



Level



Pressure



Flow



Temperature



Liquid
Analysis



Registration



Systems
Components



Services



Solutions

מדי זרימה - התאמה עלפי היישום

אינסטרומטריקס בקרה תעשייתית בע"מ

Endress+Hauser 

People for Process Automation



מבוא -

- המטרה בהרצאה זו, להציג את הדרך לבחירת מדי זרימה.
- במהלך ההרצאה תוצג דרך עבודה המקטינה את הטעות האפשרית בבחירת מדי זרימה.
- ינותחו מספר דוגמאות המבוססות על תוכנות חישוב.
- ינותחו מספר דוגמאות המבוססות על קטלוגים של יצרנים שונים.
- יוצגו בעיות בפני הקהל.



שלב ראשון – איסוף נתוני התהליך

- אין להסתמך על מידע בסגנון "יש לי מכשיר של חברת....אתה יודע, תציע דומה", זו גישה מסוכנת ולא מקצועית.
- מדי זרימה הינם מכשירים המותקנים בדרך כלל בקו ולכן הנתונים שהלקוח אמור למסור חייבים להיות מלאים ומדויקים.
- יש לקבל מהלקוח נתוני תהליך מלאים הכוללים משטר עבודה נומינאלי, מינימאלי ומקסימאלי, עדיף לקבל מידע מסודר, על דף ולא בשיחת טלפון !!
- נתוני התהליך חייבים לכלול את כל המשתנים הפיזיקאליים כמו גם את ניסיונו לגבי חומרי המבנה הרצויים (בסופו של דבר, הלקוח אמור לדעת טוב מכולם).
- נתוני התהליך חייבים להגיע מהנדסת התהליך וממקור אמין, אנשי המכשור בדרך כלל מעבירים מידע " מיד שנייה".



שלב ראשון – איסוף נתוני התהליך

- רצוי לצרף לנתוני התהליך תרשים התקנה מועדף, כמו גם מידע אודות דרישות סביבה מיוחדות.
- בדרך כלל הלקוח מכתוב (מניסיונו) את סוג מד הזרימה הרצוי, יש להתייחס להכתבה זו בכבוד הראוי, אך לא להינעל !!.
- משרדי הנדסה וחברות גדולות משתמשים במפרטי ISA או מפרטים בסטנדרט פנימי, יש לבחון בשבע עיניים את המפרטים הנ"ל מאחר ומשרדי התכנון / לקוחות גדולים, מעתיקים שדות ממפרט למפרט ולא בהיכרך המידע במפרט אמין.
- כאשר כל הנתונים זמינים, ניתן להתחיל בתהליך בחירת מד הזרימה ליישום.



שלב שני – בחירת מד זרימה בעזרת תוכנות יצרן

- בעבר התאפשר לבחור מדי זרימה אך ורק ע"י ידע רב שנרכש אצל הלקוח או אצל חברת ההנדסה או כמובן אצל היצרן.
- בכדי לפשט את תהליך בחירת מדי הזרימה, החלו היצרנים השונים להציע ללקוחות (בדרך כלל ללא תמורה) תוכנות המאפשרות לבחור מדי זרימה, זאת ע"י הזנת נתוני תהליך בלבד.
- לאחר הזנת נתוני התהליך התוכנות מאפשרות ללקוח לדלג בין שיטת מדידה אחת לרעותה, הלקוח יכול לראות את ההבדלים בין שיטה לשיטה (הבדלי דיוק, מפל לחץ, מהירות זרימה, יחס עבודה) ולבחור את הפתרון הטכני המתאים לו ביותר.
- חלק אינטגרלי מה DATA BASE של התוכנות מאשר ללקוח לראות גם את התאמת חומרי המבנה ליישום, כלומר לראות את העמידות הכימית לאורך זמן.



שלב שני – בחירת מד זרימה בעזרת תוכנות יצרן

- חלק אינטגרלי מה DATA BASE של התוכנות כולל נתונים פיזיקאליים של חומרים, כלומר, ברגע שהלקוח הגדיר שהוא מבקש למדוד אמוניה נוזלית, התוכנות מעלות את כל הנתונים הפיזיקאליים, אין צורך להכניס ידנית ערכי צפיפות, צמיגות ואו נתונים השייכים לחומר זה.
- יש לזכור!!! התוכנות מאפשרות ללקוח לבחור ולהחליט מה הוא מד הזרימה המתאים לו, אך אסור ליצרן או למשווק להסתמך אך ורק על בחירת הלקוח. בסופו של יום, הידע והניסיון של המשווק ו/או היצרן הם הערובה לבחירה נכונה.



