PRZETWORNIK CIŚNIENIA WODORU

Szwajcarska firma Trafag jest wiodącym międzynarodowym dostawcą wysokiej jakości czujników oraz mierników do pomiaru ciśnienia oraz temperatury. Przetwornik ciśnienia do wodoru NHT 8250 wyposażony jest w czujnik posiadający cienką warstwę na stali (thin--film-on-steel), który oparty jest na specjalnym, wysokowydajnym stopie, odpowiednim do pracy z wodorem oraz zapewniającym najlepszą w swojej klasie stabilność sygnału.

Zastosowania

- Stacje tankowania H_2
- Kompresory wodoru
- Ogniwa paliwowe
- Pojazdy z napędem H_2
- Zbiorniki na wodór

Zalety

- EC79/2009 certyfikowany przez KBA Kraftfahrt-Bundesamt
- Materiały zwilżane wykonane są ze stali odpowiedniej do pracy z wodorem
- Całkowicie zespawany system czujników bez dodatkowych uszczelek
- Wyjątkowa stabilność długoterminowa

Karta katalogowa H72338j 06/2025

Może ulec zmianie

Dane techniczne			
Zasada pomiaru	Cienka warstwa na stali	Dokładność przy 25°C typ.	± 0.5 % całego zakr. typ. ± 0.3 % całego zakr. typ.
Zakres pomiaru	0 ... 1 do 0 ... 1050bar 0 ... 15 do 0 ... 15000psi	Temperatura medium	–40°C ... +85°C
Sygnał wyjściowy	4 ... 20 mA, 0.5 ... 4.5 VDC, 0 ... 5 VDC, 1 ... 5 VDC, 1 ... 6 VDC, 0 ... 10 VDC, 0.1 ... 10.1 VDC, 0.5 ... 4.5 VDC ratiometryczny	Temperatura otoczenia	maks. -40°C ... +125°C (atest UL temperatura otoczenia: -20°C ... +80°C) szczegóły patrz sekcja Podłączenie elektryczne
NLH przy 25°C (BSL) typ.	± 0.2 % całego zakr. typ.	Dopuszczenia / zgodny z	EC79/2009: e1*79/2009*406/2010*00047*00 Zgodność ze strefą Ex 2 zgodnie z EN60079-0, EN60079-14, EN60079-7

Trafag sensors & controls
Switzerland

Industriestrasse 11
8608 Bubikon

+41 44 922 32 32
www.trafag.com

trafag sensors controls

Informacje dot. zamówienia / kod typu

8250 . XX XX XX XX XX XX

Zakres pomiarowy [1)]

Zakres pomiaru ciśnienia [bar]	Przeciążalność [bar]	Ciśnienie rozrywające [bar]		Zakres pomiaru ciśnienia [psi]	Przeciążalność [psi]	Ciśnienie rozrywające [psi]	
0 ... 1	2	25	71	0 ... 15	30	350	G1
0 ... 1.6	3.2	32	73	0 ... 30	60	700	G5
0 ... 2.5	5	50	75	0 ... 50	100	850	G6
0 ... 4	8	60	76	0 ... 100	200	1450	G7
0 ... 6	12	100	77	0 ... 150	300	2500	G8
0 ... 10	20	200	78	0 ... 200	400	2500	GA
0 ... 16	32	200	79	0 ... 250	500	2500	G9
0 ... 25	38	300	80	0 ... 300	600	4000	HA
0 ... 40	60	300	81	0 ... 400	600	4000	H0
0 ... 60	90	400	82	0 ... 500	750	4000	H1
0 ... 100	150	500	83	0 ... 1000	1500	5000	H2
0 ... 160	240	750	85	0 ... 1500	2250	7000	H3
0 ... 250	375	1000	74	0 ... 2000	3000	10000	H5
0 ... 400	600	1500	84	0 ... 3000	4500	14500	G4
0 ... 600	900	2000	86	0 ... 7500	11250	29000	H6
0 ... 700 [13)]	1050	2200	87	0 ... 10000 [13)]	19000	38000	H8
0 ... 1000 [13)]	1300	2600	88				
0 ... 1050 [13)]	1300	2600	92				

Czujnik

Ciśnienie względne, dokładność: 0.3 %	33	
Ciśnienie względne, dokładność: 0.5 %	35	

