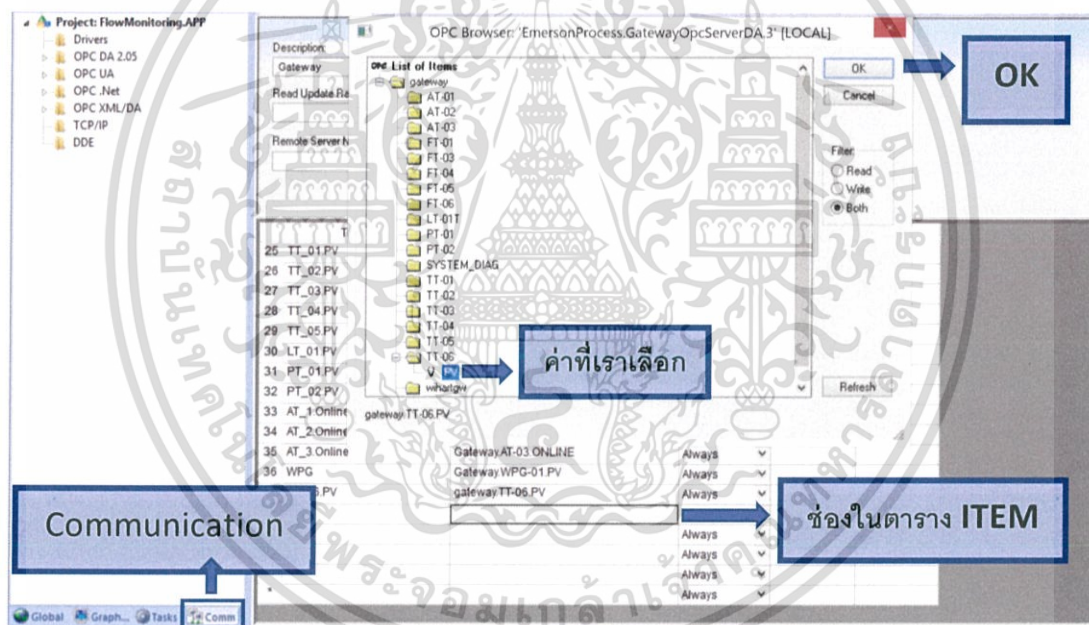
จากรูปที่ 3.44 ขั้นตอนนี้มีลักษณะเหมือนกันทุกโปรแกรมคือจะเริ่มทำโปรเจกใหม่ ต้องสร้างโปรเจกใหม่ก่อนโดยหลังจากคลิกเข้าสู่โปรแกรม Wonderware InduSoft Web Studio v8.0 จะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 3.44 โดยเราจะทำการตั้งชื่อของโปรเจกนี้ที่ช่อง Project Name และที่อยู่ไฟล์ของโปรเจกนี้ เพื่อบันทึกไว้ในคอมพิวเตอร์ของเราที่ช่อง Location หลังจากนั้นก็กดปุ่ม OK



รูปที่ 3.45 การสร้าง Communication

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

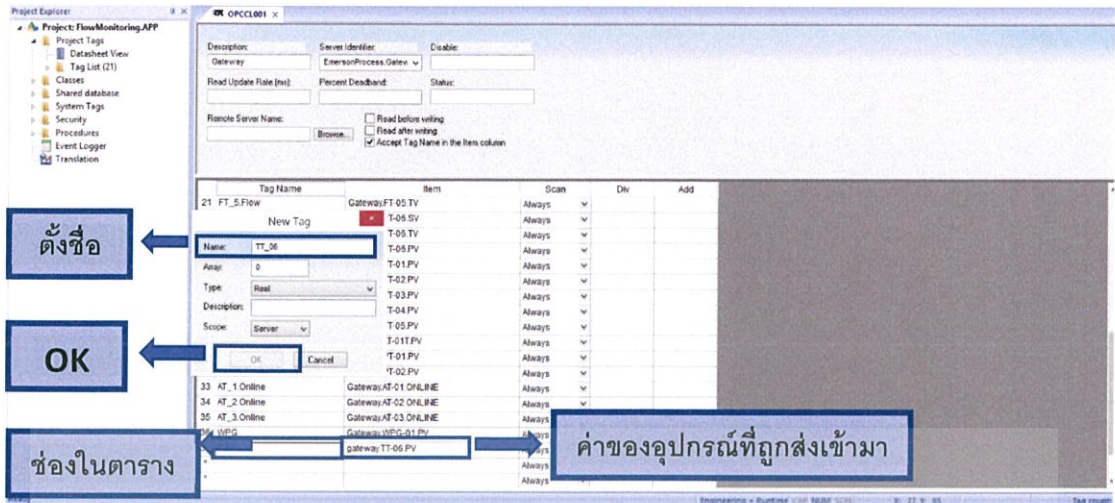
จากรูปที่ 3.45 สิ่งที่เราต้องทำเป็นอันดับแรกในการสร้างโปรแกรม Monitoring คือการนำค่าที่วัดได้จากทรานสมิตเตอร์เข้ามาสู่โปรแกรม โดยในส่วนของ Communication เป็นส่วนที่ใช้เชื่อมต่อและรับข้อมูลจาก Gateway เข้าสู่โปรแกรม Wonderware ซึ่งเป็นลำดับแรกที่ต้องทำก่อน โดยขั้นแรกคลิกไปที่ส่วน Communication บนแถบบริเวณล่างซ้ายของหน้าจอ จะปรากฏหน้าต่างดังรูป และทำการตั้งชื่อชุดของการรับข้อมูลนี้ที่ Description โดยใน Project นี้จะตั้งชื่อว่า Gateway และในส่วน Server Identifier จะเป็นส่วนที่ใช้บอกว่าโปรแกรมนี้รับค่ามาจากอุปกรณ์ Gateway ยี่ห้ออะไรเนื่องจากโปรแกรม Wonderware InduSoft Web Studio v8.0 สามารถใช้ร่วมกับอุปกรณ์ Gateway หลายยี่ห้อ ให้เลือก EmersonProcess GatewayOPcServerDA.3 เพราะในโครงการนี้เรารับค่ามาจากอุปกรณ์ชนิดนี้



รูปที่ 3.46 การสร้าง Communication

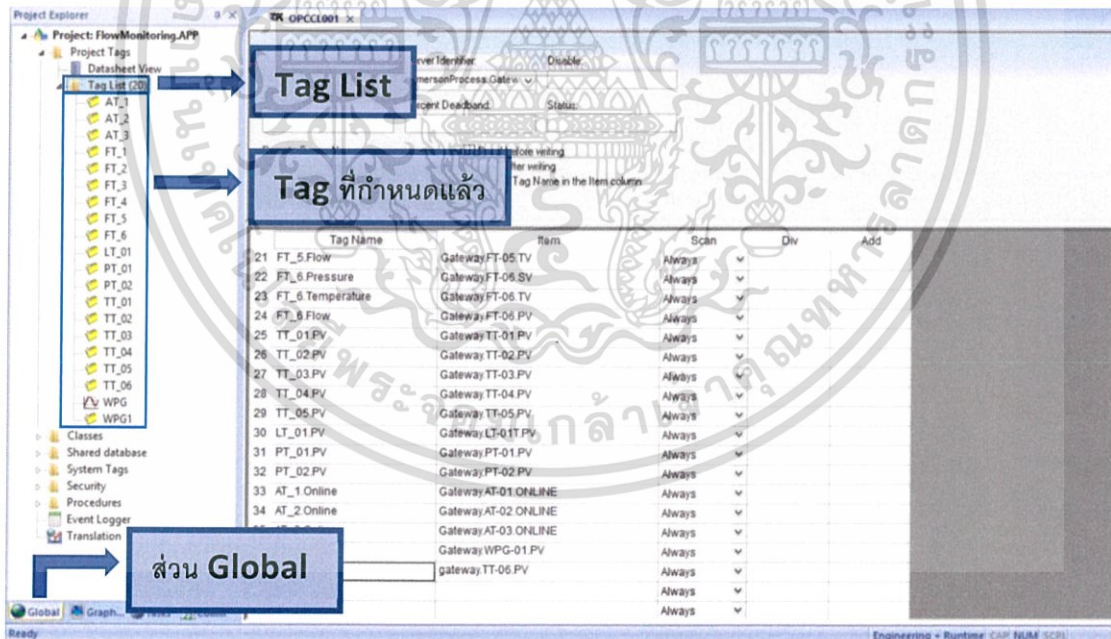
จากรูปที่ 3.46 ลำดับต่อมาในขั้นตอนของการ Communication ดับเบิลคลิกที่ ช่องในตาราง ITEM จะปรากฏหน้าต่าง EmersonProcess GatewayOPcServerDA.3 ดังรูปขึ้น โดยในหน้าต่างจะแสดงค่าซึ่งเราได้ทำการเลือกมาจาก Browser ของ Gateway ไว้แล้ว จากนั้นเลือกค่าที่ต้องการ แล้วกด OK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.47 การสร้าง Communication

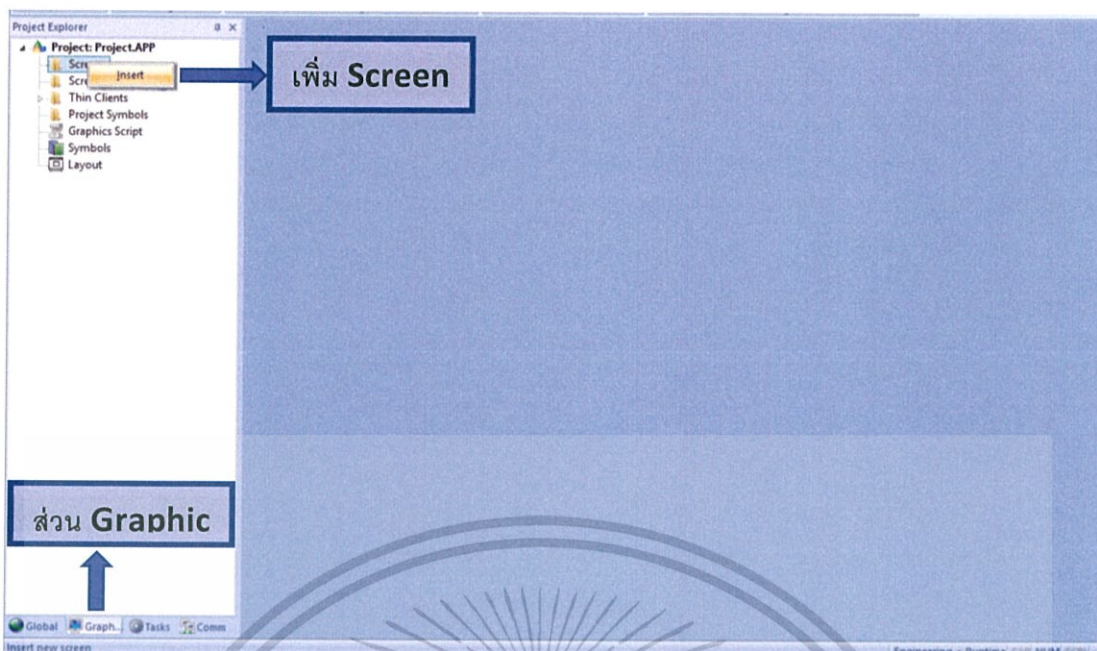
รูปที่ 3.47 ดับเบิลคลิกที่ช่องในตาราง Tag Name จะปรากฏหน้าต่าง New Tag ขึ้นมา โดยทำการตั้งชื่อ Tag Name ตามที่เราต้องการในช่องของ Name จากนั้นคลิกที่ปุ่ม OK เพื่อให้ค่าถูกส่งมายัง Tag Name ที่ตั้งค่าไว้



รูปที่ 3.48 ในส่วน Global

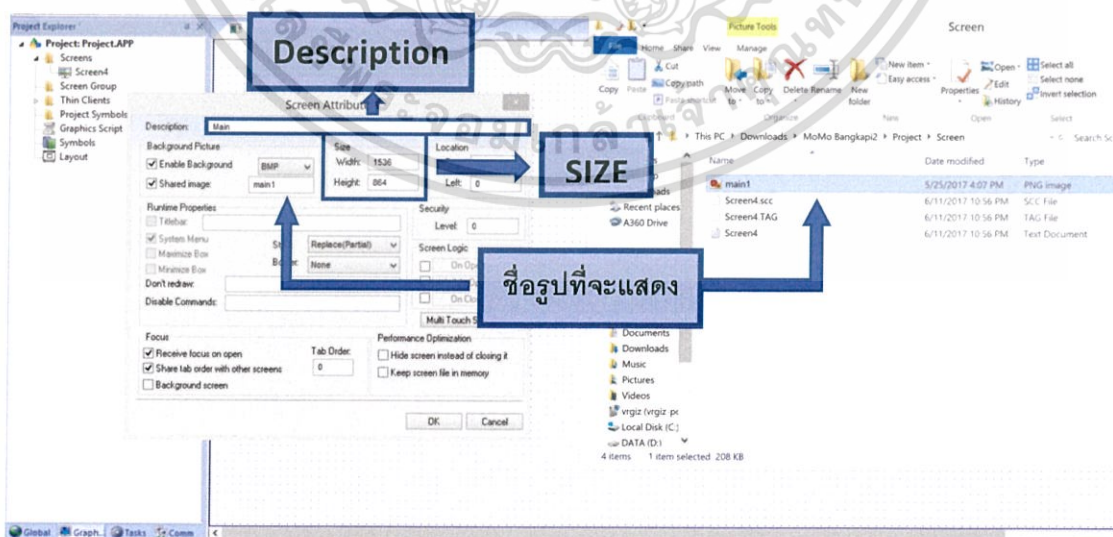
จากรูปที่ 3.48 หลังจากเราทำในส่วน Communication เสร็จสิ้น ส่วน Global จะเป็นส่วนที่คิดว่าเรากำหนด Tag อะไรไปบ้าง โดยคลิกเข้าไปในส่วน Global จากบริเวณมุมซ้ายของจอ จากนั้นคลิกที่ Tag List จะแสดง Tag ที่เรากำหนดมาแล้วทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.49 สร้าง Screen ในส่วน Graphic เพื่อใช้ในการแสดงผลหลัก

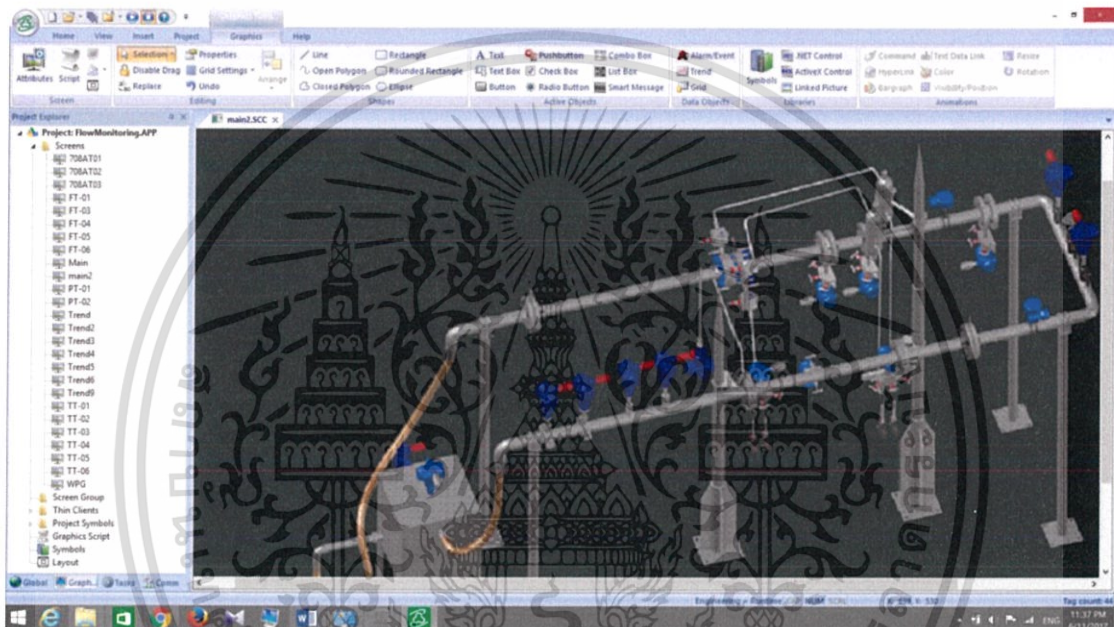
รูปที่ 3.49 หลังจากเราเชื่อมข้อมูลจากทรานสมิตเตอร์เข้าสู่โปรแกรม ในการ Monitoring จะต้องมีหน้า Graphic ในการแสดงผล โดยส่วนของโหมด Graphic ของโปรแกรมนี จะเป็นส่วนที่ใช้สร้างหน้าจอแสดงผลนั้น อันดับแรกในสร้าง Graphic คลิกเข้ามาในส่วน Graphic บริเวณซ้ายล่างของหน้าจอจะเห็นเป็นหน้าจอเปล่าๆ เพราะเรายังไม่ได้สร้าง Screen เราจึงต้องสร้าง Screen โดยคลิกขวาที่ Screen แล้วกด Insert



รูปที่ 3.50 กำหนดข้อมูลของ Screen

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

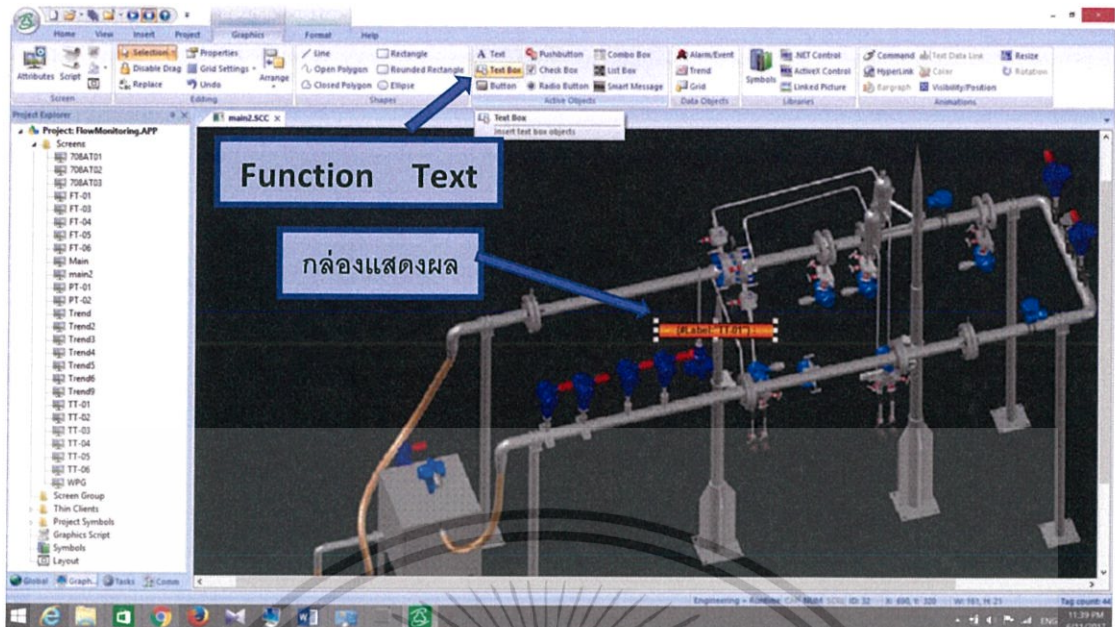
รูปที่ 3.50 หลังจากทำตามรูปที่ 3.49 จะปรากฏหน้าต่าง Screen Attributes กำหนดข้อมูลของ Screen โดยในส่วน Description จะเป็นการตั้งชื่อ และในส่วนของ Size จะเป็นขนาดของ Screen ซึ่งเราตั้งค่า Width = 1538 และ Height = 864 เพราะเป็นขนาดที่พอดีสำหรับคอมพิวเตอร์เครื่องนี้ และในส่วนของพื้นหลัง เราจะเลือกแบบกระบวนการจำลองที่ได้เขียนโดย AutoCAD โดยตั้งชื่อไฟล์ให้ตรงกับชื่อไฟล์ของรูปกระบวนการจำลอง โดยรูปของกระบวนการจำลองต้องถูกบันทึกไว้ใน โพลเดอร์ เดียวกับโปรแกรม Wonderware ด้วย



รูปที่ 3.51 ตัวอย่างในส่วนของ Screen

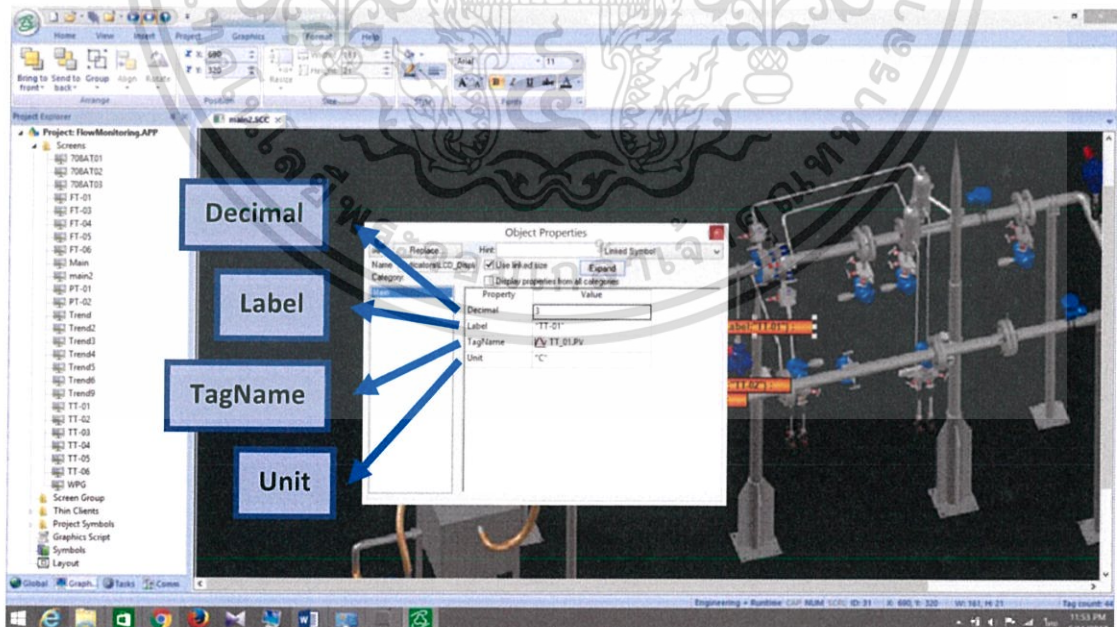
รูปที่ 3.51 จะเป็นรูปในส่วนของ Screen หลังจากที่กำหนดขนาดและใส่ภาพกระบวนการจำลองเป็นภาพพื้นหลังแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.52 เป็นรูปการสร้างกล่องแสดงผล