ISRAEL – On the move.....

Endress+Hauser 

שלב שני – בחירת מד זרימה בעזרת תוכנות יצרן

Operating Conditions

	minimum	nominal	maximum	
Requested Flow	3.5	3.5	3.5	kg/h
Pressure		5		bar_a
Temperature		0		°C
Density		638.73		kg/m3
Viscosity		0.2085		cP
Sound Velocity		1 510		m/s
Pressure (min/max)	5		5	bar_a
Temp. (min/max)	0		0	°C
Vapor Pressure	4.3847	4.3847	4.3847	bar_a



שלב שני – בחירת מד זרימה בעזרת תוכנות יצרן

Corrosion Information

General Parameters

Fluid	Ammonia 100%	Abrasivity	Not abrasive
State	Liquid		
Character	Clean		

Interpretation of Data, (M) Material:

A:	resistant,	0.05 mm/y (0.002 inches/y)
B:	unsufficient resistant,	0.5 mm/y (0.02 inches/y)
C:	not resistant,	1.3 mm/y (0.05 inches/y)
NR:	not recommended	
U:	unknown	

Interpretation of Data, (P) Plastics:

A:	resistant,	15% vol. Swelling/y;	15% Loss of Tensile Strength/y
B:	unsufficient resistant,	30% vol. Swelling/y;	30% Loss of Tensile Strength/y
C:	not resistant,	50% vol. Swelling/y;	60% Loss of Tensile Strength/y
NR:	not recommended		
U:	unknown		

Material *	Temperature		
	minimum 0°C	nominal : 0°C	maximum : 0°C
(P) EPDM	A	A	A
(M) Hastalloy C Alloy C-22/2.4602	A	A	A
(P) Kalrez	NR	NR	NR
(P) Silicon	NR	NR	NR
(M) Stainless steel 304/1.4301	A	A	A
(M) Stainless steel 316L/1.4404	A	A	A
(M) Stainless steel 316L/1.4435	A	A	A
(M) Stainless steel 904L/1.4539	A	A	A
(M) Titanium	A	A	A
(P) Viton	NR	NR	NR
(M) Zirconium	NR	NR	NR

*The user is responsible for the selection of process-wetted materials in view of their corrosion resistance. Endress+Hauser Flowtec AG makes no guarantees and assumes no liability for the corrosion resistance of the materials selected here for the application described above.



דוגמא מספר 1 – מד זרימת קיטור

■ דרישה למדוד קיטור רווי במערכת עובדת (קו קיים). אחרי מד הזרימה ישנה מערכת הצרכת כ 500 קילו קיטור בשעה. הלחץ יציב ולכן מד זרימה בעקרון נפחי אפשרי.

הלקוח מספר, שבקו מותקן מד זרימה "שעושה בעיות" הנציג של היצרן ביקר מספר פעמים, אך עדין ישנן בעיות, הלקוח לא יודע להסביר מה הן הבעיות, מבחינתו, המכשיר איננו מתפקד טוב. הטכנאי של אותה חברה עדין מנסה להתמודד עם המכשיר שסופק אך איננו מצליח.

נתוני התהליך:

קיטור רווי, זורם בקו קיים 1" .

לחץ Barg 8 .

ספיקה: 50 – 550 kg/h .



ISRAEL – On the move.....

Endress+Hauser 

דוגמא מספר 1 - הזנת הנתונים

Sizing Sheet

General Parameters

Fluid	Steam, saturated	Ref. Temperature	n.a.
State	Steam Saturated	Ref. Pressure	n.a.
Character	Clean	Atmospheric Pressure	1.0132 bar_a
Abrasivity	Not abrasive	Standard	ANSI (circular)
Fluid Group (PED)	Dangerous Fluid (Fluid group 1)		

Operating Conditions

	minimum	nominal	maximum	
Requested Flow	50	400	550	kg/h
Pressure		8		bar_r
Temperature		175.4		°C
Density		4.6604		kg/m ³
Viscosity		0.0149		cP
Sound Velocity		500		m/s
Pressure (min/max)	8		8	bar_r
Temp. (min/max)	175.4		175.4	°C



דוגמא מספר 1 - התוצאה

Sizing and Calculated Results

	minimum	nominal	maximum	
Requested Flow	50	400	550	kg/h
Pressure loss	0.002	0.1	0.188	bar
Velocity (meas. tube)	6.426	51.41	70.69	m/s
Measured error Vol.***	1	1	1	%
Measured error Mass***	n.a.	n.a.	n.a.	%
Reynolds No.	0	391 572	0	
Frequency		1 871		Hz

***For error calculation, the specified reference conditions for the calibration of the flowmeter according to ISO/IEC 17025 apply.