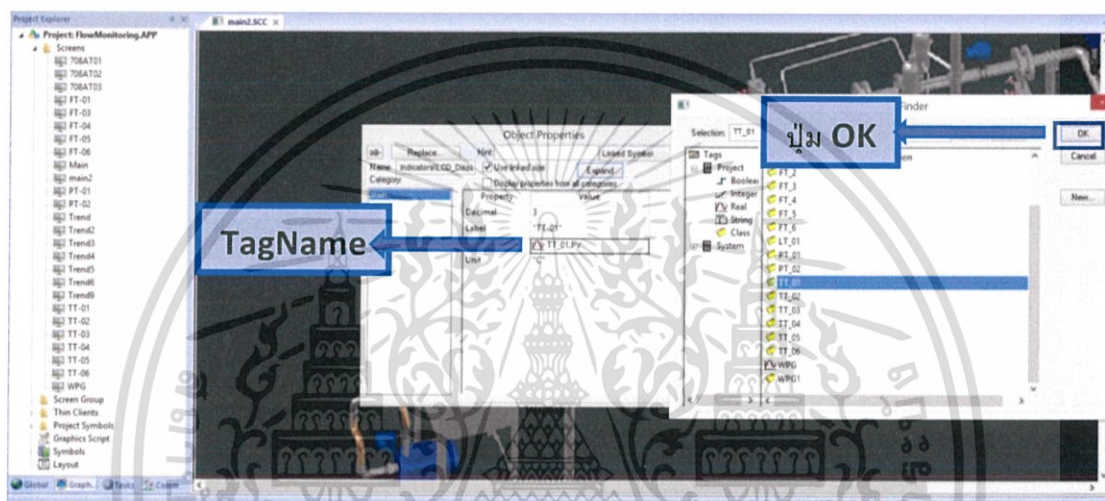
จากรูปที่ 3.52 หลังจากที่มีรูปภาพแล้ว สิ่งที่ต้องทำต่อคือการสร้างกล่องแสดงผลเพื่อใช้ในการแสดงค่าที่ได้รับมาจากทรานสมิตเตอร์ โดยขั้นแรกคลิกที่ Function Text Box บนบริเวณแถบเครื่องมือด้านบน จากนั้นนำมาลากเป็นกล่องตามขนาดที่ต้องการและในตำแหน่งในที่รูปต้องการ



รูปที่ 3.53 เป็นกำหนดค่าที่วัดได้ไปแสดงในกล่องแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

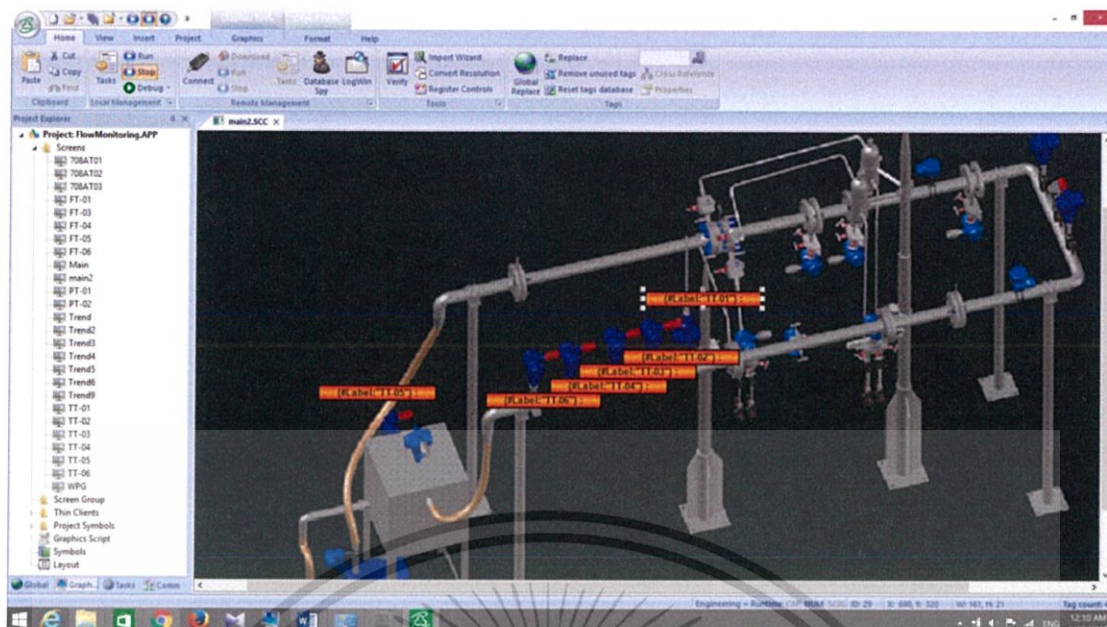
รูปที่ 3.53 หลังจากสร้างกล่องแสดงผลเสร็จแล้วเราต้องนำค่าที่วัดได้จากทรานสมิตเตอร์ มาแสดงในกล่องแสดงผลที่เราสร้างไว้ โดยการดับเบิลคลิกที่กล่องแสดงผล จะปรากฏหน้าต่าง Object Properties ดังรูปที่ 3.53 โดยหน้าต่างนี้จะใช้กำหนดคุณลักษณะของกล่องแสดงผลในช่อง Decimal คือจำนวนตำแหน่งของเลขทศนิยมที่ใช้แสดงในกล่องแสดงผล ช่อง Label คือชื่อของกล่องแสดงผล ช่อง Tag Name คือช่องที่ใช้กำหนดว่ากล่องแสดงผลตัวนี้จะแสดงค่าของ Tag Name ตัวไหน ช่อง Unit คือหน่วยของค่าที่แสดงในกล่องแสดงผล



รูปที่ 3.54 เป็นกำหนด TagName ในกล่องแสดงผล

รูปที่ 3.54 เป็นการกำหนด Tag Name ลงใน กล่องแสดงผล จากรูปดับเบิลคลิกที่ หน้า Tag Name จะปรากฏหน้าต่าง Object Finder ขึ้นซึ่งมีรายชื่อของ Tag Name ที่เราทำการได้ กำหนดในส่วน Communication จากนั้นคลิกที่ค่าที่ต้องการหนึ่งครั้ง แล้วกดปุ่ม OK ค่าของ Tag Name จะถูกแสดงในกล่องแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



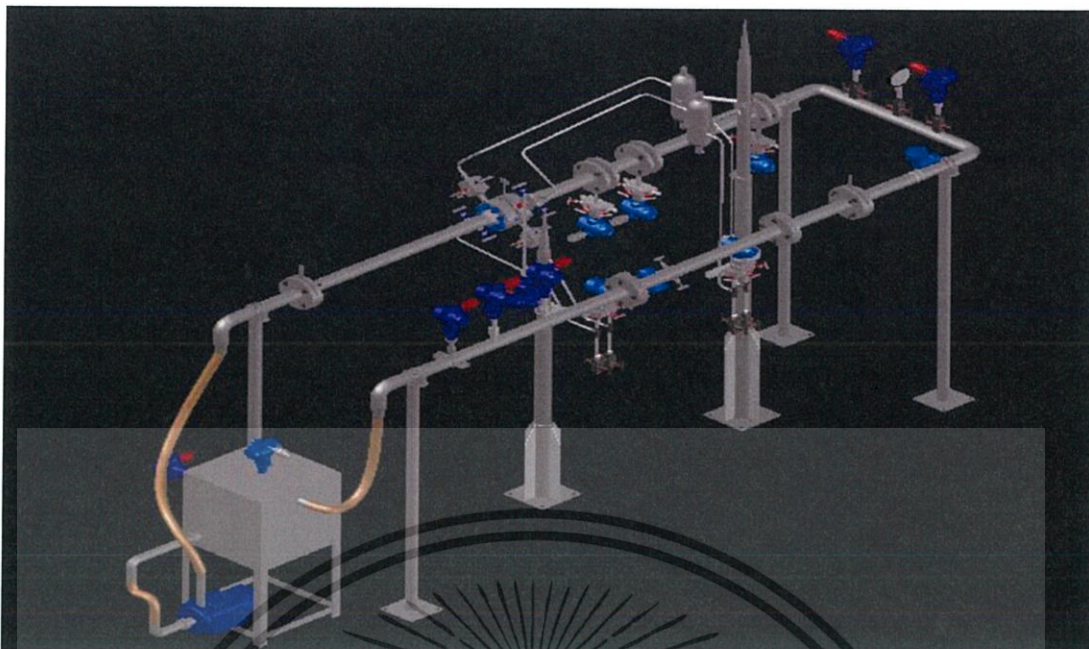
รูปที่ 3.55 รูปจอแสดงผลหลังจากใส่กล่องแสดงผล

รูปที่ 3.55 เป็นรูปที่เราทำการสร้างกล่องแสดงผลครบแล้ว โดยที่กล่องแสดงผลสามารถแสดงค่าที่วัดได้จาก Transmitter และตำแหน่งของแต่ละกล่องก็จะสอดคล้องกับตำแหน่งของทรานสมิตเตอร์ ในตำแหน่งจริงๆของแบบจำลอง

3.4 การออกแบบ Plant Model

ระบบจำลองการไหลของของเหลวที่สามารถวัดค่าอัตราการไหลจากอุปกรณ์วัดอัตราการไหล ได้แก่ Orifice Plate, Compact Conditioning Orifice Plate, Compact Orifice Plate, และ Annubar เป็นระบบที่จำลองกระบวนการส่งน้ำผ่านท่อโดยเป็นกระบวนการที่ใช้ของไหลเป็นน้ำที่มีการไหลเต็มท่อที่อุณหภูมิห้อง 28 องศาเซลเซียส, ความดัน 2.5 psig และอัตราการไหล 5 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง การทำงานของระบบเริ่มที่น้ำจากถังถูกปั๊มเข้าท่อผ่านอุปกรณ์วัดอัตราการไหลทั้ง 4 ชนิดที่ทำการติดตั้ง แล้วไหลกลับเข้าถังใบเดิมเป็นระบบปิด เพื่อทำการศึกษาอุปกรณ์วัดอัตราการไหลที่มีข้อดีข้อเสียอย่างเช่น ความต้องการระยะท่อตรงในการติดตั้งที่แตกต่างกันซึ่งส่งผลต่อทรัพยากรและเวลาที่ต้องใช้ในการติดตั้งอุปกรณ์วัดอัตราการไหล ในเรื่องของข้อดีข้อเสียในการติดตั้งอุปกรณ์วัดอัตราการไหลแต่ละชนิด จึงออกแบบกระบวนการส่งน้ำผ่านท่อขึ้นเพื่อทดสอบความสามารถในการทำงานของอุปกรณ์วัดอัตราการไหล Orifice Plate, Compact Conditioning Orifice Plate, Compact Orifice Plate, และ Annubar และขนาดท่อถูกออกแบบให้มีขนาด 2 นิ้วซึ่งเป็นขนาดเล็กที่สุดตามมาตรฐาน ISO 5167 เพื่อใช้ต้นทุนในการสร้างน้อยที่สุด โดย Plant Model ที่ออกแบบแล้วโดยใช้โปรแกรม AutoCAD แสดงดังรูปที่ 3.37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.56 แสดงการออกแบบ Plant Model โดยใช้โปรแกรม AutoCAD 2017

3.5 การติดตั้งอุปกรณ์วัดอัตราการไหล

3.5.1 การติดตั้งอุปกรณ์วัด 1495 Orifice Plate

เนื่องจาก 1495 Orifice Plate เป็นงานเชื่อมระหว่างหน้าแปลนกับ Double Block Bleed and Valve จึงต้องมีการทดสอบรอยรั่วที่เกิดจากการเชื่อมขึ้นงาน ซึ่งใช้การทดสอบด้วยสารแทรกซึม (Penetrant Testing) โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ทำความสะอาดรอยเชื่อมขึ้นงานที่ต้องทำการทดสอบให้สะอาด ไม่ให้มีคราบสกปรก เช่น สนิม ฟิล์ม น้ำมัน หรือสิ่งสกปรกอื่นๆ
2. ทำการพ่นสเปรย์ที่เป็น Penetrant ลงไปบนรอยเชื่อมที่ต้องการทดสอบ หลังจากนั้นทิ้งไว้ประมาณ 15 นาที เพื่อให้สารเคมีที่พ่นซึมลงไปนในขึ้นงาน ดังรูปที่ 3.57



รูปที่ 3.57 พ่นสเปรย์ Penetrant ลงบนรอยเชื่อมที่ต้องการทดสอบบนขึ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือสงวนในเอกสารที่ออกโดยหน่วยงานนี้ เมื่อผู้ใดเห็นประโยชน์ในการนำเอกสารนี้ไปใช้ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เช็ดทำความสะอาด Penetrant บนรอยเชื่อมออกให้หมดด้วยตัวทำละลาย ดังรูปที่

3.58



รูปที่ 3.58 ตัวทำละลายไว้สำหรับทำความสะอาด Penetrant

4. ทำการพ่นสเปย์ที่เป็น Developer ลงบนรอยเชื่อมที่ต้องการทดสอบเพื่อให้สเปย์ Develop ไปทำปฏิกิริยากับสเปย์ Penetrant ที่ซึมเข้าไปอยู่ในรอยรั่ว ถ้าหากมีรอยรั่วจะเห็นเป็นสีที่แตกต่างจากสีของสเปย์ Develop ดังรูปที่ 3.59



รูปที่ 3.59 พ่นสเปย์ Develop ลงบนรอยเชื่อมเพื่อตรวจสอบรอยรั่ว

5. หลังจากทำการทดสอบเสร็จสิ้น ให้ใช้ตัวทำละลายทำความสะอาดชิ้นงาน ประกอบ Orifice Plate เข้ากับหน้าแปลนโดยหน้าแปลนเป็นชนิด Ring Type Joint Flange ดังรูปที่ 3.60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.61 แสดง Orifice Plate ที่ติดตั้งเข้ากับ Plant Model
 3.5.2 การติดตั้งอุปกรณ์วัด Compact Conditioning Orifice Plate



รูปที่ 3.62 แสดง Compact Conditioning Orifice Plate ก่อนใส่เข้ากับ Manifold Valve

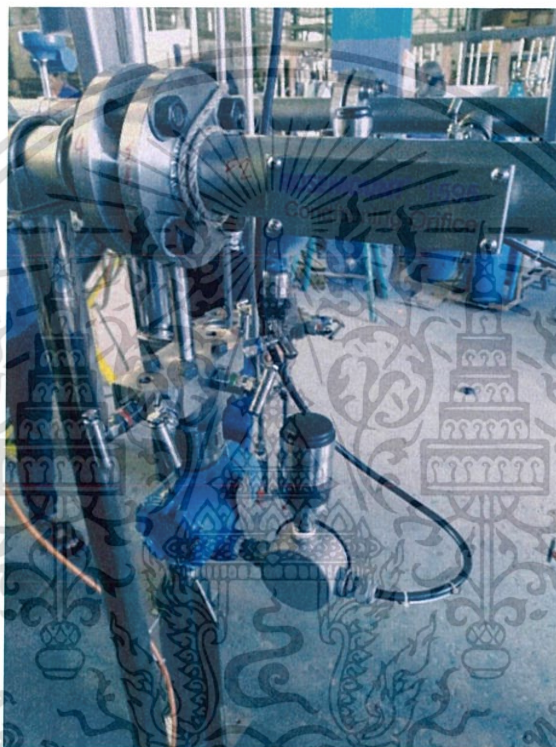


รูปที่ 3.63 แสดง Compact Conditioning Orifice Plate ติดตั้งเข้ากับ Manifold Valve

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.63 แสดงการประกอบ Compact Conditioning Orifice Plate เข้ากับทรานสมิตเตอร์ โดยที่ Compact Conditioning Orifice Plate ผ่านการเชื่อมต่อเข้ากับ Manifold Valve เรียบร้อยแล้ว เนื่องจาก Compact Conditioning Orifice Plate เป็นอุปกรณ์วัดแบบของไหลโดยตรง โดยที่ไม่ผ่าน Impulse Line จึงทำการเชื่อมส่วนที่เป็นท่อสำหรับวัด Low Pressure และ High Pressure เข้ากับ Manifold Valve โดยตรง

ข้อระวังในการประกอบ Compact Conditioning Orifice Plate เข้ากับทรานสมิตเตอร์ คือต้องให้ด้าน Low Pressure และ High Pressure ของ Compact Conditioning Orifice Plate กับทรานสมิตเตอร์ตรงกัน

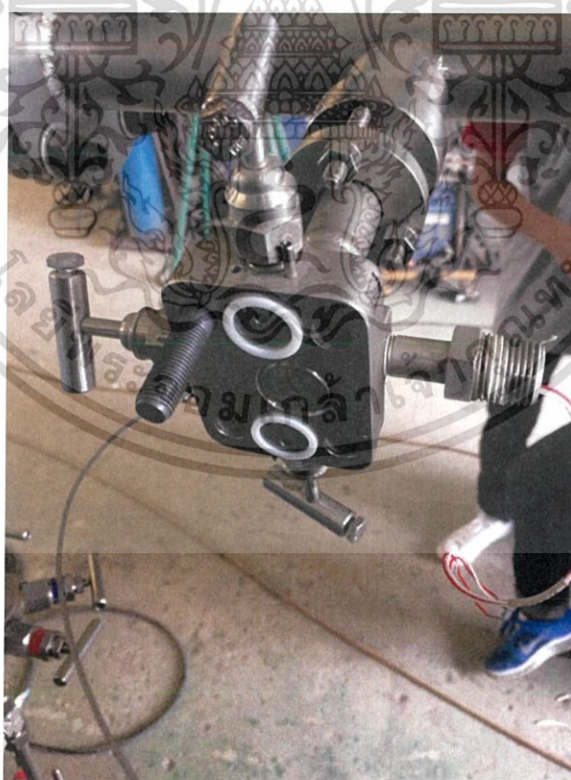


รูปที่ 3.64 แสดง Compact Conditioning Orifice Plate ที่ติดตั้งเข้ากับ Plant Model

3.5.3 การติดตั้งอุปกรณ์วัด Annubar

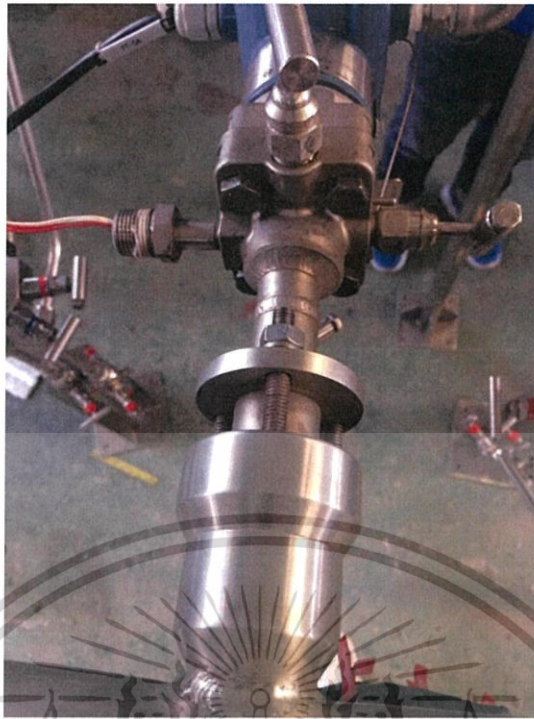


รูปที่ 3.65 แสดงทรานสมิตเตอร์ก่อนติดตั้งเข้ากับ Manifold Valve



รูปที่ 3.66 แสดงการติดตั้ง Annubar เข้ากับ Plant Model แบบ Pak-Lok

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.67 แสดงการเชื่อมอุปกรณ์วัดเข้ากับ Plant Model

3.6 การใช้งาน HART475 ในการ Configuration อุปกรณ์วัดแต่ละตัว

3.6.1 การตั้งค่า Join Key

การใช้ HART475 ในการ Configure อุปกรณ์วัดแต่ละตัว โดยการตั้งค่า Join key ให้มีค่าตรงกับ Gateway ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับค่าสัญญาณที่ส่งมาจากอุปกรณ์วัด โดยสามารถกำหนดตั้งค่า Tag หรือค่าเอาต์พุตอื่น ๆ ของอุปกรณ์วัดที่สามารถวัดได้ตามที่ต้องการ

ขั้นตอนที่ 1 การใช้ HART 475 ในการเชื่อมต่อกับทรานสมิตเตอร์ โดยการเกี่ยวขาค HART 475 เข้ากับขั้วบวกและลบของทรานสมิตเตอร์ ดังรูปที่ 3.68

ขั้นตอนที่ 2 เลือกการสื่อสารรูปแบบ HART เนื่องจากทรานสมิตเตอร์ที่ใช้เป็นการสื่อสารผ่าน HART Communication ดังรูปที่ 3.69

ขั้นตอนที่ 3 ทำการเลือก Online เพื่อเป็นการเข้าถึงตัวทรานสมิตเตอร์เราเกี่ยวข้องและสามารถแก้ไขข้อมูลได้ ดังรูปที่ 3.70

ขั้นตอนที่ 4 ทำการเลือก Configure เพื่อเป็นการเข้าไปแก้ไขข้อมูลภายในทรานสมิตเตอร์ ดังรูปที่ 3.71

ขั้นตอนที่ 5 ทำการเลือก Guided Setup เพื่อเป็นการเข้าไปตั้งค่าให้กับอุปกรณ์ที่เราใช้งาน ดังรูปที่ 3.72

ขั้นตอนที่ 6 ทำการเลือก Join Device to Network เพื่อตั้งค่า Join Key ของอุปกรณ์วัดให้ตรงกับ Gateway ดังรูปที่ 3.73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 7 ทำการตั้งค่า Join Key เป็นตัวเลขสี่หลักแรกให้ตรงกับ Gateway ดังรูปที่ 3.74

ขั้นตอนที่ 8 ทำการตั้งค่า Join Key ของอุปกรณ์วัดให้มีรหัสที่ตรงกับอุปกรณ์รับสัญญาณ Gateway จากนั้นกด Enter ดังรูปที่ 3.75

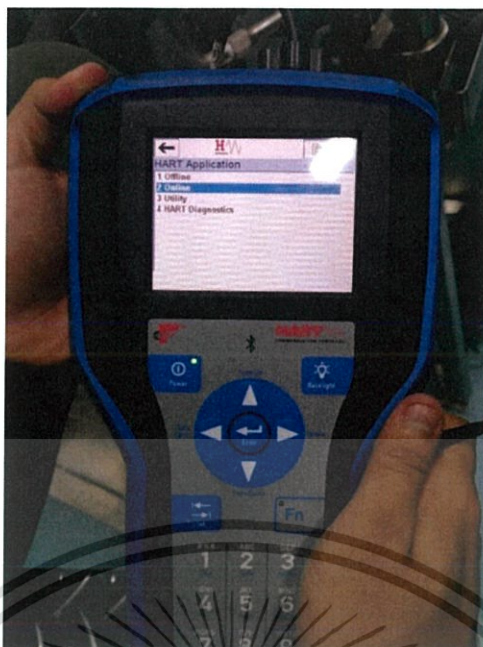


รูปที่ 3.68 การต่อสายจาก HART เข้าตัวอุปกรณ์



รูปที่ 3.69 เมนู Field Communicator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

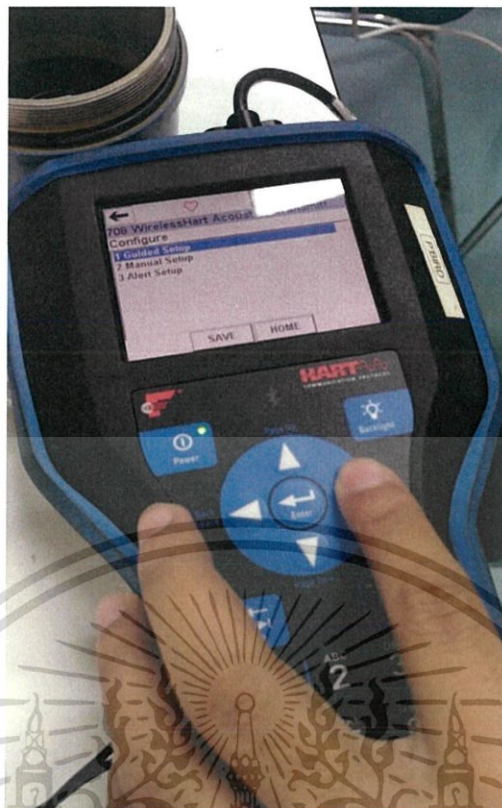


รูปที่ 3.70 การเชื่อมต่อของอุปกรณ์ตั้งค่า HART กับอุปกรณ์วัดที่เชื่อมต่อด้วยเพื่อตั้งค่า

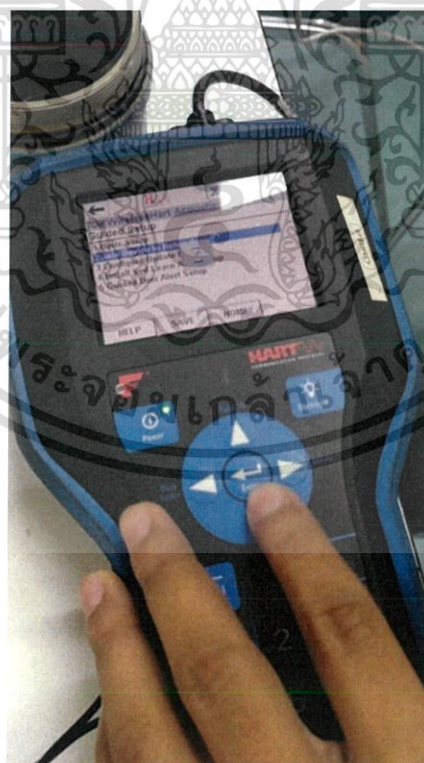


รูปที่ 3.71 การเข้าไปที่ Configure เพื่อตั้งค่าเครือข่ายการสื่อสารและเอาต์พุตของอุปกรณ์วัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.72 เข้าไปที่ Guided Setup

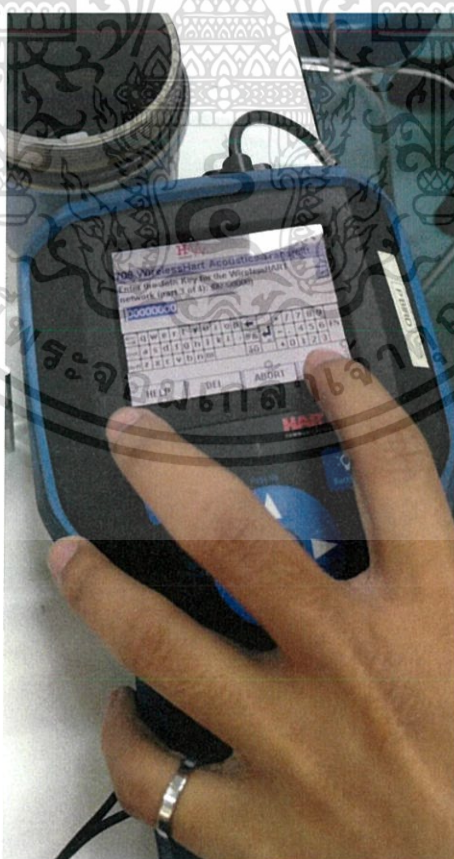


รูปที่ 3.73 การตั้งค่า Join Device to Network เพื่อตั้งค่า Join Key ของอุปกรณ์วัดให้ตรงกับ Gateway

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.74 การตั้งค่า Join Key เป็นตัวเลขสี่หลักแรกให้ตรงกับ Gateway



รูปที่ 3.75 การตั้งค่า Join Key ของอุปกรณ์วัดให้มีรหัสที่ตรงกับอุปกรณ์รับสัญญาณ Gateway

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตั้งค่าของ Differential Pressure Transmitter ที่ใช้งานต่อร่วมกับอุปกรณ์วัดอัตราการไหลนั้นจำเป็นต้องรู้ค่าต่างๆที่จะนำไปตั้งค่า ดังนี้

- 1) ค่า Differential Pressure จากการ Sizing อุปกรณ์การวัดแต่ละตัวเพื่อนำไปตั้งค่า Range การวัดของอุปกรณ์วัดอัตราการไหล
- 2) ค่าของอัตราการไหลที่ใช้ในกระบวนการ
- 3) หน่วยที่ใช้แสดงค่า Differential Pressure

เมื่อทำการ Configuration อุปกรณ์วัดอัตราการไหลทั้ง 4 ชนิดได้แก่ Orifice Plate, Compact Orifice Plate, Compact Conditioning Orifice Plate, และ Annubar สรุปรายละเอียดของ Transmitter ของอุปกรณ์วัดอัตราการไหลทั้ง 4 ชนิดได้ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ข้อมูลการตั้งค่า Differential Pressure Transmitter

การตั้งค่า \ อุปกรณ์	Orifice Plate	Compact Conditioning Orifice Plate	Compact Orifice Plate	Annubar
Differential Pressure (inH2O)	Max 232.708 Min 25.856	Max 218,367 Min 30.708	Max 216.031 Min 30.379	Max 10.708 Min 1.506
อัตราการไหล (m3/hr)	Max 8 Normal 5 Min 3	Max 8 Normal 5 Min 3	Max 8 Normal 5 Min 3	Max 8 Normal 5 Min 3
หน่วยที่ใช้แสดงค่า Differential Pressure	inH2O	inH2O	inH2O	inH2O

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

โครงการเรื่องการวัดอัตราการไหลของกระบวนการผ่านการสื่อสาร WirelessHART เป็นโครงการที่จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาการติดตั้งอุปกรณ์วัด และเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของอุปกรณ์วัดอัตราการไหลได้แก่ Orifice Plate, Compact Orifice Plate, Compact Conditioning Orifice Plate, และ Annubar โดยการออกแบบระบบจำลองที่มีการลำเลียงน้ำผ่านท่อเป็นกระบวนการลำเลียงน้ำแบบระบบปิด ทำการทดลองที่อุณหภูมิตั้งแต่อุปกรณ์วัดแต่ละชนิดถูกติดตั้งในตำแหน่งที่เหมาะสมเพื่อทำการวัดค่าอัตราการไหลโดยส่งค่าที่วัดได้ผ่านการสื่อสารแบบ WirelessHART ไปยังอุปกรณ์รับสัญญาณ Gateway แล้วส่งต่อไปยังคอมพิวเตอร์แสดงผลในหน้าเว็บเพจของ Gateway ค่าอัตราการไหลที่วัดได้จะแสดงผลที่หน้าจอแสดงผลในรูปแบบกราฟฟิคโดยใช้ซอฟต์แวร์ SCADA เพื่อให้สามารถตรวจสอบได้ง่าย

4.1 การทดสอบการวัดอัตราการไหลในกระบวนการ

4.1.1 การทดสอบค่าอัตราการไหลของน้ำที่วัดได้จากอุปกรณ์วัดครั้งที่ 1

การทดสอบการทำงานของอุปกรณ์วัดอัตราการไหล ทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์วัดอัตราการไหลให้ส่งค่าอัตราการไหลที่วัดได้มาแสดงผลยังโปรแกรมสกาตา เพื่อง่ายต่อการบันทึกผลการทดลองทำการวัดอัตราการไหลที่อุณหภูมิตั้งที่ 100% จากนั้นเปิดการทำงานของปั๊ม ทำการบันทึกค่าอัตราการไหลของน้ำจากอุปกรณ์วัดอัตราการไหล 4 ชนิดได้แก่ Orifice Plate, Compact Orifice Plate, Compact Conditioning Orifice Plate, และ Annubar ทำการวัดค่าอัตราการไหล 4 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 10 นาที ผลที่ได้จะเป็นดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงผลการทดสอบครั้งที่ 1

ครั้งที่	อุปกรณ์	1495 Orifice plate (m ³ /hr)	Compact conditioning Orifice (m ³ /hr)	Compact Orifice Plate (m ³ /hr)	Annubar (m ³ /hr)
1		3.421	3.56	2.43	3.521
2		3.402	3.53	2.36	3.512
3		3.418	3.55	2.42	3.502
4		3.407	3.52	2.33	3.456

จากตารางที่ 4.1 พบว่าค่าของอัตราการไหลที่วัดได้จากอุปกรณ์วัดอัตราการไหลทั้ง 3 ชนิดคือ Orifice Plate, Compact Orifice Plate, Compact Conditioning Orifice Plate, และ Annubar มีค่าอัตราการไหลที่ใกล้เคียงกันที่ประมาณ 3.5 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ยกเว้น Compact Orifice Plate ซึ่งวัดค่าได้เฉลี่ยที่ 2.38 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

4.1.2 การทดสอบค่าอัตราการไหลของน้ำที่วัดได้จากอุปกรณ์วัดครั้งที่ 2

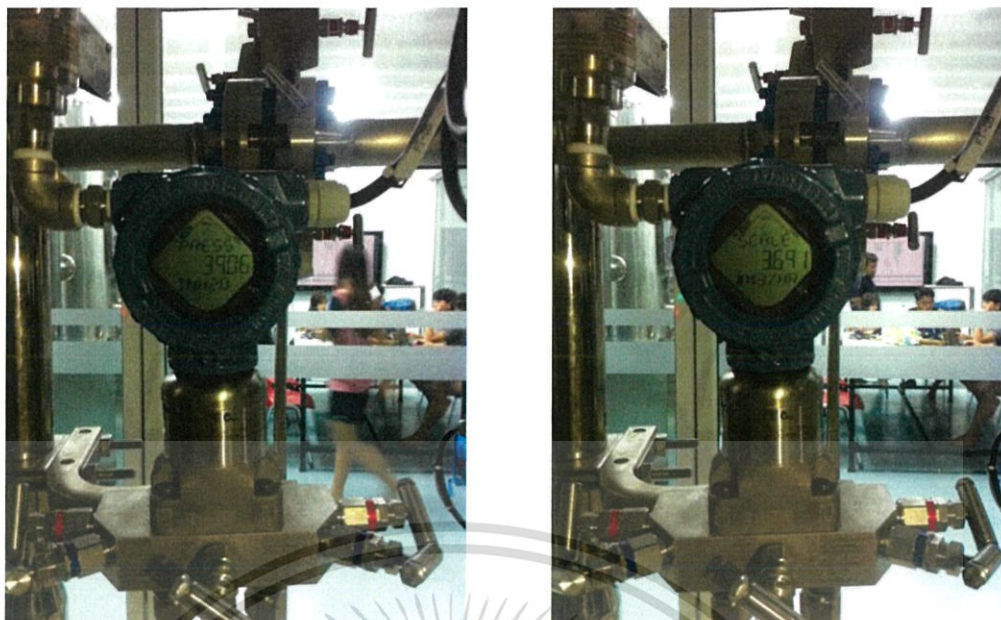
การทดสอบการทำงานของอุปกรณ์วัดอัตราการไหล ทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์วัดอัตราการไหลให้ส่งค่าอัตราการไหลที่วัดได้มาแสดงผลยังโปรแกรมสกาตา เพื่อง่ายต่อการบันทึกผลการทดลอง ทำการวัดอัตราการไหลที่อุณหภูมิห้อง และเปิดวาล์วที่ 50% จากนั้นเปิดการทำงานของปั๊ม ทำการบันทึกค่าอัตราการไหลของน้ำจากอุปกรณ์วัดอัตราการไหล 4 ชนิดได้แก่ Orifice Plate, Compact Orifice Plate, Compact Conditioning Orifice Plate, และ Annubar ทำการวัดค่าอัตราการไหล 4 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 10 นาที ผลที่ได้จะเป็นดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงผลการทดสอบครั้งที่ 2

ครั้งที่	อุปกรณ์	1495 Orifice plate (m ³ /hr)	Compact conditioning Orifice (m ³ /hr)	Compact Orifice Plate (m ³ /hr)	Annubar (m ³ /hr)
1		1.723	1.81	1.01	1.784
2		1.711	1.83	1.14	1.806
3		1.697	1.79	1.08	1.802
4		1.703	1.80	1.02	1.810

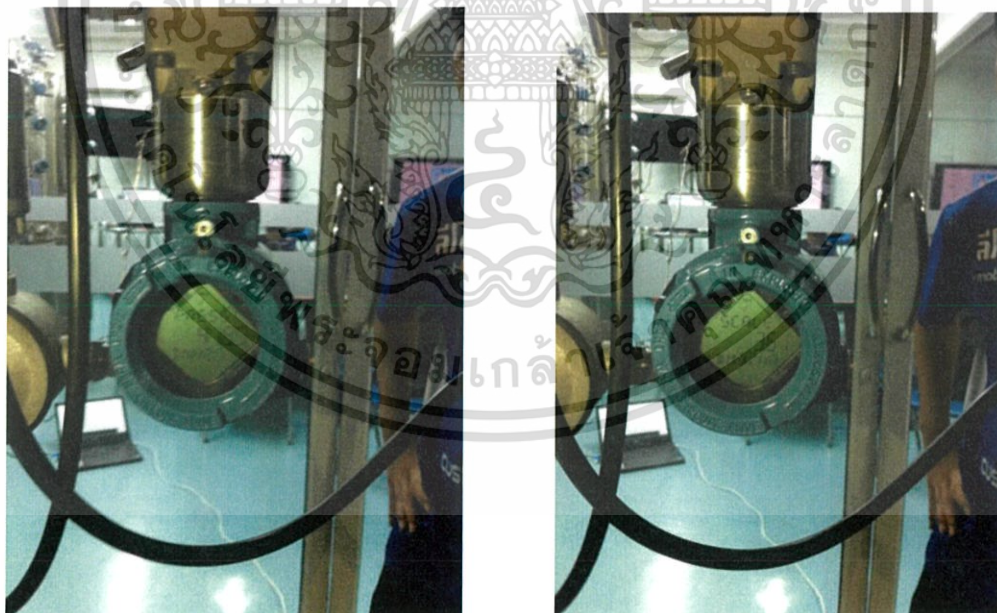
จากตารางที่ 4.2 พบว่าค่าของอัตราการไหลที่วัดได้จากอุปกรณ์วัดอัตราการไหลทั้ง 3 ชนิดคือ Orifice Plate, Compact Orifice Plate, Compact Conditioning Orifice Plate, และ Annubar มีค่าอัตราการไหลที่ใกล้เคียงกันที่ประมาณ 1.77 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ยกเว้น Compact Orifice Plate ซึ่งวัดค่าได้เฉลี่ยที่ 1.0625 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

จากรูปที่ 4.1 ถึง 4.4 เป็นรูปที่แสดงทรานสมิตเตอร์ของอุปกรณ์วัดอัตราการไหลซึ่งแสดงค่าอัตราการไหลและค่าความดันแตกต่างที่วัดได้เมื่อทำการเปิดวาล์วที่ 100 เปอร์เซ็นต์ แต่เนื่องจากเป็นผลการทดสอบการใช้งานทรานสมิตเตอร์ในช่วงก่อนการเปลี่ยนปั๊มน้ำที่ชำรุดจึงมีผลของอัตราการไหลที่วัดได้ไม่ตรงกับค่าอัตราการไหลจากตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2 ที่ทำการบันทึกผลหลังทำการเปลี่ยนปั๊มน้ำแล้ว



รูปที่ 4.1 ค่าอัตราการไหลที่อุปกรณ์วัดการไหล Ring Joint Orifice Plate

จากรูปที่ 4.1 เป็นทรานสมิตเตอร์ของอุปกรณ์วัดอัตราการไหลชนิด Orifice Plate ที่แสดงค่าอัตราการไหล 3.691 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง และค่าความดันแตกต่าง 39.06 นิ้วของน้ำ เมื่อเปิดวาล์ว 100 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.2 ค่าอัตราการไหลที่อุปกรณ์วัดอัตราการไหล Compact Conditioning Orifice Plate

จากรูปที่ 4.2 เป็นทรานสมิตเตอร์ของอุปกรณ์วัดอัตราการไหลชนิด Compact Conditioning Orifice Plate ที่แสดงค่าอัตราการไหล 3.61 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง และค่าความดันแตกต่าง 41.85 นิ้วของน้ำ เมื่อเปิดวาล์ว 100 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 อัตราการไหลที่อุปกรณ์วัดอัตราการไหล Annubar

จากรูปที่ 4.3 เป็นทรานสมิตเตอร์ของอุปกรณ์วัดอัตราการไหลชนิด Annubar ที่แสดงค่าอัตราการไหล 3.762 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง และค่าความดันแตกต่าง 1.810 นิ้วของน้ำ เมื่อเปิดวาล์ว 100 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.4 อัตราการไหลที่อุปกรณ์วัดอัตราการไหล 405P Compact Orifice Plate

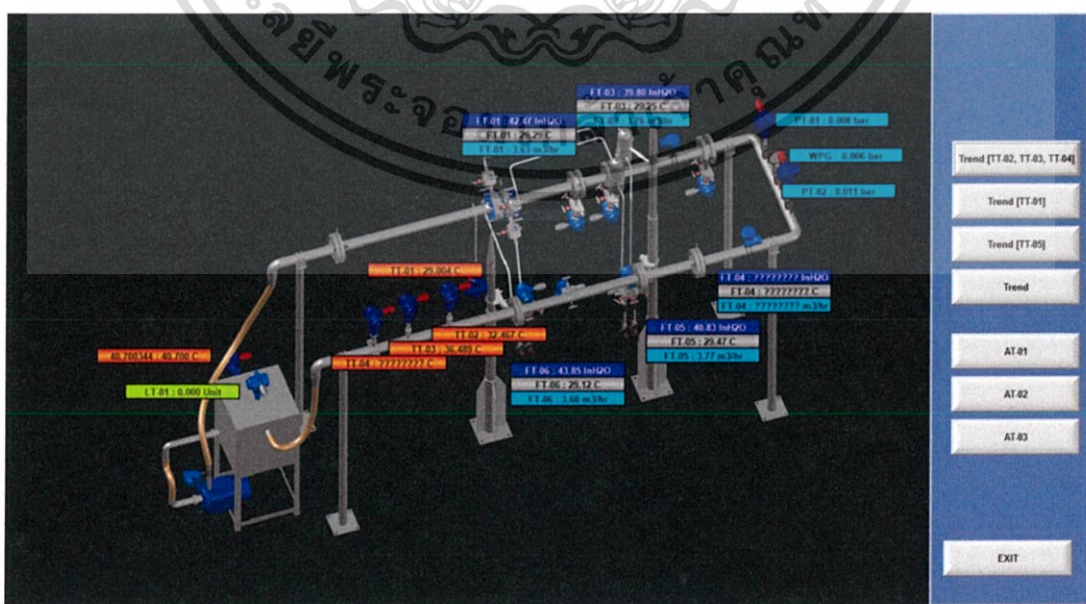
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.4 เป็นทรานสมิตเตอร์ของอุปกรณ์วัดอัตราการไหลชนิด Compact Orifice Plate ที่แสดงค่าอัตราการไหล 3.53 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง และค่าความดันแตกต่าง 42.17 นิ้วของน้ำ เมื่อเปิดวาล์ว 100 เปอร์เซ็นต์