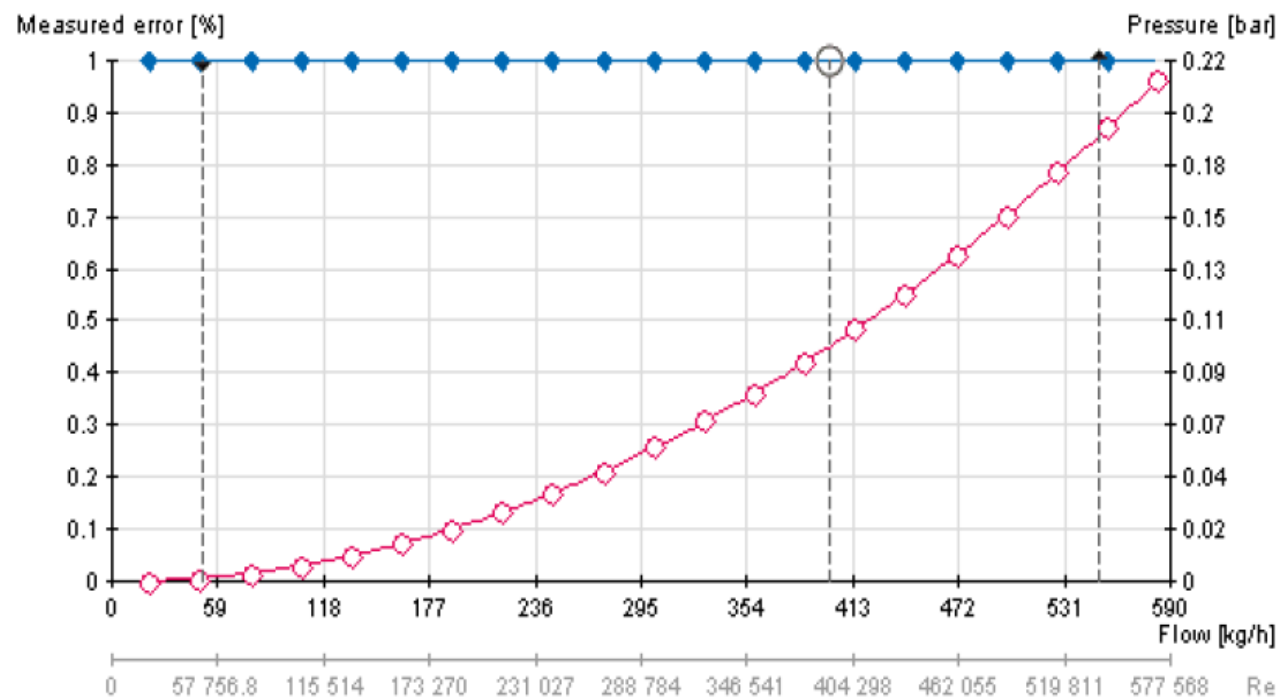


דוגמא מספר 1 - התוצאה

Chart Sheet

Flowmeter : 72F - Prowirl (VFM)

Meter Size	1"
Minimum Flow	21.626 kg/h
Maximum Flow	583.567 kg/h
Inner Diameter (Sensor)	0.9567 inch





דוגמא מספר 1 - הערות

Warnings / Messages

1. Attention, with a velocity over 50 m/s saturated steam could condensate!

■ מדוע התקבלה ההערה הנ"ל? ,

Steam System	Velocity	
	(m/s)	(ft/s)
Saturated Steam - high pressure	25 - 40	82 - 131
Saturated Steam - medium and low pressure	30-40	99 - 131
Saturated Steam at peak load	< 50	< 164
Steam and Water mix	< 25	< 82
Superheated Steam	35 - 100	100 - 300



דוגמא מספר 1 - מסקנות

- מאחר והצרכן של הלקוח צורך כ 500 קילו בשעה קיטור רווי, על הלקוח להגדיל את קוטר הקו ל 2" .
- יתכן שהגורם שמכר את מד הזרימה לא קיבל נתונים נכונים מהלקוח, או שלא היה ער למגבלות ההזרמה של הקיטור, בכל מקרה מד הזרימה הקיים איננו מתאים .
- השימוש בתוכנת חישוב אינטליגנטית היה במקרה זה, מונע בזבוז זמן וכסף.