Device ID	Value 1	Value 2	Value 3	Value 4	Timestamp
UNKNOWN (00-1B-1E-26-5D-6A-E3-E0)					
UNKNOWN (00-1B-1E-26-63-1E-8D-45)					
UNKNOWN (00-1B-1E-26-6C-00-2D-FC)					
FT-01	-0.602 InH2O 68F	31.315 DegC	-0.426 User Defined (240)	5.952 %	04/17/17 17:07:47
FT-03	25.728 InH2O 68F	31.354 DegC	8.699 User Defined (240)		04/17/17 17:07:47
FT-04	-3.637 InH2O 68F	31.573 DegC	-4.663 User Defined (240)	-98.663 %	04/17/17 17:07:46
FT-05	9.177 InH2O 68F	31.424 DegC	1.653 User Defined (240)		04/17/17 17:07:46
FT-06	-20.253 InH2O 68F	31.339 DegC	31.25 DegC	3.542 V	04/17/17 17:06:11
PT-01	0.008 bar	31.189 DegC	0.008 User Defined (240)		04/17/17 17:07:46
PT-02	0.005 bar	31.531 DegC	31 DegC	3.581 V	04/17/17 17:07:27
TT-01	30.77 DegC	32.289 DegC	NaN	NaN	04/17/17 17:07:47
TT-02	32.375 DegC	31.151 DegC	NaN	NaN	04/17/17 17:07:47
TT-03	32.558 DegC	31.121 DegC	NaN	NaN	04/17/17 17:07:47
TT-04	31.78 DegC	NaN	30.5 DegC	7.111 V	04/17/17 17:07:17

รูปที่ 4.5 หน้าเว็บเพจของเกตเวย์

จากรูปที่ 4.5 เป็นหน้าเว็บเพจของ Gateway ที่แสดงค่าของอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อผ่านการสื่อสารข้อมูลแบบ WirelessHART โดยแสดงค่าอัตราการไหลที่ได้จากอุปกรณ์วัดอัตราการไหลแบบไร้สาย สามารถแสดงค่าการวัดแบบ Real-time ได้ ซึ่งทรานสมิตเตอร์แบบไร้สายจะรับค่าที่วัดได้จากเซนเซอร์ และทำการส่งค่าที่วัดได้ไปให้ตัวเกตเวย์เพื่อแสดงค่า



รูปที่ 4.6 หน้าจอกราฟฟิคแสดงค่าการวัด ของโปรแกรม Wonderware

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแสดงผลผ่านโปรแกรม Wonderware InduSoft Web Studio 8.0 สามารถทำงานได้และสามารถเขียนโปรแกรมเพิ่มเติมตามที่ต้องการ การแสดงผลเป็นแบบขณะทำงานจริง และสามารถดูผลย้อนหลังได้

การออกแบบระบบจำลองการส่งน้ำผ่านท่อโดยมีการติดตั้งอุปกรณ์วัดอัตราการไหลที่ตำแหน่งต่างๆของระบบตามข้อมูลความต้องการของระยะท่อตรงด้านหน้าและด้านหลังของอุปกรณ์วัดอัตราการไหลเมื่อมีการติดตั้ง Flow Conditioner ซึ่งทำการ Sizing จากโปรแกรม Instrument Toolkit ตามรูปที่ 3.36 เป็นดังนี้ Orifice Plate ต้องการระยะท่อตรงด้านที่น้ำไหลเข้า 37 นิ้วและระยะท่อตรงด้านที่น้ำไหลออก 14 นิ้ว, Compact Conditioning Orifice Plate ต้องการระยะท่อตรงด้านที่น้ำไหลเข้า 4 นิ้วและระยะท่อตรงด้านที่น้ำไหลออก 4 นิ้ว, Compact Orifice Plate ต้องการระยะท่อตรงด้านที่น้ำไหลเข้า 29 นิ้วและระยะท่อตรงด้านที่น้ำไหลออก 12 นิ้ว, และ Annubar ต้องการระยะท่อตรงด้านที่น้ำไหลเข้า 17 นิ้วและระยะท่อตรงด้านที่น้ำไหลออก 8 นิ้ว การติดตั้งอุปกรณ์วัดอัตราการไหลทั้ง 3 ชนิดได้แก่ Orifice Plate, Compact Conditioning Orifice Plate และ Annubar ถูกติดตั้งในตำแหน่งตามข้อมูลความต้องการระยะท่อตรงของอุปกรณ์วัดอัตราการไหล ยกเว้น Compact Orifice Plate ที่ถูกติดตั้งอย่างไม่เหมาะสมตามข้อมูลความต้องการระยะท่อตรงของอุปกรณ์วัดอัตราการไหลที่ต้องการต้องการระยะท่อตรงด้านที่น้ำไหลเข้า 29 นิ้วและระยะท่อตรงด้านที่น้ำไหลออก 12 นิ้วแต่การติดตั้งจริงมีระยะท่อตรงด้านที่น้ำไหลเข้า 18 นิ้วและระยะท่อตรงด้านที่น้ำไหลออก 8 นิ้ว เพื่อให้สังเกตถึงความสามารถในการวัดค่าของอุปกรณ์วัดอัตราการไหลเมื่อถูกติดตั้งในพื้นที่จำกัดไม่เพียงพอต่อความต้องการของระยะท่อตรง

จากผลการดำเนินการทดสอบการใช้งานอุปกรณ์วัดอัตราการไหลทั้ง 4 ชนิดได้แก่ Orifice Plate, Compact Conditioning Orifice Plate, Compact Orifice Plate, และ Annubar ค่าอัตราการไหลของน้ำในระบบที่อุปกรณ์วัดอัตราการไหลวัดได้ มีค่าเฉลี่ยครั้งที่ 1 ดังนี้ Orifice Plate 3.424 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง, Compact Conditioning Orifice Plate 3.54 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง, Compact Orifice Plate 2.385 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง, และ Annubar 3.498 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ค่าเฉลี่ยครั้งที่ 2 ดังนี้ Orifice Plate 1.7085 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง, Compact Conditioning Orifice Plate 1.8075 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง, Compact Orifice Plate 1.0525 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง, และ Annubar 1.8005 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

จากผลที่ได้ อุปกรณ์วัดอัตราการไหลชนิด Orifice Plate, Compact Conditioning Orifice Plate, Compact Orifice Plate, และ Annubar สามารถวัดค่าอัตราการไหลได้ใกล้เคียงกันที่ค่า

3.487 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงและ 1.7721 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงเมื่อเปิดวาล์วที่ 100 เปอร์เซ็นต์ เอกสารนี้เป็นของคลังทรัพย์สินสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์อื่นใดโดยไม่ได้รับอนุญาตให้ถือว่าผิดกฎหมายและไม่อาจรณิใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ 50 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ขณะที่ Compact Orifice Plate ที่มีการติดตั้งที่ผิดโดยทำการติดตั้ง อุปกรณ์ Compact Orifice Plate ในพื้นที่ที่มีระยะท่อตรงไม่เพียงพอสำหรับการติดตั้ง วัดค่าอัตราการไหลได้ 2.385 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงและ 1.0525 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงเมื่อเปิดวาล์วที่ 100 เปอร์เซ็นต์และ 50 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

ดังนั้นอุปกรณ์วาล์วอัตราการไหล จึงมีความจำเป็นต้องพิจารณาในเรื่องของการติดตั้ง และคำนึงถึงพื้นที่ที่เพียงพอสำหรับการติดตั้งอุปกรณ์วาล์วอัตราการไหล

จากการทดสอบการใช้งานมีอุปกรณ์วาล์วอัตราการไหล Orifice Plate, Compact Conditioning Orifice Plate, และ Annubar ซึ่งมีการติดตั้งตามระยะท่อตรงอย่างถูกต้อง สามารถวัดค่าอัตราการไหลได้อย่างถูกต้อง ยกเว้นอุปกรณ์วาล์วอัตราการไหลชนิด Compact Orifice Plate ซึ่งถูกติดตั้งไว้ให้ผิดจากระยะท่อตรงที่อุปกรณ์วัดต้องการ จึงไม่สามารถวัดค่าอัตราการไหลได้อย่างถูกต้อง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการดำเนินงาน

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

ปริญญาณิพนธ์ฉบับนี้ได้ทำการออกแบบกระบวนการติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้วัดอัตราการไหล โดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkit ในการออกแบบและคำนวณขนาดของอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดอัตราการไหลได้แก่ Orifice Plate, Compact Orifice Plate, Compact Conditioning Orifice Plate, และ Annubar เพื่อให้อุปกรณ์สามารถทำงานได้อย่างมีความเหมาะสมกับกระบวนการที่จำลองขึ้น ในการออกแบบระบบจำลองของกระบวนการส่งน้ำภายในท่อจำเป็นต้องคำนึงถึงการวางตำแหน่งของอุปกรณ์วัดอย่างเหมาะสมตามความต้องการของระยะท่อตรงในการจัดเรียงการไหลของน้ำให้มีการไหลแบบราบเรียบเพื่อการวัดค่าอัตราการไหลได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากการทดลองติดตั้งอุปกรณ์วัดอัตราการไหลชนิด Orifice Plate และ Compact Conditioning Orifice Plate แล้ว พบว่า การติดตั้ง Orifice Plate และ Compact Orifice Plate มีความต้องการระยะท่อตรงด้านหน้า 37 นิ้วและระยะท่อตรงด้านหลัง 14 นิ้ว ส่วนการติดตั้ง Compact Conditioning Orifice Plate มีความต้องการระยะท่อตรงด้านหน้าและด้านหลังเป็น 4 นิ้ว แสดงว่า Compact Conditioning Orifice Plate มีความสะดวกและง่ายในการติดตั้งในกระบวนการที่มีพื้นที่ที่จำกัด ระยะท่อตรงที่มากสำหรับการติดตั้ง Orifice Plate นั้นสามารถแก้ไขให้ลดลงจากเดิมได้โดยการติดตั้งอุปกรณ์ฟลวคอนดิชันเนอร์ด้านหน้าของอุปกรณ์วัดตามระยะที่กำหนดไว้อย่างเหมาะสม การออกแบบระบบจำลองการส่งน้ำผ่านท่อต้องมีการจัดทำ P&ID เพื่อแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับทรานสมิตเตอร์และอุปกรณ์วัดทุกตัวในกระบวนการ การจัดทำ Hook Up (แสดงในภาคผนวก) สำหรับบอกรายละเอียดในการติดตั้งอุปกรณ์วัดและรายการวัสดุที่ใช้ในการติดตั้งอุปกรณ์วัดอัตราการไหลทั้งหมดอย่างละเอียดแสดงในภาคผนวก เมื่อทำการติดตั้งอุปกรณ์วัดต่างๆในกระบวนการจำลองตามที่ออกแบบไว้แล้ว การส่งค่าที่วัดได้ส่งไปยังหน้าจอแสดงผล ค่าที่วัดได้จากตัวอุปกรณ์ที่ติดตั้งไว้จะส่งผ่านสัญญาณ Wireless ไปยังอุปกรณ์รับสัญญาณ Gateway ซึ่งสามารถรับค่าจากตัวอุปกรณ์ได้หลายอุปกรณ์ตามความสามารถของอุปกรณ์รับสัญญาณแต่ละรุ่น การสื่อสารกันระหว่างอุปกรณ์วัดและ Gateway ได้นั้นจะต้องทำการปรับตั้งค่า Join Key ของตัวอุปกรณ์วัดให้ตรงกับ Gateway โดยใช้อุปกรณ์ HART ในการปรับตั้งค่า Join Key และปรับตั้งค่าฟังก์ชันการแสดงผลต่าง ๆ ของตัวอุปกรณ์วัด จากนั้นค่าอัตราการไหลที่วัดได้จะแสดงที่หน้าจอคอมพิวเตอร์โดยผ่านสายแลน ค่าอัตราการไหลที่วัดได้จากอุปกรณ์วัดต่างในกระบวนการจะนำเข้ามาใช้ใน SCADA เพื่อแสดงค่าอย่างชัดเจนเป็นค่าอัตราการไหลในแต่ละจุดของระบบจำลอง

5.2 ปัญหาในการดำเนินงาน

1. การสั่งของ มีการวางแผนมาไม่ดี รวมทั้งการเตรียมวัสดุที่ใช้มีความล่าช้า เนื่องจากการสื่อสารกับทางโรงกลึงไม่เข้าใจ จึงทำให้งานไม่เสร็จตามเวลาที่ได้มีการวางแผนไว้
2. ปืนน้ำที่ใช้เป็นตัวอย่างอุปกรณ์ที่เก่า ในการใช้งานปืนครั้งแรกไม่มีการตรวจเช็คสภาพของปืน จึงเกิดปัญหาปืนไม่ทำงาน ต้องถอดตัวปืนเพื่อหาสาเหตุ จึงพบว่า ใบพัดมีความผิดจากการไม่ได้ใช้งานมานาน มีสนิมเกาะอยู่

5.3 แนวทางการแก้ไข

1. สื่อสารกับบุคคลที่ทำงานร่วมกันให้มีความเข้าใจตรงกัน วางงานที่ทำเป็นอย่างไร กำหนดระยะเวลาที่แน่นอน
2. มีการตรวจสอบอุปกรณ์ก่อนการนำไปใช้งาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- [1] “Turbulent Flow/ การไหลแบบปั่นป่วน.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
<http://www.fooldnetworksolution.com/wiki/word/1005/turbulent-flow-การไหลแบบปั่นป่วน> สืบค้น 28 พฤษภาคม 2560
- [2] “การวัดอัตราการไหลด้วยแผ่นออริฟิส.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
http://www.thailandindustry.com/indust_newweb/articles_preview.php=19114 สืบค้น 28 พฤษภาคม 2560
- [3] “ทำความเข้าใจกับ Annubar, Elbow Tap และ Rotameter เครื่องมือวัดอัตราการไหล.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
http://www.thailandindustry.com/indust_newweb/articles_preview.php=19235 สืบค้น 29 พฤษภาคม 2560
- [4] ชวพร บำรุงพฤกษ์, “HART ANALOG MODULES.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
<http://tgiautonomous.blogspot.com/2012/03/simatic-s7-hart-analogmodules-1-hart.html> สืบค้น 29 พฤษภาคม 2560
- [5] “HART.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.riverplusautomation.com/hart.html> สืบค้น 29 พฤษภาคม 2560
- [6] “การใช้ WirelessHART เพื่อใช้ในการงานระบบไร้สายในวงการอุตสาหกรรม.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.adslthailand.com/post/WirelessHART> สืบค้น 29 พฤษภาคม 2560
- [7] “หลักการและทฤษฎีของระบบ SCADA.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
http://www.research-system.siam.edu/images/coop/INSTALLATION_OF_SCADA สืบค้น 29 พฤษภาคม 2560
- [8] “AUTOCAD.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<https://www.l3nr.org/posts/413121> สืบค้น 29 พฤษภาคม 2560
- [9] “COMPACT ORIFICE PLATE.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
<http://www.emerson.com/catalog/en-us/rosemount-3051sfc-wireless-orifice> สืบค้น 6 กรกฎาคม 2560
- [10] “COMPACT CONDITIONING ORIFICE PLATE.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
<http://www.emerson.com/catalog/en-us/rosemount-3051sfc-wireless-conditioning-orifice-flowmeter> สืบค้น 6 กรกฎาคม 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Client Project Unit Location	KMITL project term2		405 COMPACT PRIMARY ELEMENT Specification				Sheet		of	
							Spec No.		Rev.	
							Contract		P.O.	
							Req.		BY	
							CHKD		APPR.	
GENERAL	1	Tag No.	FT-02							
	2	Description of Service	water							
	3	PID No. Line Number								
PROCESS CONDITIONS			Minimum	Normal	Maximum	Full Scale	Unit			
	4	Flow Rates	3.000	5.000	8.000	8.000	m ³ /hr			
	5	Pressure	1	2.5	3	4.000	bar-g			
	6	Temperature	25.00	28.00	30.00	35.00	C			
FLUID DATA	7	Fluid name	WATER							
	8	Fluid State	Liquid							
	9	Density @ Operating @Base	62.20935		lb/ft ³	62.37997	lb/ft ³			
	10	Specific Gravity @Operating @Base								
	11	Molecular Weight								
	12	Operating Viscosity	0.83239		cP					
	13	Isentropic Exponent								
	14	Compressibility @Operating @Base								
	15	Vapor Pressure	0.549	psia						
	16	Maximum Permanent Pressure loss	179.339	inH ₂ O@68F						
17	Base Pressure Base Temperature	14.696	psia	60.00	F					
18	Atmospheric Pressure	14.696	psia							
Differential Pressure			Minimum	Normal	Maximum	Full Scale	Unit			
	19	Differential Pressure	30.708	85.300	218.367	218.367	inH ₂ O@68F			
ORIFICE FLANGE & FITTING	20									
	21	Flange Type Rating Material	316 SST							
	22	Connection Nominal Size								
	23	Connection Style	Horizontal							
ORIFICE PLATE	24	Tap Size Tap Orientation								
	25	Plate Type	Square Edged							
	26	Beta ratio d/D	0.400							
	27	Orifice Bore	10.490 mm							
	28	Plate Outside diameter								
METER TUBE	29	Plate Thickness Plate Material	0.125	316 SST						
	30	Line Size	2 in (50 mm)							
	31	Pipe Schedule Pipe Material I.D	40	304 SST	52.502					
	32	Mounting Bolt Length								
	33	Remote Adapters								
	34	Bolts								
OPTIONS	35	Wetted Materials								
	36	Cleaning								
	37	Material Traceability								
	38	Bore Calculation Sheet								
NOTES	39	Special Bore								
	40	Manufacturer	Rosemount							
	41	Model Number	405C S020N040D3							
	42									
	43									
	44									
	45									

This report is provided according to the terms and conditions of the Instrument Toolkit(TM) End-Use Customer License Agreement.
Version: 3.0 (Build175C)

Printed On: 12-n.ก.-17

12:59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Client Project Unit Location	KMITL project term2		405 COMPACT PRIMARY ELEMENT Specification				Sheet		of	
							Spec No.		Rev.	
							Contract		P.O.	
							Req.		BY	
			CHK'D		APPR.					
GENERAL	1	Tag No.	FT-03							
	2	Description of Service	water							
	3	PID No. Line Number								
PROCESS CONDITIONS			Minimum	Normal	Maximum	Full Scale	Unit			
	4	Flow Rates	3.000	5.000	8.000	8.000	m ³ /hr			
	5	Pressure	1	2.5	3	4.000	bar-g			
	6	Temperature	25.00	28.00	30.00	35.00	C			
FLUID DATA	7	Fluid name	WATER							
	8	Fluid State	Liquid							
	9	Density @ Operating @Base	62.20935		lb/ft ³	62.37997		lb/ft ³		
	10	Specific Gravity @Operating @Base								
	11	Molecular Weight								
	12	Operating Viscosity	0.83239		cP					
	13	Isentropic Exponent								
	14	Compressibility @Operating @Base								
	15	Vapor Pressure	0.549		psia					
	16	Maximum Permanent Pressure loss	177.225		mH ₂ O @ 68F					
	17	Base Pressure Base Temperature	14.696		psia	60.00		F		
	18	Atmospheric Pressure	14.696		psia					
Differential Pressure			Minimum	Normal	Maximum	Full Scale	Unit			
	19	Differential Pressure	30.379	84.387	216.031	216.031	mH ₂ O @ 68F			
ORIFICE FLANGE & FITTING	20									
	21	Flange Type Rating Material	316 SST							
	22	Connection Nominal Size								
	23	Connection Style	Horizontal							
	24	Tap Size Tap Orientation								
ORIFICE PLATE	25	Plate Type	Square Edged							
	26	Beta ratio d/D	0.400							
	27	Orifice Bore	21.006 mm							
	28	Plate Outside diameter								
	29	Plate Thickness Plate Material	0.125"	316 SST						
METER TUBE	30	Line Size	2 in (50 mm)							
	31	Pipe Schedule Pipe Material I.D	40	304 SST			52.502			
	32	Mounting Bolt Length								
	33	Remote Adapters								
OPTIONS	34	Bolts								
	35	Wetted Materials								
	36	Cleaning								
	37	Material Traceability								
	38	Bore Calculation Sheet								
	39	Special Bore								
	40	Manufacturer	Rosemount							
	41	Model Number	405PS020N040D3							
NOTES	42									
	43									
	44									
	45									

This report is provided according to the terms and conditions of the Instrument Toolkit(TM) End-Use Customer License Agreement.
Version: 3.0 (Build175C)

Printed On: 12-ก.ค.-17

13:03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Client Project Unit Location		KMITL project term2 Annubar Primary Element		ANNUBAR® Flowmeter Series Specification Sheet				Sheet	of	
								Spec No.	Rev.	
								Contract	P.O.	
								Req.	0	BY
								CHKD		APPR.
GENERAL INFORMATION	1	Tag No.	FT-04							
	2	PID No. Line Number								
PROCESS CONDITIONS	3		Minimum	Normal		Maximum	Full Scale	Unit		
	4	Flow Rates	3.000	5.000		8.000	8.000	m ³ /hr		
	5	Pressure	1.000	2.500		3.000	4.000	bar-g		
	6	Temperature	25.00	28.00		30.00	35.00	C		
FLUID DATA	7	Fluid name	WATER							
	8	Fluid Type	Liquid							
	9	Density @ Operating @ Base	62.20934612	lb/ft ³						
	10	Specific Gravity @ Operating @ Base								
	11	Compressibility @ Operating @ Base								
	12	Molecular Weight								
ANNUBAR HARDWARE ASSEMBLY INFORMATION	13	Isentropic Exponent								
	14	Operating Viscosity	0.832390051 cP							
	15	Vapor Pressure								
	16	Base Pressure	14.696 psia							
	17	Base Temperature	60.000 F							
	18	Flowmeter and Meter Type	485 - Annubar Primary El Pak-Lok							
	19	Sensor Size and Material	T1	316 Stainless Steel						
	20	Line Size/Sch/Mat'l	2-in. (50 mm)	40,000	316 Stainless Steel					
	21	ID(Span)/Wall/Duct Width	52,502 mm	3,912 mm						
	22	Pipe Orientation	Horizontal							
	23	Connection Type	SPECIAL							
	24	Instrument Connections								
	25	Mounting Type and Material	Compression/Threaded Connection							
	26	Opposite Side Support	Not Applicable							
	27	Packing Gland and Isolation Valve	Not Applicable or Customer Supplied							
	28	Temperature	No Temperature Sensor							
29	Housing Material/Conduit Entry Size									
30	Isolating Diaphragm									
31	O-Ring Fill Fluid									
32	Wetted Materials	316 Stainless Steel								
TRANSMITTER INFORMATION	33	Maximum Differential Pressure	10.7084835	in H ₂ O @ 68F						
	34	Differential Pressure Range								
	35	Pressure Range								
	36	Output								
OPTIONS	37	Calibration								
	38	Quality Programs/Special Cleaning								
	39	Material Certificate								
	40	Testing								
	41	Optional Flanged Pipe Section								
Warnings	42									
	43									
	44									
	45									
	46									
	47									
	48									
Notes	49	Model Number	485L020CSHPS1T10003							
	50	Manufacturer	Rosemount							
	51									
	52									
	53									
	54									
	55									
	56									
	57									

This report is provided according to the terms and conditions of the Instrument Toolkit(TM) End-Use Customer License Agreement.