דוגמא מספר 2 – מד זרימת גז

■ הלקוח מעורב בפרויקט גז טבעי, מבקש לדעת כמה גז טבעי הוא ישרוף.

■ הלקוח קיבל המלצה מיצרן מערכת הגז בחו"ל להשתמש לצורך מדידה זו במד זרימה מטיפוס MASSFLOW (קורוליס), מבקש התייחסות של סמכות מקצועית בישראל (נציג היצרן).

נתוני התהליך:

ספיקה: 15,000 – 34,000 Nm³/h

לחץ: 50 Barg

טמפרטורה: 9 מעלות צלסיוס

הרכב הגז: טבלת ערכים נמסרה.



דוגמא מספר 2 – מד זרימת גז

TYPICAL NATURAL GAS SPECIFICATIONS

COMPONENT	UNIT	LEAN GAS	RICH GAS
METHANE	MOL %	97.14	92.25
ETHANE	MOL %	1.88	4.09
PROPANE	MOL %	0.52	1.87
BUTANE	MOL %	0.18	0.84
OTHER (C5+)	MOL %	0.13	0.4
NITROGEN	MOL %	0.06	0



דוגמא מספר 2 – מד זרימת גז

Operating Conditions

	minimum	nominal	maximum	
Requested Flow	657.492	15 000	34 000	Nm3/h
Pressure		50		bar_r
Temperature		9		°C
Density		41.538		kg/m3
Viscosity		0.0119		cP
Z-factor		0.8901		
Sound Velocity		414.7		m/s
Pressure (min/max)	50		50	bar_r
Temp. (min/max)	9		9	°C

Sizing and Calculated Results

	minimum	nominal	maximum	
Requested Flow	657.492	15 000	34 000	Nm3/h
Pressure loss	0.002	0.555	2.522	bar
Velocity (meas. tube)	3.149	71.84	162.8	m/s
Measured error Vol.***	n.a.	n.a.	n.a.	%
Measured error Mass***	1.05	0.38	0.36	%
Reynolds No.	0	6 505 051	0	

***For error calculation, the specified reference conditions for the calibration of the flowmeter according to ISO/IEC 17025 apply.



דוגמא מספר 2 – מד זרימת גז

Warnings / Messages

1. Fluid is no longer a gas at requested nom. temperature and pressure. Gas mixture components are condensated and the calculation of the fluid properties are invalid.

■ כלומר, למרות שישנה המלצה מגורם המספק את מערך הגז לספק לאפליקציה זו, מד זרימה, מד הזרימה שהוצע לא יציג פתרון למדידה איכותית .

■ כאשר בוחנים את הסיבה, לאזהרה מסוג זה, מגלים שגז המיתאן הקיים בתערובת הגז הטבעי, משנה את מצב הצבירה שלו מגז לנוזל, כאשר לחץ העבודה גבוה מ 38 Bar .

■ מבחינת המכשיר המודד, זורם הכולל פאזה של גז יחד עם פאזה של נוזל איננו מצב אידיאלי, המדידה אפשרית אך איננה יציבה, כלומר, קשה להתחייב על מדידה איכותית.



דוגמא מספר 3 - קריאת נתונים

■ לקוח מבקש למדוד ספיקה של מים בעזרת MASSFLOW (קוריוליס), לצורך השוואה נבדוק את דיוק המדידה האמיתי, אנו מתבססים אך ורק על נתוני היצרנים כפי שמופיעים בקטלוג היצרנים המפורסם באינטרנט.

■ לצורך הבדיקה נבחן מספר מדי זרימה בקוטר "1, כולם מבוססים צינור בודד, ישר.

■ נתונים:

ספיקה: 10,000 קילו בשעה.

טמפרטורה: 50 מעלות צלסיוס.

לחץ: 8 Barg.

■ המטרה בתרגיל זה, ללמוד לקרוא את נתוני המפרט הטכני של היצרנים השונים.



דוגמא מספר 3 - קריאת נתונים, יצרן בשם "K"

Measuring accuracy

Mass

Liquid	±0.1% of actual measured flow rate + zero stability
Gas	±0.5% of actual measured flow rate + zero stability
Repeatability	Better than 0.05% plus zero stability (includes the combined effects of repeatability, linearity and hysteresis)

Zero stability

Titanium	±0.004% of maximum flow rate with respective sensor size
Stainless Steel / Hastelloy® / Tantalum	±0.015% of maximum flow rate with respective sensor size

Reference conditions

Product	Water
Temperature	+20°C / +68°F
Operating pressure	1 barg / 14.5 psig

Effect on sensor zero point caused by a shift in process temperature

Titanium	0.001% per 1°C / 0.00055% per 1°F
Stainless Steel / Hastelloy® / Tantalum	0.004% per 1°C / 0.0022% per 1°F

Effect on sensor zero point caused by a shift in process pressure

Titanium / Stainless Steel / Hastelloy® / Tantalum	0.0011% of the max flow rate per 1 bar _{rel.} / 0.000076% per 1 psig
--	---



דוגמא מספר 3 - קריאת נתונים, יצרן בשם "M"

		Mass	
		lb/min	kg/h
Maximum flow rate	T025	25	680
	T050	140	3800
	T075	500	14,000
	T100	1100	30,000
	T150	3200	87,000
Mass flow accuracy⁽²⁾	$\pm 0.15\%$ of rate ⁽³⁾		
Volume flow accuracy⁽²⁾	$\pm 0.25\%$ of rate ⁽⁴⁾		
Gas flow accuracy⁽²⁾	$\pm 0.50\%$ of rate ⁽⁵⁾		
Repeatability	$\pm 0.05\%$ of rate		
Zero stability		lb/min	kg/h
	T025	0.0038	0.10
	T050	0.021	0.57
	T075	0.075	2.0
	T100	0.165	4.50
T150	0.48	13.0	
Process temperature effect	<p>Process temperature effect is defined as the worst-case zero offset due to process fluid temperature change away from the zeroing temperature.</p> <p>All models 0.002% of maximum flow rate per °C</p>		
Pressure effect	<p>Pressure effect is defined as the change in sensor flow sensitivity due to process pressure change away from the calibration pressure. Pressure effect can be corrected.</p> <p>All models None</p>		



דוגמא מספר 3 - קריאת נתונים, יצרן בשם "E"

Zero point stability:

DN	Maximum full scale value	Zero point stability
	[kg/h]	[kg/h]
8	2 000	0.20
15	6 500	0.65
15 FB	18 000	1.8
25	18 000	1.8
25 FB	45 000	4.5

Maximum measured error *Promass 83*

$$\pm 0.125\% \pm [(zero\ point\ stability / measured\ value) \cdot 100]\% \text{ o.r.}$$

Influence of fluid temperature When there is a difference between the temperature for zero point adjustment and the process temperature, the typical measured error of the Promass sensor is $\pm 0.0002\%$ of the full scale value / °C.

Influence of fluid pressure The table below shows the effect on accuracy of mass flow due to a difference between calibration pressure and process pressure.

DN		Promass I	
		% o.r./bar	% o.r./psi
25 FB	1" FB	No influence	



דוגמא מספר 3 – הבנת הנקרא

Supplier	Model	Full flow In Kg/h	Basic Accuracy F.S	Zero Stability	Pressure Effect per 1 Bar	Temp. Effect per 1 deg`c
"K"	Optimass 7000	44,800	+/- 0.1%	1.79 kg/h	+/-0.0011%	+/-0.001%
"M"	Series-T	30,000	+/- 0.15%	4.5 kg/h	None	+/-0.002%
"E"	Promass 83I	45,000	+/- 0.125%	4.5 kg/h	None	+/-0.0002%

- הנתונים של יצרן K מצוינים בתנאי מעבדה, כאשר הלחץ ואו הטמפרטורה שונים מנתוני הכיול שלו, המכשיר מפתח שגיאות.
- יצרן M ויצרן E מציגים מערכת שאיננה מושפעת מערכי הלחץ בתהליך.
- יצרן E מציג אפקט טמפרטורה שולי ביותר.
- כאשר נסכם את השגיאות, יצרן K יציג שגיאה של כ 0.4 % , יצרן M יציג שגיאה של כ 0.5 % ויצרן E יציג שגיאה של כ 0.2 % .



Level



Pressure



Flow



Temperature



Liquid
Analysis



Registration



Systems
Components



Services



Solutions

יש שאלות ?

Endress+Hauser 

People for Process Automation