Version: 3.0 (Build175C)

Printed On:

12-ก.ค.-17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Client KMITL Project project term2 Unit Location Orifice Plate	Orifice Plate Specification			Sheet		of	9
				Spec No.		Rev.	
				Contract		P.O.	
				Req.		BY	
				CHKD		APPR.	
GENERAL	1	Tag No.	FT-01				
	2	Description of Service	water				
	3	PID No. Line Number					
PROCESS CONDITIONS			Minimum	Normal	Maximum	Full Scale	Unit
	4	Flow Rates	3.000	5.000	9.000	9.000	m3/hr
	5	Pressure	1	2.5	3		bar-g
	6	Temperature	25.00	28.00	30.00		C
FLUID DATA	7	Fluid name	WATER				
	8	Fluid State	Liquid				
	9	Density @ Operating @Base	62.209346		lb/ft3	62.379969	lb/ft3
	10	Specific Gravity @Operating @Base					
	11	Molecular Weight					
	12	Operating Viscosity	0.83239		cP		
	13	Isentropic Exponent					
	14	Compressibility @Operating @Base					
	15	Vapor Pressure					
	16	Base Pressure Base Temperature	14.696	psia	60.00	F	
ORIFICE	17	Plate Type	1495 - Orifice				
	18	Holder/Seal unit style					
	19	Nominal Size	Flange tapping				
	20	API ring no					
	21	Orifice Bore type	Concentric, Square Edged				
	22	Orifice inlet edge style	Square edged				
	23	Beta ratio d/D	0.4169				
	24	Vent/Drain Hole Diameter	None				
	25	Vent/Drain hole location					
	26	Stampings required					
	27	Seal Material					
	28	Holder/Ring material					
	29	Orifice Bore	21.890		mm		
	30	Plate Outside diameter					
	31	Plate Thickness	0.125 Inch				
	32	Plate Material	304/304L Stainless Steel				
33	Line Size	2 inches (DN50)					
34	Pipe Schedule	40.000					
35	Pipe Material	304SST					
36	Pipe Inner Diameter	52.502		mm			
	37	Manufacturer					
	38	Model Number	1495UC020R3LA00862BCPH				
NOTES	39						
	40						
	41						
	42						

This report is provided according to the terms and conditions of the Instrument Toolkit(TM) End-Use Customer License Agreement.
Version: 3.0 (Build175C) Printed On: 7/12/17 13:05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ROSEMOUNT INC.
1495 - Standard Orifice ISO 5167 (2003)
CALCULATION DATA SHEET



GENERAL DATA

Customer: KMITL
 Project: project term2
 S. O. No:
 P. O. No:
 Calc. Date:
 Model No: 1495UC020R3LA00862BCPH
 Tag No: FT-01

PRODUCT DESCRIPTION

Bore Type: Concentric, Square Edged	Tap Type: Flange tapping
Plate Type: Universal, Concentric	Tap Location: Upstream
Plate Material: 304/304L Stainless Steel	Line Size: 2 inches (DN50)
Meter Schedule:	Pipe Schedule: 40
Process Connection:	Pipe Material: 304SST

INPUT DATA

Fluid Type: Liquid			
Fluid Name: WATER			
Pipe I.D.: 52.502 mm	Base Pressure: 14.696 psia		
Pressure: 2.500 bar-g	Base Temperature: 60.00 F		
Temperature at Flow: 28.00 C			
Absolute Viscosity: 0.83239 cP			
Isentropic Exponent:	Base Density: 62.3800 lb/ft3		
Compressibility at Flow:	Atmospheric Pressure: 14.696 psia		
Density at Flow: 62.2093 lb/ft3			
Flow Rates:			
Minimum: 3.00 m3/hr			
Normal: 5.00 m3/hr			
Maximum: 9.00 m3/hr			
Full Scale: 9.00 m3/hr			

CALCULATED DATA

(Calculation Performed at Normal Conditions.)

Orifice Bore Size: 21.890 mm	Pipe Reynolds Number (Normal): 40318
DP at Min Flow: 25.856 inH2O@68F	Gas Expansion Factor: 1.0000
DP at Normal Flow: 71.823 inH2O@68F	Permanent Pressure Loss at Normal Flow: 57.99 inH2O@68F
DP at Max Flow: 232.708 inH2O@68F	at Max Flow: 187.99 inH2O@68F
URV (DP at Full Scale): 232.708 inH2O@68F	Velocity at Max Flow: 1.15 m/sec
Beta: 0.4169	
Discharge Coefficient: 0.6069	

Pipe ID (thermally corrected): 52.509 mm	Plate Thickness: 0.125 Inch
	Bore Size (thermally corrected): 21.893 mm

GUIDELINES

Primary Element Min Limit of Use: 0.62 m3/hr	Min Recommended Pipe Reynolds: 5000.0
Max. Allow. Pressure @ Temp: 49.6 bar-g 35.00 C	Recommended Min DP: 0.250 inH2O@68F
Design Pressure/Temperature: 4.000 bar-g 35.000 C	Max. Allow. Temp.: 815.556 C

WARNINGS

NOTES

This report is provided according to the terms and conditions of the Instrument Toolkit(TM) End-Use Customer License Agreement.
 Version: 3.0 (Build175C) Printed On: 12-ก.ค.-17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ROSEMOUNT INC.
405 COMPACT PRIMARY ELEMENT
CALCULATION DATA SHEET**



GENERAL DATA

Customer: KMITL
 Project: project term2
 S. O. No:
 P. O. No:
 Calc. Date:
 Model No: 405CS020N040D3
 Tag No: FT-02

PRODUCT DESCRIPTION

Bore Type:		Tap Type:	
Nominal Beta:	0.40	Tap Location:	
Plate Type:	Conditioning Orifice Plate	Line Size:	2 in (50 mm)
Plate Material:	316 SST	Pipe Schedule:	40
Meter Schedule:		Pipe Material:	304 SST
Process Connection:			

INPUT DATA

Fluid Type:	Liquid	Calibration Factor (Fc):	1.000
Fluid Name:	WATER	Base Pressure:	14.696 psia
Pipe I.D.:	52.502 mm	Base Temperature:	60.00 F
Pressure:	2.500 bar-g	Base Density:	62.3800 lb/ft3
Temperature at Flow:	28.00 C	Atmospheric Pressure:	14.696 psia
Absolute Viscosity:	0.83239 cP		
Isentropic Exponent:			
Compressibility at Flow:			
Density at Flow:	62.2093 lb/ft3		
Flow Rates:			
Minimum:	3.00 m3/hr		
Normal:	5.00 m3/hr		
Maximum:	8.00 m3/hr		
Full Scale:	8.00 m3/hr		

CALCULATED DATA

(Calculation Performed at Normal Conditions.)

Typical Orifice Hole Size:	10.490 mm	Pipe Reynolds Number (Normal):	40318
Calculated Orifice Bore Size:	20.980 mm	Gas Expansion Factor:	1.0000
DP at Min Flow:	30.708 inH2O@68F	Permanent Pressure Loss	
DP at Normal Flow:	85.300 inH2O@68F	at Normal Flow:	70.03 inH2O@68F
DP at Max Flow:	218.367 inH2O@68F	at Max Flow:	179.34 inH2O@68F
URV (DP at Full Scale):	218.367 inH2O@68F	Velocity at Max Flow:	1.03 m/sec
Beta:	0.3996		
Discharge Coefficient:	0.6077		
Pipe Sch Adjustment Factor:	1.000		
Pipe ID (thermally corrected)	52.509 mm	Bore Size (thermally corrected)	20.983 mm

GUIDELINES

Primary Element Min Limit of Use	0.62 m3/hr	Min Recommended Pipe Reynolds:	5000.0	
Max. Allow. Pressure @ Temp:	99.3 bar-g	35.00 C	Recommended Min DP:	0.250 inH2O@68F
Design Pressure/Temperature:	4.000 bar-g	35.000 C	Max. Allow. Temp.:	232.222 C

WARNINGS

NOTES

This report is provided according to the terms and conditions of the Instrument Toolkit(TM) End-Use Customer License Agreement.
 Version: 3.0 (Build175C) Printed On: 12-ก.ค.-17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ROSEMOUNT INC.
405 COMPACT PRIMARY ELEMENT
CALCULATION DATA SHEET



GENERAL DATA

Customer: KMITL
 Project: project term2
 S. O. No:
 P. O. No:
 Calc. Date:
 Model No: 405PS020N040D3
 Tag No: FT-03

PRODUCT DESCRIPTION

Bore Type:		Tap Type:	
Nominal Beta:	0.40	Tap Location:	
Plate Type:	Orifice Plate	Line Size:	2 in (50 mm)
Plate Material:	316 SST	Pipe Schedule:	40
Meter Schedule:		Pipe Material:	304 SST
Process Connection:			

INPUT DATA

Fluid Type:	Liquid		
Fluid Name:	WATER		
Pipe I.D.:	52.502 mm	Base Pressure:	14.696 psia
Pressure:	2.500 bar-g	Base Temperature:	60.00 F
Temperature at Flow:	28.00 C		
Absolute Viscosity:	0.83239 cP	Base Density:	62.3800 lb/ft3
Isentropic Exponent:		Atmospheric Pressure:	14.696 psia
Compressibility at Flow:			
Density at Flow:	62.2093 lb/ft3		
Flow Rates:			
Minimum:	3.00 m3/hr		
Normal:	5.00 m3/hr		
Maximum:	8.00 m3/hr		
Full Scale:	8.00 m3/hr		

CALCULATED DATA

(Calculation Performed at Normal Conditions.)

Orifice Bore Size:	21.006 mm	Pipe Reynolds Number (Normal):	40318
DP at Min Flow:	30.379 inH2O@68F	Gas Expansion Factor:	1.0000
DP at Normal Flow:	84.387 inH2O@68F	Permanent Pressure Loss	
DP at Max Flow:	216.031 inH2O@68F	at Normal Flow:	69.21 inH2O@68F
URV (DP at Full Scale):	216.031 inH2O@68F	at Max Flow:	177.23 inH2O@68F
Beta:	0.4001	Velocity at Max Flow:	1.03 m/sec
Discharge Coefficient:	0.6095		
Pipe Sch Adjustment Factor:	1.010		
Pipe ID (thermally corrected)	52.509 mm	Bore Size (thermally corrected)	21.009 mm

GUIDELINES

Primary Element Min Limit of Use	0.62 m3/hr	Min Recommended Pipe Reynolds:	5000.0	
Max. Allow. Pressure @ Temp:	99.3 bar-g	35.00 C	Recommended Min DP:	0.250 inH2O@68F
Design Pressure/Temperature:	4.000 bar-g	35.000 C	Max. Allow. Temp.:	232.222 C

WARNINGS

NOTES

This report is provided according to the terms and conditions of the Instrument Toolkit(TM) End-Use Customer License Agreement.
 Version: 3.0 (Build175C)

Printed On:

12-ก.ค.-17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ROSEMOUNT INC.
485 - Annubar Primary Element
CALCULATION DATA SHEET



GENERAL DATA	
Customer:	KMITL
Project:	project term2
S. O. No:	
P. O. No:	
Calc. Date:	
Model No:	485L020CSHPS1T10003
Tag No:	FT-04

PRODUCT DESCRIPTION			
Product Type:	Pak-Lok	Instrument Valve:	
Sensor Size:	Sensor Size 1	Valve Material:	
Wetted Material:	316 Stainless Steel	Line Size:	2-in. (50 mm)
Transmitter Conn.:	Direct-Mount, Integral 3-valve Manifold	Pipe Sch.:	40
Mounting Conn. Material:	316 Stainless Steel	Pipe Orientation:	Horizontal
Mounting Type:	Compression/Threaded Connection		

INPUT DATA			
Fluid Type:	Liquid	Wall:	3.912 mm
Fluid Name:	WATER		
Pipe I.D. (Span):	52.502 mm	Base Pressure:	14.696 psia
Body I.D.:	52.502 mm	Base Temperature:	60.00 F
Duct Width:	mm		
Pressure:	2.500 bar-g	Base Density:	62.3800 lb/ft3
Temperature at Flow:	28.00 C	Atmospheric Pressure:	14.696 psia
Absolute Viscosity:	0.83239 cP		
Isentropic Exponent:			
Compressibility at Flow:			
Density at Flow:	62.2093 lb/ft3		
Flow Rates			
Minimum:	3.00 m3/hr		
Normal:	5.00 m3/hr		
Maximum:	8.00 m3/hr		
Full Scale:	8.00 m3/hr		

CALCULATED DATA		(Calculation Performed at Normal Conditions. DP in inH2O@68F)	
DP at Min Flow:	1.506 inH2O@68F	Flow Coefficient:	0.4439
DP at Normal Flow:	4.183 inH2O@68F	Rod Reynolds Number (Minimum):	6904
DP at Max Flow:	10.708 inH2O@68F	Rod Reynolds Number (Normal):	11507
DP at Full Scale Flow:	10.708 inH2O@68F	Gas Expansion Factor:	
Resonant Frequency:	2615 Hz	Permanent Pressure Loss:	
Wake Frequency:	9 Hz	at Normal Flow:	1.52 inH2O@68F
Blockage:	0.36	at Maximum Flow:	3.89 inH2O@68F
		Velocity at Max Flow:	1.03 m/sec

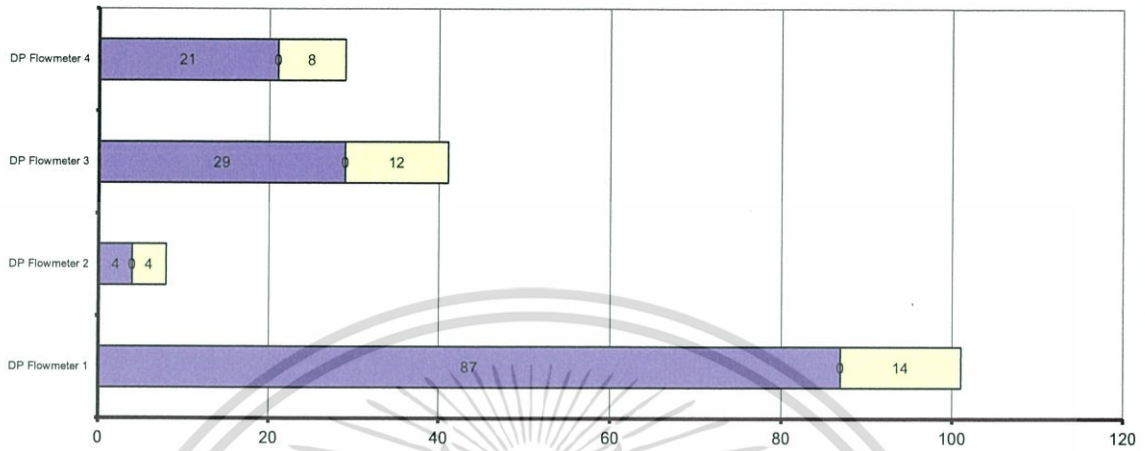
GUIDELINES				
Primary Element Min Limit:	2.82 m3/hr	Recommended Min Rod Reynolds Number:	6500	
Structural Limit (Flow):	94.68 m3/hr	Recommended Min DP:	0.250 inH2O@68F	
Structural Limit (DP):	1500.0 inH2O@68F			
Max. Allow. Pressure@Temp.:	99.3 bar-g	35 C	Max. Allow. Temp.:	260 C
Design Pressure/Temperature:	4.00 bar-g	35.00 C		

WARNINGS	

NOTES	
This report is provided according to the terms and conditions of the Instrument Toolkit(TM) End-Use Customer License Agreement.	
Version: 3.0 (Build175C)	Printed On: 12-Jul-2017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Straight Pipe Run Requirements



	DP Flowmeter 1	DP Flowmeter 2	DP Flowmeter 3	DP Flowmeter 4
Upstream Piping (inch)	87	4	29	21
Meter (inch)	0	0	0	0
Downstream Piping (inch)	14	4	12	8

Upstream Piping (inch)

GENERAL DATA

Project: project term2
Tag No: FT-05

DP Flowmeter 1

Flowmeter/Transmitter: 3051S1CD Scalable Ultra Differential Pressure Transmitter
Performance Class or Compensation Method: Ultra
Primary Element: 1495 Orifice Plate
Flow Conditioner: No

DP Flowmeter 2

Flowmeter/Transmitter: 3051S2CD Scalable Classic Differential Pressure Transmitter
Performance Class or Compensation Method: Classic
Primary Element: 405 with C option - Compact Primary Element
Flow Conditioner: No

DP Flowmeter 3

Flowmeter/Transmitter: 3051S2CD Scalable Classic Differential Pressure Transmitter
Performance Class or Compensation Method: Classic
Primary Element: 405 with P option - Compact Primary Element
Flow Conditioner: No

DP Flowmeter 4

Flowmeter/Transmitter: 3051CD Differential Pressure Transmitter
Performance Class or Compensation Method: High Accuracy Option (P8)
Primary Element: 485 Annubar Primary Element
Flow Conditioner: No

Assumptions:

Flow Disturbance Upstream: Single 90 Degree Bend

This graph is calculated by the applicable standard or manufacturer.

This report is provided according to the terms and conditions of the Instrument Toolkit(TM) End-Use Customer License Agreement.
Version: 3.0 (Build175C)

Printed On:

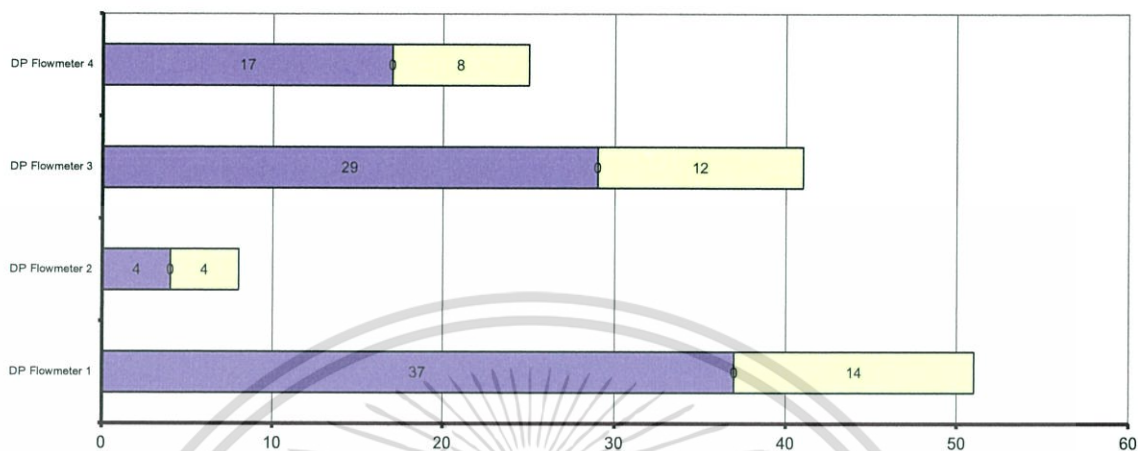
12-ก.ค.-17

ROSEMOUNT

EMERSON
Process Management

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Straight Pipe Run Requirements



	DP Flowmeter 1	DP Flowmeter 2	DP Flowmeter 3	DP Flowmeter 4
Upstream Piping (inch)	37	4	29	17
Meter (inch)	0	0	0	0
Downstream Piping (inch)	14	4	12	8

Upstream Piping (inch)

GENERAL DATA

Project: project term2
Tag No: FT-05

DP Flowmeter 1

Flowmeter/Transmitter: 3051S1CD Scalable Ultra Differential Pressure Transmitter
Performance Class or Compensation Method: Ultra
Primary Element: 1495 Orifice Plate
Flow Conditioner: Yes

DP Flowmeter 2

Flowmeter/Transmitter: 3051S2CD Scalable Classic Differential Pressure Transmitter
Performance Class or Compensation Method: Classic
Primary Element: 405 with C option - Compact Primary Element
Flow Conditioner: No

DP Flowmeter 3

Flowmeter/Transmitter: 3051S2CD Scalable Classic Differential Pressure Transmitter
Performance Class or Compensation Method: Classic
Primary Element: 405 with P option - Compact Primary Element
Flow Conditioner: No

DP Flowmeter 4

Flowmeter/Transmitter: 3051CD Differential Pressure Transmitter
Performance Class or Compensation Method: High Accuracy Option (P8)
Primary Element: 485 Annubar Primary Element
Flow Conditioner: Yes

Assumptions:

Flow Disturbance Upstream: Single 90 Degree Bend

This graph is calculated by the applicable standard or manufacturer.

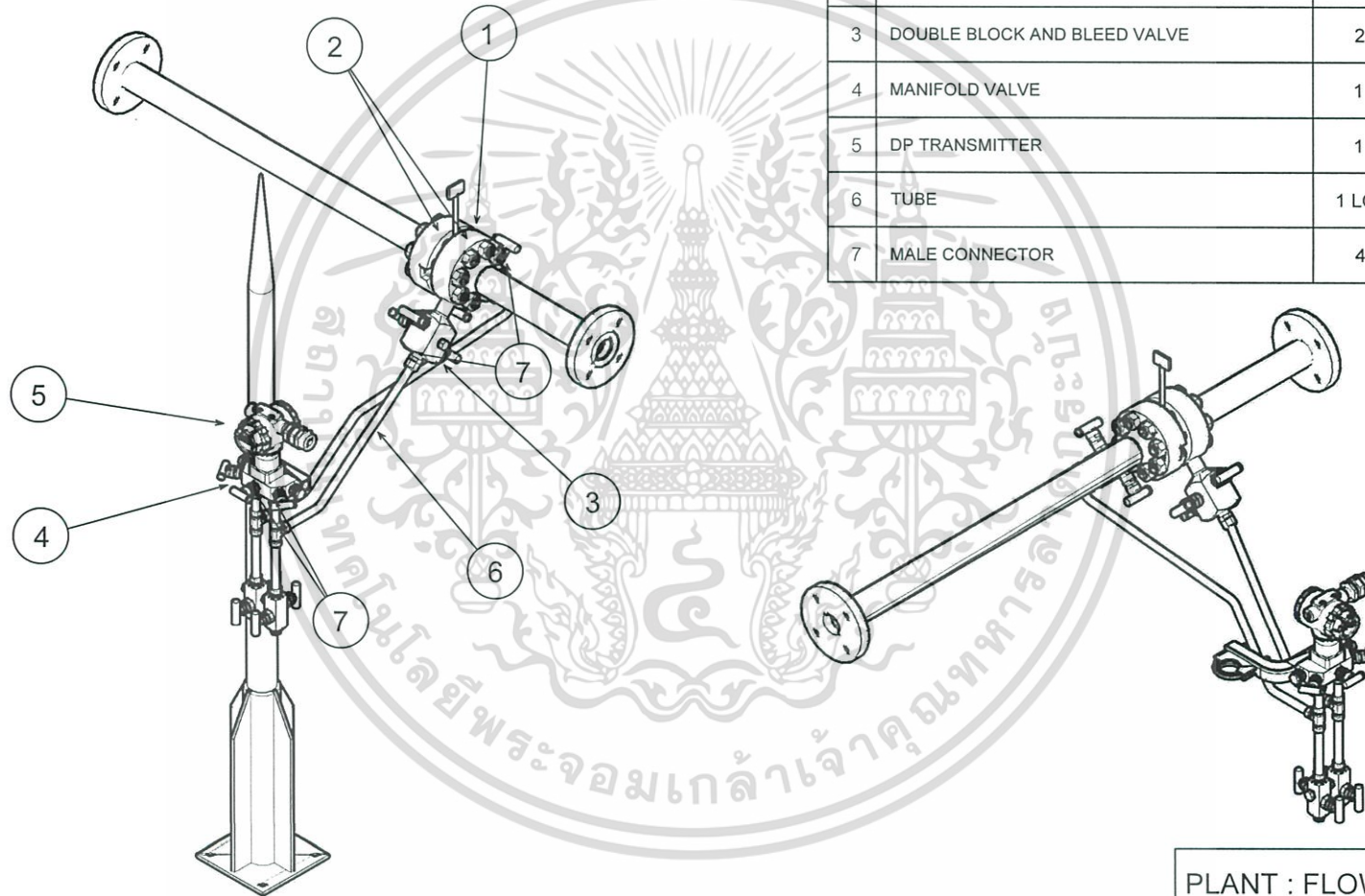
This report is provided according to the terms and conditions of the Instrument Toolkit(TM) End-Use Customer License Agreement.
Version: 3.0 (Build175C)

Printed On:

12-ก.ค.-17



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



No.	DESCRIPTION	QTY.	SPECIFICATION
1	ORIFICE PLATE	1	RTJ
2	RING TYPE JOINT FLANGE	2	304 SST 2"
3	DOUBLE BLOCK AND BLEED VALVE	2	PROCESS CONNECTION $\frac{1}{2}$ " SW INSTRUMENT CONNECTION FEMALE $\frac{1}{2}$ " NPT
4	MANIFOLD VALVE	1	3-WAYS VALVE
5	DP TRANSMITTER	1	
6	TUBE	1 LOT	316 SST
7	MALE CONNECTOR	4	$\frac{1}{2}$ " NPT

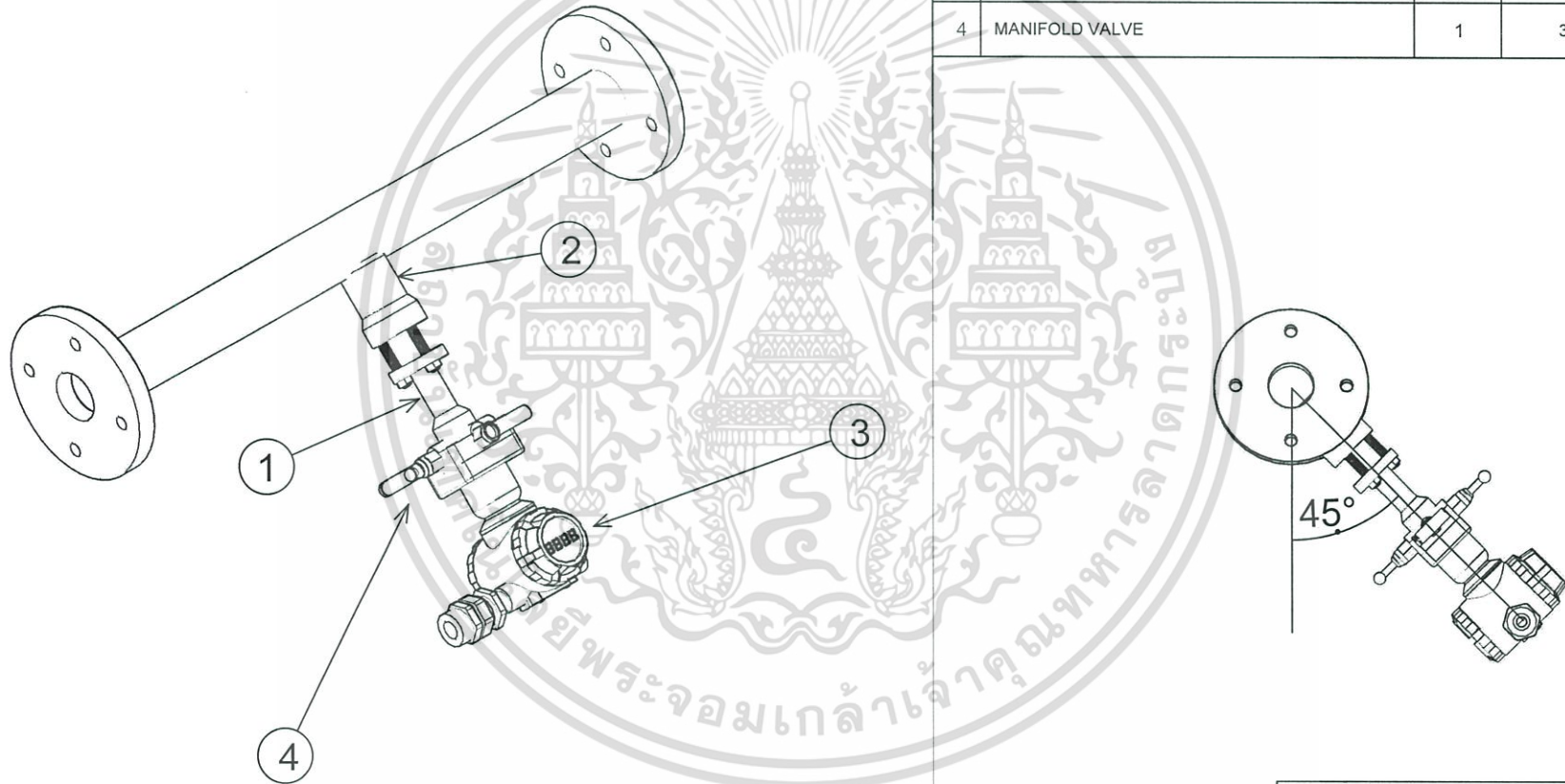
PLANT : FLOW RATE PROJECT	
DP FLOW TRANSMITTER WITH ORIFICE PLATE (WATER SERVICE) INSTRUMENTATION HOOK-UP	A4
DRAWING NO : FT05	REV. 2

No.	DESCRIPTION	QTY.	SPECIFICATION
1	405C COMPACT CONDITIONING ORIFICE PLATE	1	316 SST
2	ANSI CLASS 300 RIASED FACE	2	316 SST
3	DP TRANSMITTER	1	
4	MANIFOLD VALVE	1	3-WAYS VALVE
5	THUM775	1	



PLANT : FLOW RATE PROJECT	
DP FLOW TRANSMITTER WITH COMPACT CONDITIONING ORIFICE PLATE (WATER SERVICE) INSTRUMENTATION HOOK-UP	A4
DRAWING NO : FT01	REV. 1

No.	DESCRIPTION	QTY.	SPECIFICATION
1	ANNUBAR	1	
2	PAK-LOK	1	
3	DP TRANSMITTER	1	
4	MANIFOLD VALVE	1	3-WAYS VALVE



PLANT : FLOW RATE PROJECT	
DP FLOW TRANSMITTER WITH ANNUBAR (WATER SERVICE) INSTRUMENTATION HOOK-UP	A4
DRAWING NO : FT04	REV. 3

การทดลองเรื่อง การวัดอัตราการไหลของกระบวนการผ่านการสื่อสาร WirelessHART

1.วัตถุประสงค์

- 1.1 เพื่อศึกษาทฤษฎีและหลักการทำงานของอุปกรณ์วัดอัตราการไหลในแบบต่าง ๆ
- 1.2 เพื่อศึกษาการวัดอัตราการไหลและการส่งสัญญาณ WirelessHART
- 1.3 เพื่อศึกษาการใช้งานโปรแกรม (Wonderware InduSoft 8.0) ในการ Monitoring
- 1.4 เพื่อให้สามารถ Sizing Orifice Plate และเลือกอุปกรณ์ต่างๆให้เหมาะสมโดยใช้โปรแกรม Instrument Toolkit

2.เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

- 2.1 ชุดทดลองในการวัดอัตราการไหลกระบวนการสื่อสารแบบ WirelessHART
- 2.2 อุปกรณ์การวัดอัตราการไหลแบบวัดความดันแตกต่าง (Differential Pressure) ดังนี้
 - 2.2.1 1495 Orifice Plate
 - 2.2.2 405C Compact Conditioning Orifice Plate
 - 2.2.3 405P Compact Orifice Plate
 - 2.2.4 485C Annubar
- 2.3 HART 475
- 2.4 คอมพิวเตอร์ที่มี License โปรแกรม Wonderware InduSoft8.0
- 2.5 โปรแกรม Instrument Toolkit



รูปที่ 1ชุดทดลองการวัดอัตราการไหลกระบวนการสื่อสารแบบ WirelessHART

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตให้ถือว่าผิดกฎหมาย
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.ทฤษฎี

ปัจจุบันในอุตสาหกรรมการวัดอัตราการไหลเป็นการวัดค่าตัวแปรที่สำคัญค่าหนึ่ง ในทุกกระบวนการทางอุตสาหกรรม ซึ่งเกี่ยวข้องกับการไหลของของแข็ง ของเหลว และก๊าซ โดยการวัดอัตราการไหลเหล่านี้จำเป็นต้องศึกษาหลักการของอุปกรณ์วัดอัตราการไหล เพื่อให้สามารถออกแบบติดตั้ง และเลือกใช้ใช้งานได้อย่างเหมาะสมกับกระบวนการนั้น ๆ

โดยทั่วไปลักษณะการไหลของของไหล สามารถบอกได้ถึงความเร็ว หรืออัตราการไหลของของไหล และในการตรวจวัดการไหลนั้น จะพิจารณาจากลักษณะธรรมชาติในการไหลของของไหล ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะคือ การไหลแบบราบเรียบ (Laminar Flow) และการไหลแบบปั่นป่วน (Turbulent Flow)

การวัดอัตราการไหลสามารถทำหลายวิธี แต่ที่ใช้ในการทดลองเป็นการวัดอัตราการไหลแบบวัดความดันแตกต่าง (Differential Pressure) ประกอบไปด้วย Orifice Plate, Compact Conditioning Orifice Plate, Compact Orifice Plate, และ Annubar

Orifice Plate เป็นอุปกรณ์วัดการไหลแบบที่ง่ายที่สุด และนิยมใช้มากในปัจจุบัน เนื่องจากการติดตั้งง่าย สะดวกต่อการบำรุงรักษา มีความแข็งแรงทนทาน ราคาถูก และมีความเที่ยงตรงแม่นยำ อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ โครงสร้างของ Orifice Plate เป็นแผ่นโลหะที่มีรูอยู่ตรงกลาง ขนาดของรูจะมีขนาดที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับอัตราการไหลที่จะวัด การใช้งานของ Orifice Plate จะถูกนำไปติดตั้งอยู่ในท่อที่ของไหลไหลผ่าน เมื่อมีของไหลหรือของเหลวไหลผ่าน ก็จะมีความดันเกิดขึ้นที่ด้านหน้าของ Orifice Plate และเมื่อของไหลหรือของเหลวไหลผ่านรูที่อยู่ตรงกลางของ Orifice Plate ไป ก็จะมีความดันเกิดขึ้นที่ด้านหน้าและด้านหลังของ Orifice Plate เช่นเดียวกัน แต่ความดันที่เกิดขึ้นนั้นจะมีขนาดไม่เท่ากัน โดยความดันด้านหลัง Orifice Plate จะน้อยกว่าความดันด้านหน้า เพราะเกิดการสูญเสียความดันไปในขณะที่ของไหลพยายามไหลผ่านสิ่งกีดขวาง ค่าของความดันที่ต่างกันนี้จะขึ้นอยู่กับอัตราการไหลและขนาดของ Orifice Plate ถ้าอัตราการไหลมีค่ามาก ความดันแตกต่างก็จะมากขึ้น หรือถ้ารูตรงกลางของ Orifice Plate มีขนาดใหญ่ ค่าความดันแตกต่างก็จะน้อย

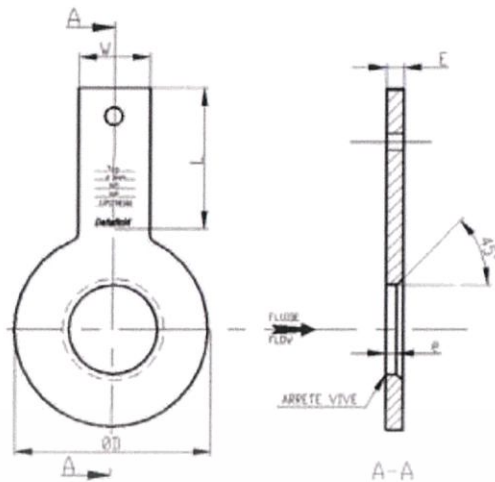
เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงค่าความดันนั้นเกิดจากอัตราการไหล ดังนั้นหลักการทำงานของ Orifice Plate คือ การเปลี่ยนอัตราการไหลให้อยู่ในรูปของค่าความดันแตกต่าง และวัดค่าความดันแตกต่างที่ได้ จากนั้นนำค่าความดันแตกต่างที่ได้มาคำนวณย้อนกลับเป็นค่าอัตราการไหลของของไหล โดยใช้ความสัมพันธ์ของค่าความดันแตกต่างกับอัตราการไหล (Q) จากสมการที่ (1)

$$Q = k\sqrt{\Delta P} \quad (1)$$

เมื่อ k คือค่าคงที่ของท่อและชนิดของของไหล ($m^3/min/psi$)

ΔP คือค่าความดันแตกต่างระหว่างจุดที่ของไหลไหลผ่าน (psi)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2 โครงสร้างของ Orifice Plate

Compact Orifice Plate หลักการทำงานเหมือนกับ Orifice Plate แต่จะแตกต่างกันที่การติดตั้ง โดย Orifice Plate จะต้องเดิน Impulse Line แต่ Compact Orifice Plate ไม่ต้องมี Impulse Line เพราะเป็นการนำ Orifice Plate มาติดกับ Manifold Valve หลังจากนั้นสามารถนำเอาทรานสมิตเตอร์มาเชื่อมต่อกับ Manifold Valve ได้เลย ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง ไม่เกิดรอยรั่ว



รูปที่ 3 Compact Orifice Plate

Compact Conditioning Orifice Plate หลักการทำงานและการติดตั้งเหมือนกันกับ Compact Orifice Plate แต่จะแตกต่างกันที่ตัวของ Orifice Plate โดยตัว Compact Orifice Plate จะเป็นแบบ 1 รู แต่ Compact Conditioning Orifice Plate นั้นจะเป็นแบบ 4 รู ช่วยให้ลดระยะท่อตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

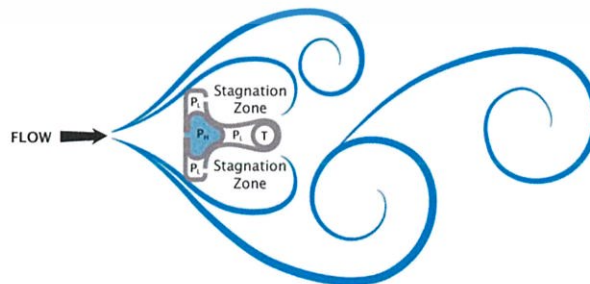


รูปที่ 4 Compact Conditioning Orifice Plate

Annubar หรืออุปกรณ์วัดตัวแรกทำหน้าที่สร้าง ค่าความดันแตกต่างซึ่งแปรผันโดยตรงกับอัตราการไหลกำลังสอง Annubar เหมาะสำหรับวัดอัตราการไหลของกระบวนการที่เป็นแก๊สหรือไอน้ำสะอาด ใช้กับกระบวนการที่ต้องการการสูญเสียความดันที่เกิดจากตัวอุปกรณ์ต่ำ ๆ เหมาะกับท่อที่มีขนาดใหญ่ โดยมีขนาดตั้งแต่ 3.175 ถึง 3,750 มิลลิเมตร เช่น ระบบท่อ ระบบน้ำเย็นของโรงไฟฟ้า การติดตั้งและใช้งาน สามารถติดตั้งได้ทั้งในแนวนอนและที่ในแนวตั้ง ทิศทางของ Multiple Port จะต้องหันหน้าเข้าหาทิศทางการไหลของกระบวนการเสมอ



รูปที่ 5 Annubar



รูปที่ 6 โครงสร้างของ Annubar

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.วิธีการทดลอง

1. ตรวจสอบและจัดบันทึกข้อกำหนดรายละเอียด (Specification) โมเดล (Model) รุ่นและยี่ห้อของ Differential Pressure Transmitter ตรวจสอบว่าอุปกรณ์ต่างๆสามารถต่อรวมกันได้

2. ทำการ Sizing ผ่านโปรแกรม Instrument Toolkit ดังนี้

ข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ออกแบบ Annubar

Primary Element	ชนิดของของไหล	ขนาดและวัสดุของท่อ	แนวการติดตั้งท่อ	อัตราการไหล (m ³ /hr)	ความดัน (psig)	อุณหภูมิ (°C)
Annubar	Liquid	รัศมี 2 นิ้ว	แนวนอน	Min 3	Min 1	Min 25
		ความหนา 40 S		Normal 5	Normal 2.5	Normal 28
		316 SSL		Max 8	Max 3	Max 35

ข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ออกแบบ Orifice Plate

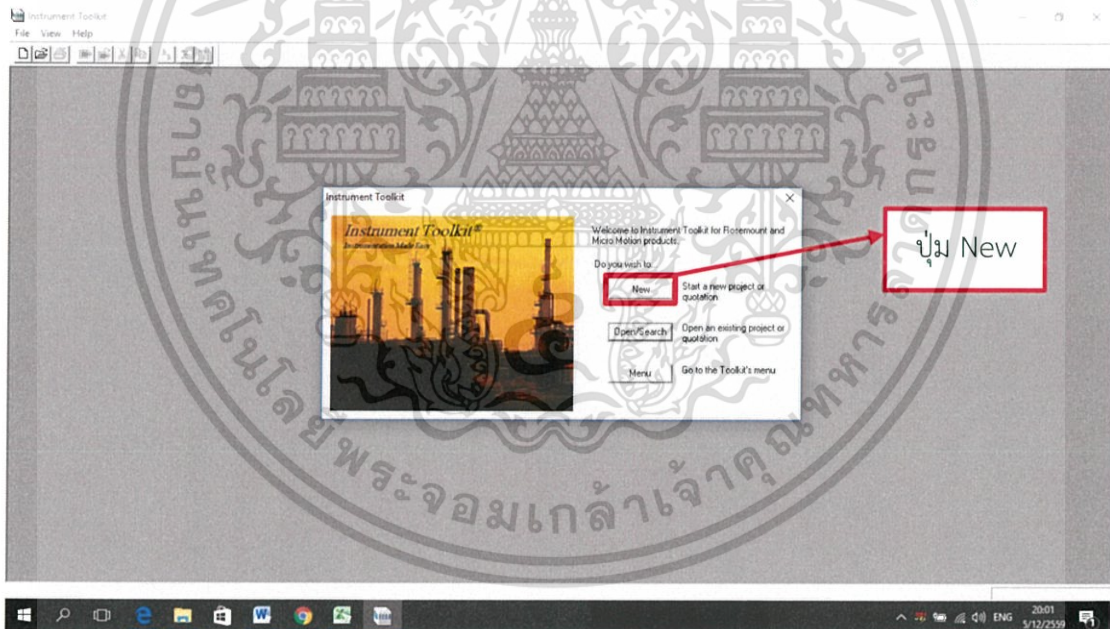
Primary Element	ชนิดของของไหล	ขนาดและวัสดุของท่อ	แนวการติดตั้งท่อ	อัตราการไหล (m ³ /hr)	ความดัน (psig)	อุณหภูมิ (°C)
Orifice	Liquid	รัศมี 2 นิ้ว	แนวนอน	Min 3	Min 1	Min 25
		ความหนา 40 S		Normal 5	Normal 2.5	Normal 28
		316 SSL		Max 8	Max 3	Max 35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ออกแบบ Compact Orifice Plate และ Compact Conditioning Orifice Plate

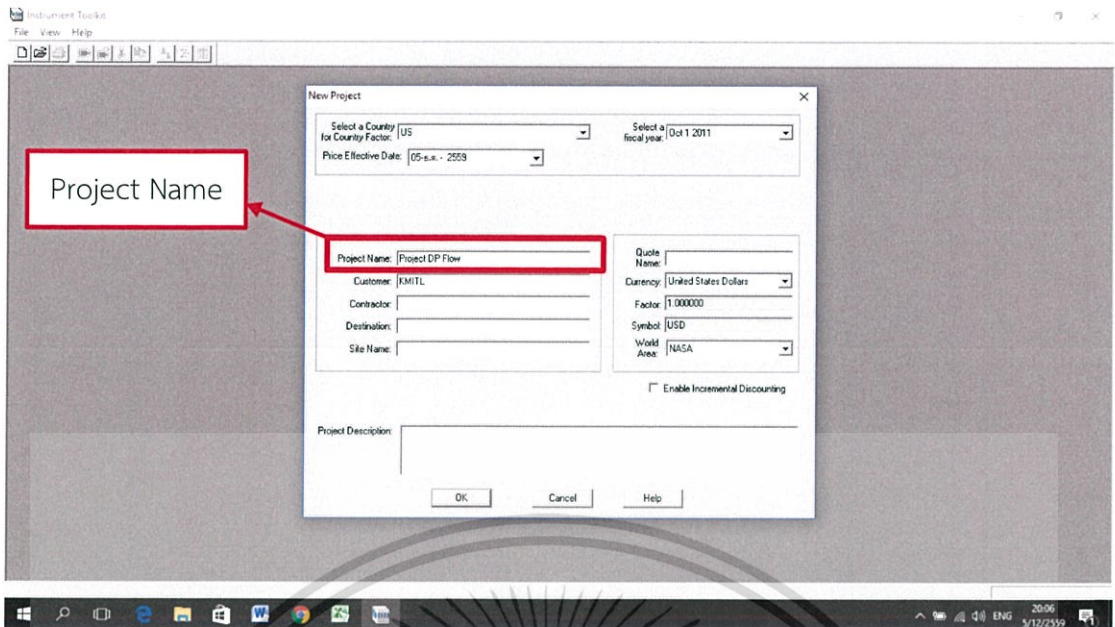
Primary Element	ชนิดของของไหล	ขนาดและวัสดุของท่อ	แนวการติดตั้งท่อ	อัตราการไหล (m ³ /hr)	ความดัน (psig)	อุณหภูมิ (°C)
Orifice	Liquid	รัศมี 2 นิ้ว	แนวนอน	Min 3	Min 1	Min 25
		ความหนา 40 S		Normal 5	Normal 2.5	Normal 28
		316 SSL		Max 8	Max 3	Max 35

ขั้นตอนการใช้โปรแกรม Instrument Toolkit ในการออกแบบอุปกรณ์วัดอัตราการไหล
1) เปิดโปรแกรม Instrument Toolkit และทำสร้างโปรเจกใหม่โดยกดที่ปุ่ม New

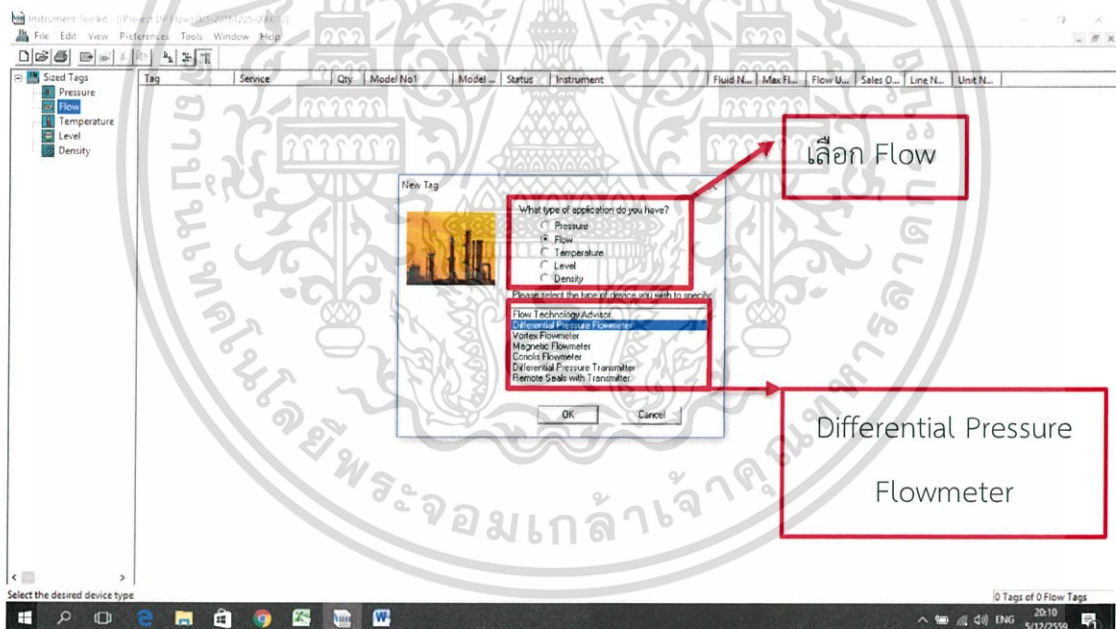


2) ทำการตั้งชื่อโปรเจกใหม่ที่หัวข้อ Project Name

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



3) ทำการเลือกชนิดของอุปกรณ์เป็น Flow และต้องการคำนวณค่าความดันแตกต่างเป็นแบบ Differential Pressure Flowmeter

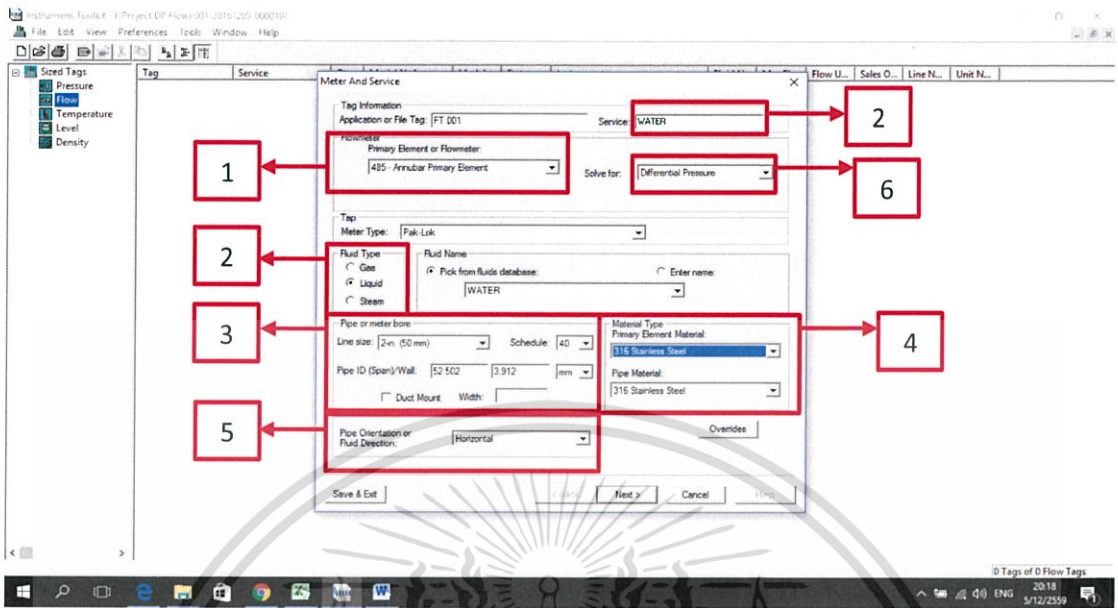


4) ทำการเลือกข้อมูลพื้นฐานของ Flowmeter ดังนี้

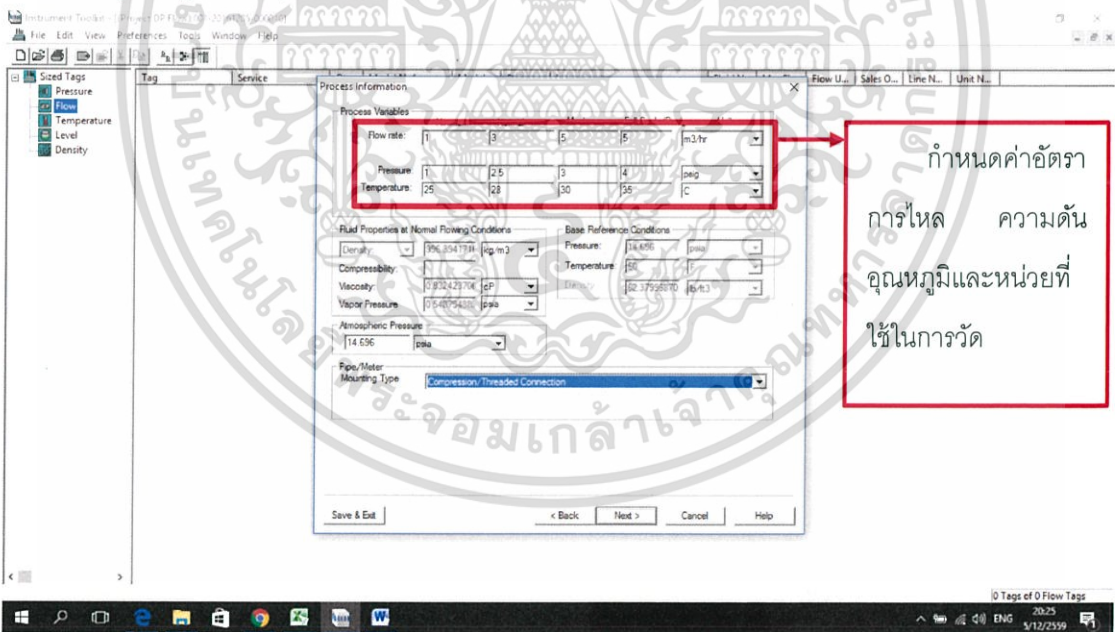
1. เลือกอุปกรณ์ที่ต้องการ Sizing
2. เลือกชนิดของของไหลเป็น Liquid และ Water
3. ขนาดของท่อ 2 นิ้ว และความหนาของท่อ 40
4. วัสดุของอุปกรณ์วัดและท่อเป็น 316 Stainless Steel
5. แนวการวางท่อแนวนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. คำนวณค่าที่ต้องการเป็นแบบ Differential Pressure ตามหลักทฤษฎีของอุปกรณ์วัดอัตราการไหล

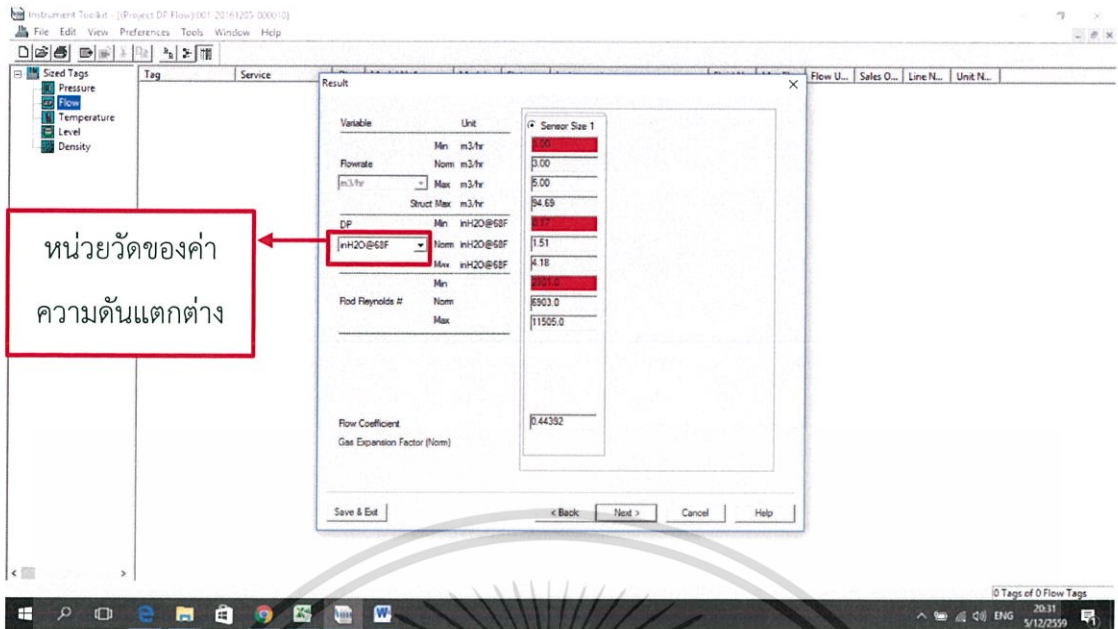


5) กำหนดค่าอัตราการไหล ความดันและอุณหภูมิในกระบวนการตามที่ได้กำหนดไว้ในตารางข้อมูลพื้นฐานของอุปกรณ์วัดอัตราการไหลแต่ละตัว

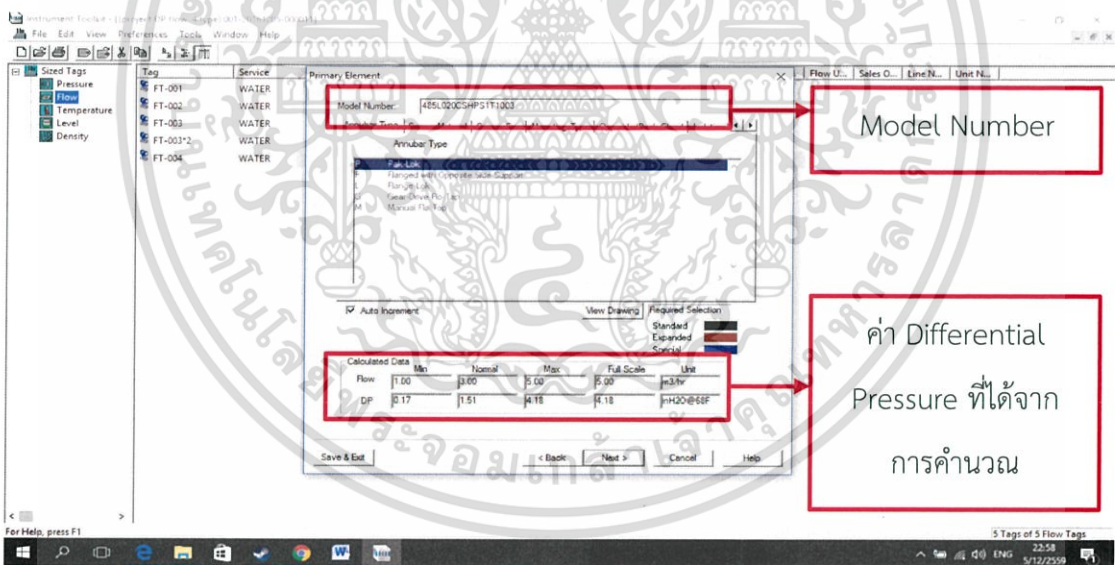


6) ทำการเลือกหน่วยวัดของค่าความดันแตกต่างที่คำนวณออกมาจากโปรแกรม โดยใช้หน่วยเป็น inH₂O ที่ 68°F

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



7) ออกแบบ Primary Element ของระบบ เลือกประเภท Primary Element ที่ใช้ในการติดตั้งอุปกรณ์วัด โดย Primary Element ที่ใช้เมื่อเลือกแล้วได้ Model Number 485L020CSPHS1T1003 และค่า Differential Pressure



ค่า Differential Pressure ที่ได้จากการ Sizing ผ่านโปรแกรม Instrument Toolkit

Max inH₂O

Min inH₂O

นำค่า Differential Pressure ที่ได้จากการ Sizing ผ่านโปรแกรม Instrument Toolkit ไปทำการ Configure อุปกรณ์ทรานสมิตเตอร์ โดยใช้อุปกรณ์ HART 475

3. Manifold Valve

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3.1 ขณะทำการ Configurations ให้กับทรานสมิตเตอร์
ทำการปิด Block Valve และเปิด Equalizing Valve
- 3.2 ขณะกระบวนการทำงานปกติ
ทำการเปิด Block Valve และปิด Equalizing Valve

4. กำหนดค่า (Configurations) ให้กับทรานสมิตเตอร์

ใช้อุปกรณ์ HART 475 ในการ Configure อุปกรณ์ทรานสมิตเตอร์ต่างๆให้อุปกรณ์ทำงานได้ โดยมีวิธีดังนี้

การตั้งค่า TagName

1. เลือกการสื่อสารรูปแบบ HART
2. เลือกไปที่ Online เพื่อเข้าถึงทรานสมิตเตอร์
3. เลือกไปที่ Configure เพื่อเป็นการเข้าไปแก้ไขข้อมูลภายในทรานสมิตเตอร์
4. เลือกไปที่ Guided Setup เพื่อเป็นการเข้าไปตั้งค่าให้กับอุปกรณ์ที่เราใช้งาน
5. เลือกไปที่ Configure Device เพื่อเป็นการเข้าไปเปลี่ยนชื่อ Tagging ให้กับอุปกรณ์
6. เลือก Tagging เพื่อเข้าไปเปลี่ยนชื่อให้กับอุปกรณ์
7. ตั้งชื่ออุปกรณ์ตามที่เราต้องการ หลังจากนั้นกด Enter

4.1 ใส่ Tag Name

อุปกรณ์	TAG NAME

4.2 สังเกตดูที่ Transmitter ใช้ Function ไດ

อุปกรณ์	Function

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การ Set Range

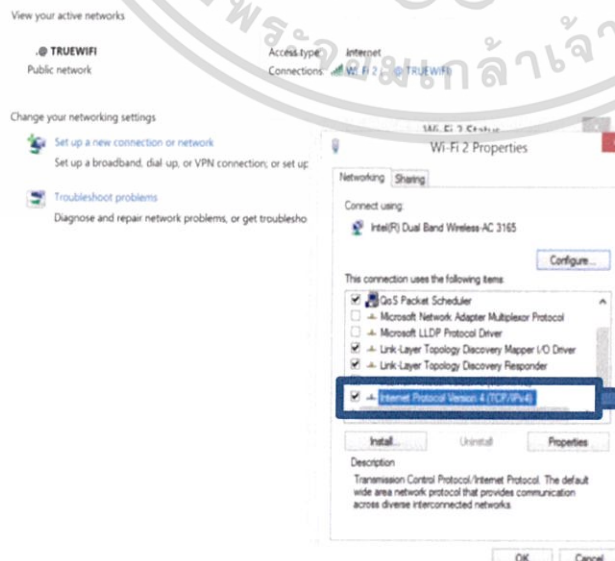
อุปกรณ์	4 mA	20 mA

4.4 เชื่อมต่ออุปกรณ์ให้สามารถสื่อสารกับ Gateway โดยการตั้งค่า Network ID 4 หลัก และ Join Key 8 หลัก ให้เป็นตัวเลขที่สามารถจำได้ง่ายเพื่อใช้ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์เพิ่มในภายหลัง เช่น Network ID เป็น 5555 และ Join Key เป็น 00000000

ตัวเลือก	บันทึกผล
Network ID	
Join Key (1 of 4)	
Join Key (2 of 4)	
Join Key (3 of 4)	
Join Key (4 of 4)	

5. ใช้โปรแกรม Wonderware Indusoft Web Studio 8.0 ในการแสดงผล Monitoring

5.1 การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ให้สามารถสื่อสารกับ Gateway โดยการเปลี่ยน IP Address สำหรับการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ กับ Gateway ต้องตั้ง IP Address ของคอมพิวเตอร์ให้ตรงกับ Gateway ซึ่งมี IP Address คือ 192.168.1.12



**เลือก Internet Protocol
Version 4 (TCP/IPv4)**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

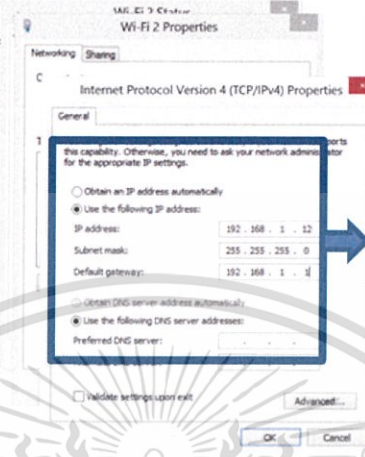
View your basic network information and set up connections

View your active networks

Machine-WiFi
Private network
Access type: Internet
HomeGroup: Joined
Connections: Wi-Fi 2 (Machine-WiFi)

Change your networking settings

- Set up a new connection or network
- Set up a broadband, dial-up, or VPN connection, or set up
- Troubleshoot problems
- Diagnose and repair network problems, or get troublesh



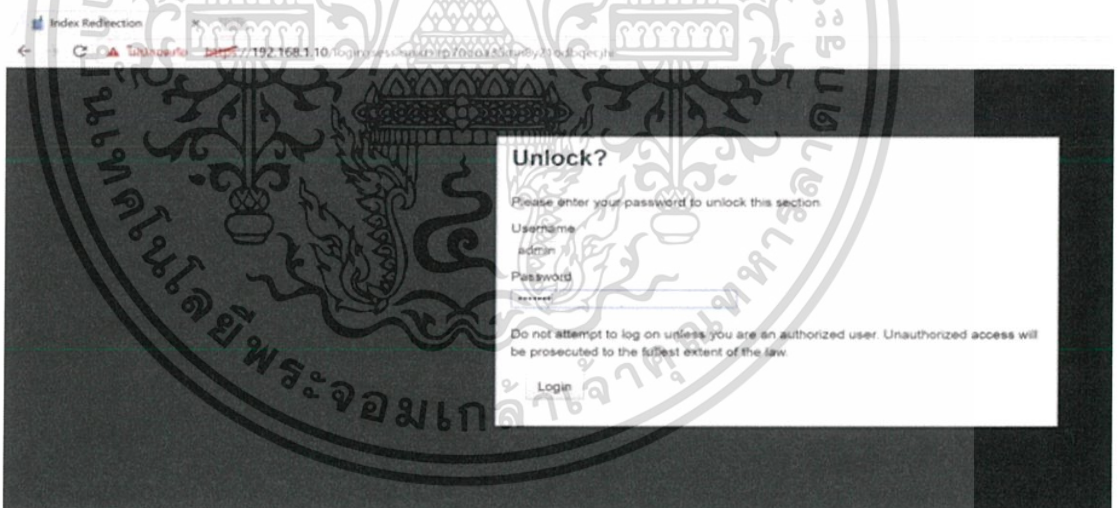
ตั้ง IP Address ใหม่

IP Address:
192.168.1.12

Subnet Mark:
255.255.255.0

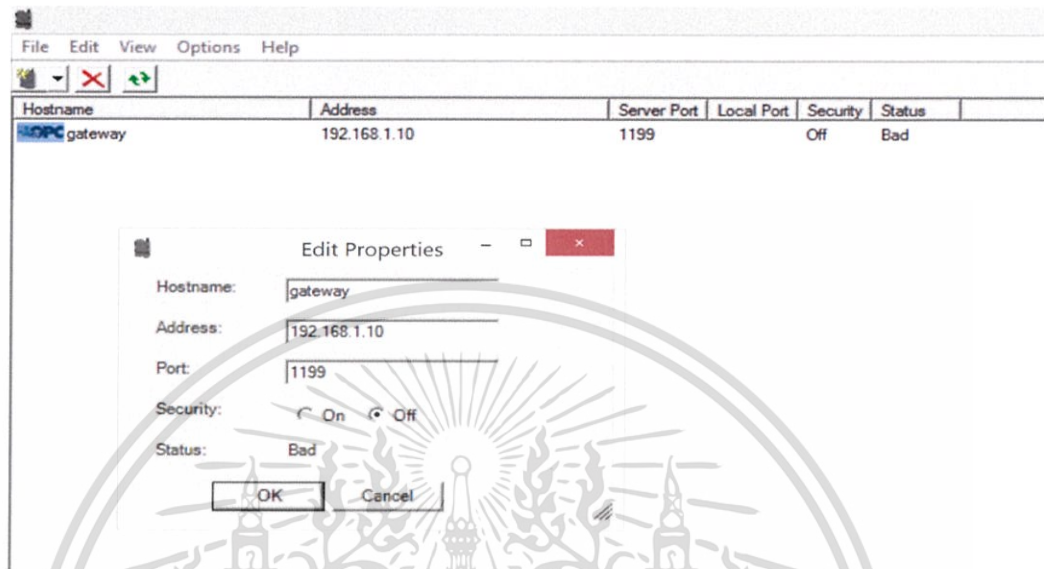
Default Gateway:
192.168.1.1

5.2 การเข้าสู่ Gateway ต้องเข้าจาก Browser Internet นั้นคือ 192.168.1.10 มาจากคู่มือการใช้งาน Gateway ใส่ Username : admin และ Password : default

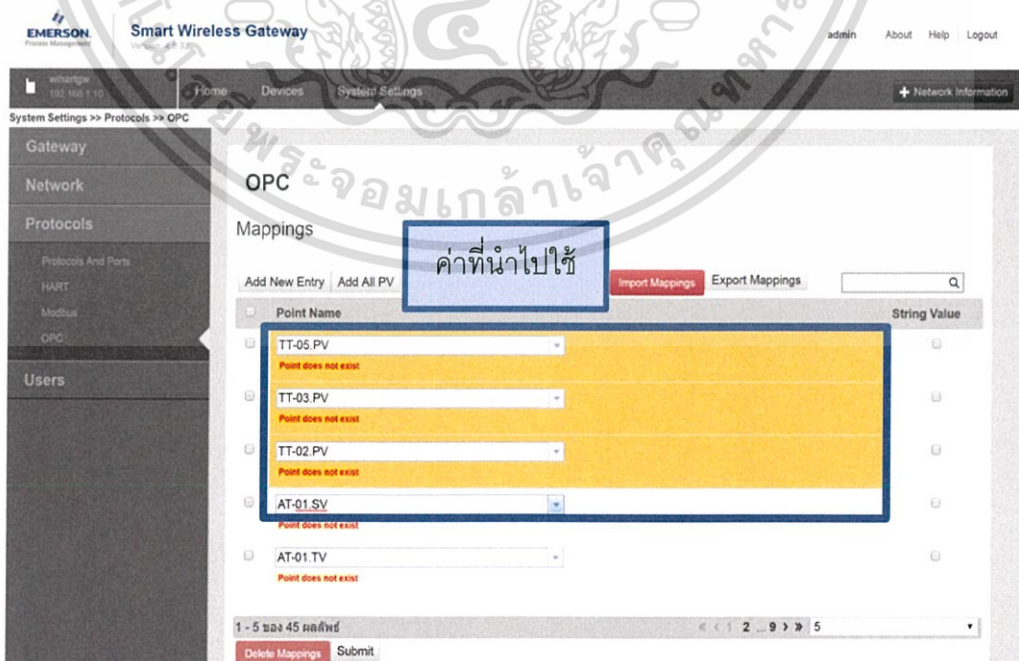


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 การเชื่อมต่อข้อมูลกับโปรแกรม Wonderware InduSoft Web Studio 8.0
เปิดโปรแกรม Security Setup Utility ตั้งค่า Address นั้นคือ 192.168.1.10 ในส่วนของ
โปรแกรม Security Setup Utility จะเป็นเหมือนประตูที่จะเปิดรับข้อมูลของ Gateway
เพื่อเข้าสู่คอมพิวเตอร์

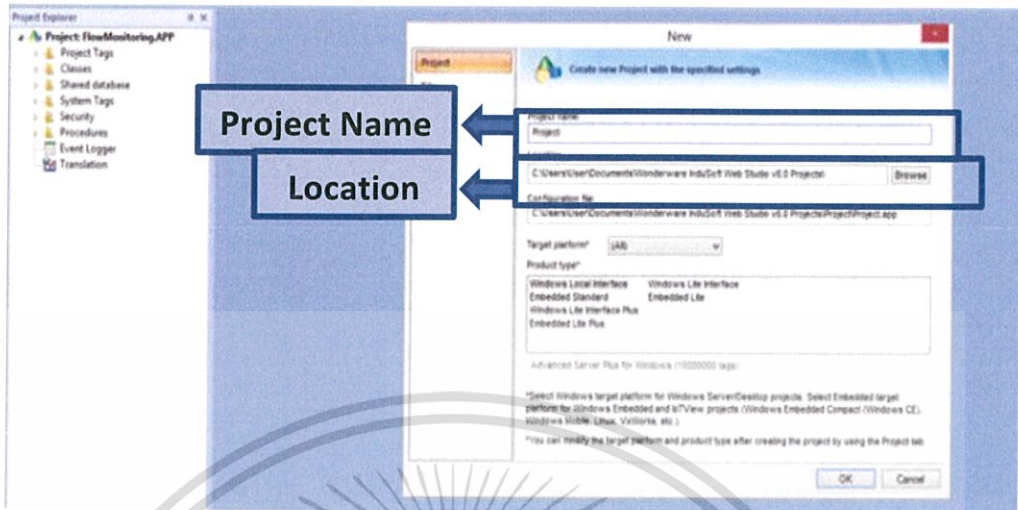


5.4 กลับไปที่หน้า Gateway หลัก จากนั้นเข้าไปที่ System Setting ในหัวข้อ OPC
Mapping ซึ่งจะเป็นส่วนที่ใช้เชื่อมต่อข้อมูลจาก Gateway เข้าสู่ Program ของเรา ซึ่งใน
หัวข้อ Point Name จะเป็นชื่อของข้อมูลที่เราจะทำการ Mapping เข้าสู่ Program ต้อง
เลือกค่าที่เรานำมาใช้ ซึ่งจะเป็นค่าตามที่เรที่ตั้ง Tag Name ไว้

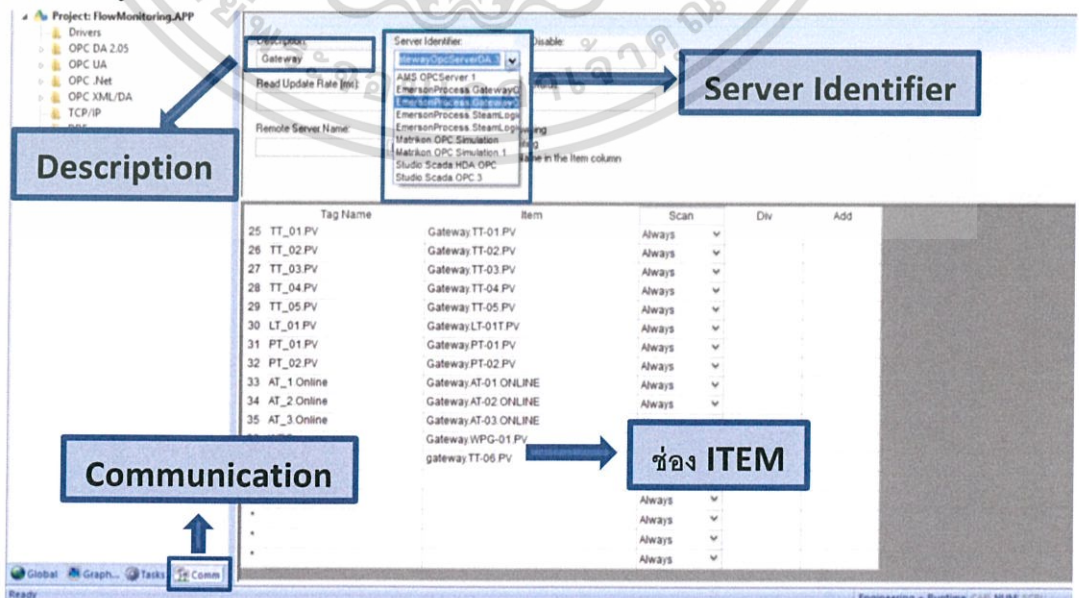


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

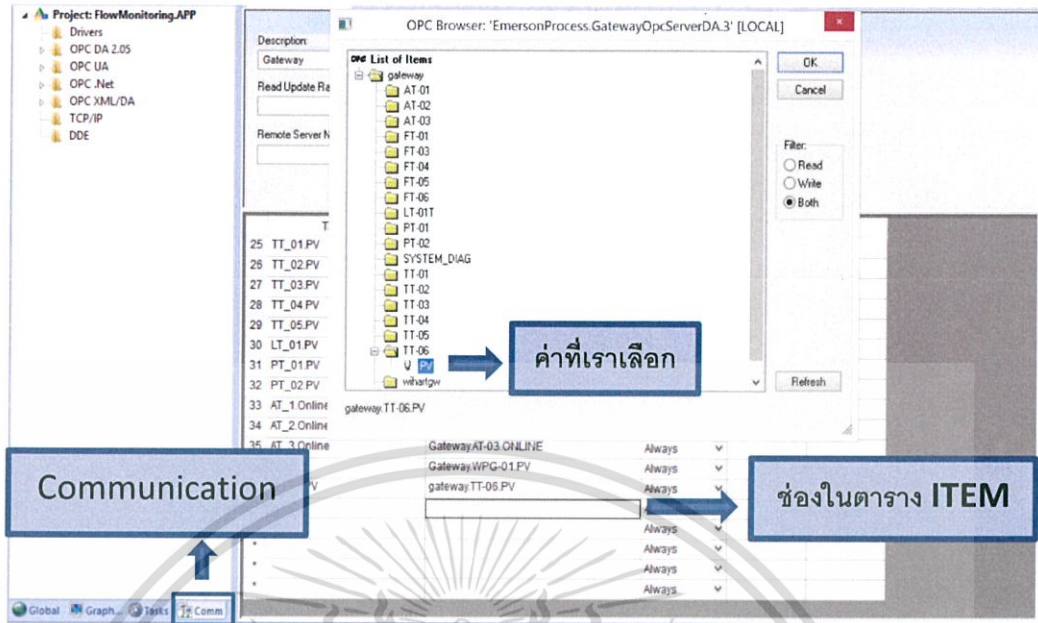
5.5 เปิดโปรแกรม Wonderware Indusoft Web Studio 8.0 และสร้าง New Project โดยจะทำการตั้งชื่อและเลือกตำแหน่งที่บันทึก



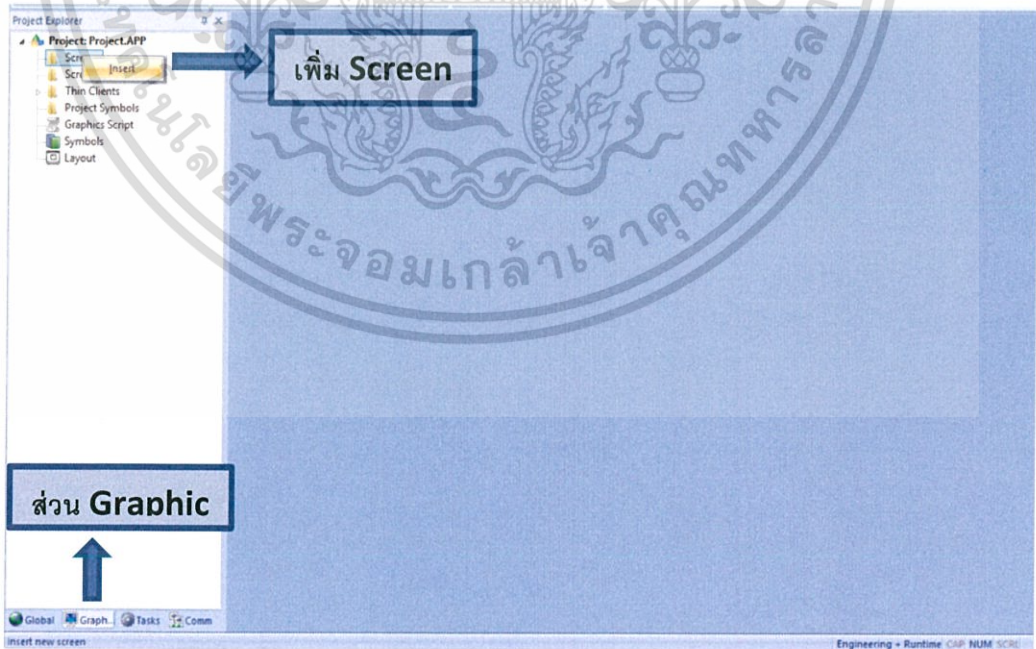
5.6 ทำการสร้าง Communication คือเป็นส่วนที่ใช้เชื่อมต่อและรับข้อมูลจาก Gateway เข้าสู่โปรแกรม Wonderware โดยขั้นแรกคลิกเข้าไปในส่วน Communication และตั้งชื่อชุดข้อมูลนี้ที่ Description และในส่วน Server Identifier ให้เลือก Emerson Process Gateway เพราะเรารับค่ามาจาก Emerson Process Gateway ดับเบิลคลิกที่ช่องในตาราง ITEM จะปรากฏหน้าต่างขึ้น จากนั้นเลือกจากนั้นเลือกค่าที่ต้องการ ซึ่งเราได้ทำการมา Mapping มาจาก Browser ของ Gateway ไว้แล้ว จากนั้นเลือก OK ดับเบิลคลิกที่ช่องในตาราง Tag Name ตั้งชื่อ Tag Name ตามที่เราต้องการนั้นซึ่งชื่อ Tag Name ที่ต้องตั้ง FT- 01.TV ,FT - 02.TV, FT - 03.TV และ FT - 04.TV ถือว่าเป็นการนำค่าตัวแปรต่างๆเข้าสู่โปรแกรมและการกำหนดค่า Tag Name เสร็จสิ้น



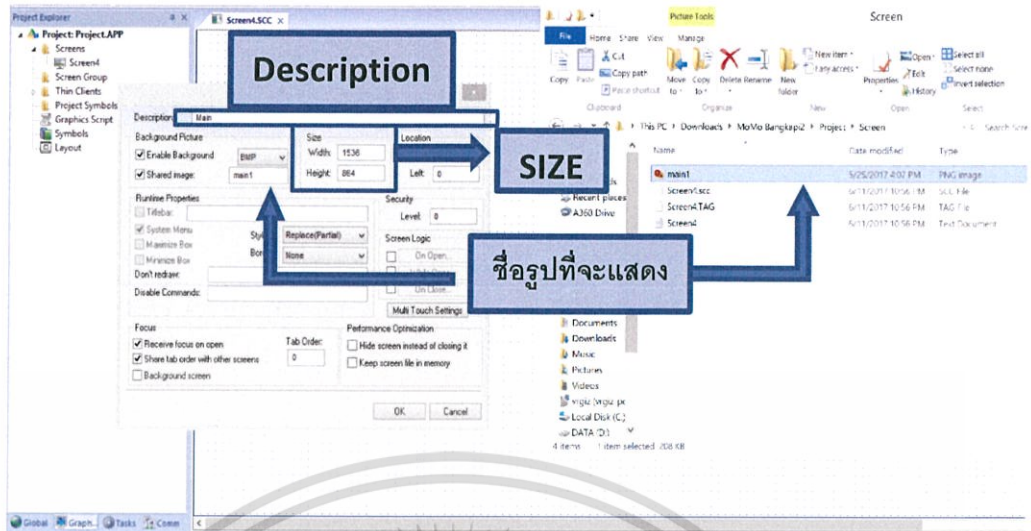
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



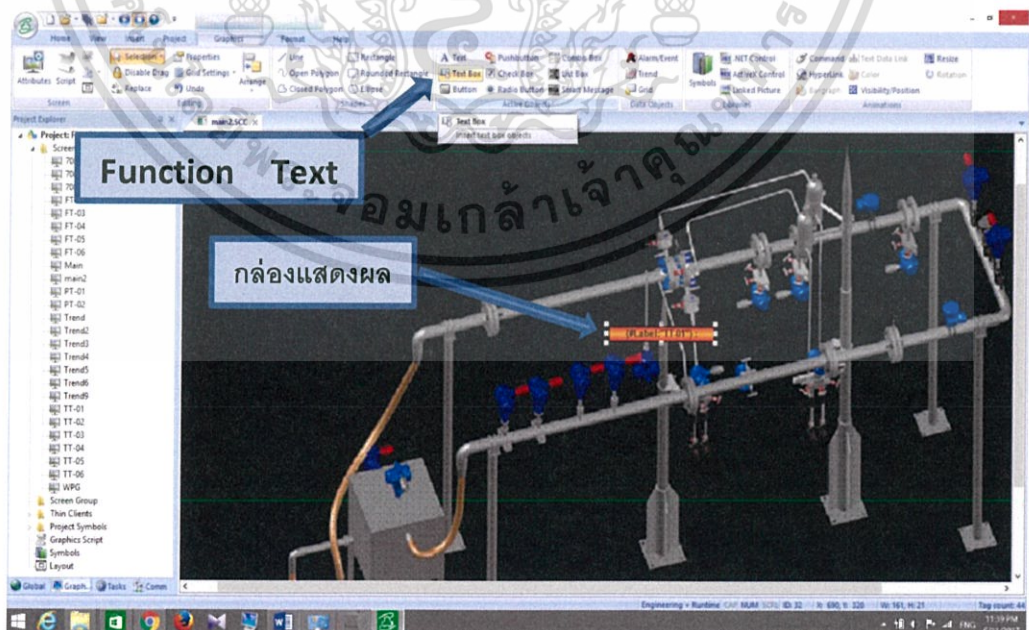
5.7 ทำการสร้าง Screen ในส่วน Graphic เป็นการกำหนดหน้าแสดงผลหลัก โดยคลิกขวาที่ Screen แล้วกด Insert จะปรากฏหน้าต่าง Screen Attributes กำหนดข้อมูลของ Screen โดยในส่วน Description จะเป็นการตั้งชื่อ และในส่วนช่อง Size จะเป็นขนาดของ Screen ซึ่งเราตั้งค่า Width = 1538 และ Height = 864 เพราะเป็นขนาดที่พอดีสำหรับคอมพิวเตอร์เครื่องนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



5.8 ทำการสร้างกล่องแสดงผลโดยการกดที่ Function Text Box แล้วลากเป็นกล่องตามขนาดที่ต้องการและในตำแหน่งที่ต้องการ เป็นการกำหนดค่าใส่ส่วนแสดงผลโดยการดับเบิลคลิกที่กล่องแสดงผลที่เราสร้างไว้โดยเราสามารถกำหนดข้อมูลได้ดังนี้คือ ช่อง Decimal คือ ตำแหน่งของเลขทศนิยม, ช่อง Label คือชื่อกล่องแสดงผล, Tag Name คือค่าของ Tag Name ตัวไหนที่เราต้องการนำมาแสดงในกล่องแสดงผลนี้ และ ช่อง Unit คือหน่วย กำหนด Tag Name ใส่กล่องแสดงผล ดับเบิลคลิกที่หน้า Tag Name จะปรากฏหน้าต่าง Object Finder ขึ้นซึ่งมีรายชื่อของ Tag Name ที่เราทำการ Mapping แล้วเลือกที่เราจะนำค่าใดมาใส่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-
-
7. ให้นักศึกษาทำการเปิดปั๊ม จากนั้นรอปประมาณ 10 นาทีเพื่อให้ น้ำไหลเต็มท่อแล้วทำการทดลอง
8. ทำการทดลองตามตาราง เรื่องการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของอุปกรณ์การวัดอัตราการไหล และ มาวิเคราะห์ข้อดีและข้อเสียของอุปกรณ์การวัดอัตราการไหล

ที่ Flow Rate 100%

อุปกรณ์ ครั้งที่	1495 Orifice plate (m ³ /hr)	Compact conditioning Orifice (m ³ /hr)	Compact Orifice Plate (m ³ /hr)	Annubar (m ³ /hr)
1				
2				
3				
4				

ที่ Flow Rate 50%

อุปกรณ์ ครั้งที่	1495 Orifice plate (m ³ /hr)	Compact conditioning Orifice (m ³ /hr)	Compact Orifice Plate (m ³ /hr)	Annubar (m ³ /hr)
1				
2				
3				
4				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