Przyłącze ciśnieniowe

G1/4" zewn., uszczelka DIN 3869 (akcesoria 61/63/83)	17
1/4" NPT zewn.	30
1/8" NPT zewn.	43
7/16"-20UNF-2A zewn., SAE J1926-2 (Heavy Duty), uszczelka: akcesoriami 61/63 [9)]	69
9/16"-18UNF-2A zewn., SAE J1926-2 (Heavy Duty), uszczelka: akcesoriami 61 [9)]	67
M12x1.5 zewn., DIN EN ISO 9974-2, uszczelka: akcesoriami 61 [14)]	49

Przyłącze elektryczne

Wtyczka męska, norma przemysłowa, odległość styków 9.4 mm, Mat. PA	01
Wtyczka męska M12x1, 4-pinowy, Mat. PA, IEC 61076-2-101	32
Wtyczka męska M12x1, 5-pinowy, Mat. PA, IEC 61076-2-101	35
Wtyczka męska MIL-C 26482, 6-pinowy, metal	02
Wtyczka męska Deutsch DT04-3P, 3-pinowy	D3
Wtyczka męska Deutsch DT04-4P, 4-pinowy	D4
Przewód IP67, Mat. PCW [3)]	22
Przewód IP67, Mat. PUR [3)]	24
Przewód IP67, Mat. EPD Raychem FDR25 [3)]	08
Kompaktowa konstrukcja: Materiał przewodu - PVC, IP40, 2 x 2 x 0,14 mm², ekranowany, maks. wytrzymałość kabla: 2 N [10) 11)]	A1
Odłączalne, zaciskane złącze JST (lub kompatybilne) kabla/przewodu, BM04B-SRSS-TB, IP20, 4-pin [11)]	J4

Sygnał wyjściowy

Sygnał wyjściowy	Rezystancja obciążenia	I (zasilania)	U (zasilania)	
4 ... 20 mA	Patrz wykres	(= sygnał wyjściowy)	24 (9 ... 32) VDC	19
0.5 ... 4.5 VDC [6)]	≥ 5.0 kΩ do Us-	≤ 20 mA	24 (9 ... 32) VDC	20
0 ... 5 VDC [6)]	≥ 5.0 kΩ do Us-	≤ 20 mA	24 (9 ... 32) VDC	14
0.1 ... 4.1 VDC [6)]	≥ 5.0 kΩ do Us-	≤ 20 mA	24 (9 ... 32) VDC	28
0.1 ... 5.1 VDC [6)]	≥ 5.0 kΩ do Us-	≤ 20 mA	24 (9 ... 32) VDC	29
0.5 ... 5 VDC [6)]	≥ 5.0 kΩ do Us-	≤ 20 mA	24 (9 ... 32) VDC	22
1 ... 5 VDC [6)]	≥ 5.0 kΩ do Us-	≤ 20 mA	24 (9 ... 32) VDC	25
0.5 ... 5.5 VDC [6)]	≥ 5.0 kΩ do Us-	≤ 20 mA	24 (9 ... 32) VDC	24
1 ... 6 VDC [6)]	≥ 5.0 kΩ do Us-	≤ 20 mA	24 (9 ... 32) VDC	16
0 ... 10 VDC	≥ 5.0 kΩ do Us-	≤ 15 mA	24 (15 ... 32) VDC	17
1 ... 10 VDC	≥ 5.0 kΩ do Us-	≤ 15 mA	24 (15 ... 32) VDC	26
0.1 ... 10.1 VDC	≥ 5.0 kΩ do Us-	≤ 15 mA	24 (15 ... 32) VDC	13
0.5 ... 4.5 VDC ratiometryczny [6)]	≥ 5.0 kΩ do Us-	≤ 10 mA	5 (4.75 ... 5.25) VDC	23

trafag sensors & controls

		8250 . XX XX XX XX XX XX
Akcesoria	Wtyczka żeńska M12x1, 5-pinowy [2]	33
	Wtyczka żeńska: norma przemysłowa (do przyłącze elektryczne 01)	34
	Wtyczka żeńska M12x1, 5-pin, metalowa obudowa [2]	35
	Uszczelka FKM, -18°C ... +125°C	61
	Uszczelka EPDM, -40°C ... +125°C	63
	Uszczelka NBR, -25°C ... +100°C	83
	Specjalna konfiguracja pinów: Pin 2 +, Pin 3 ziemia, Pin 4 - (tylko do sygnał wyjściowy 19 i wtyczka męska 01, norma przemysłowa)	90
	Specjalna konfiguracja pinów: Pin 1 wyjście, Pin 2 +, Pin 3 ziemia, Pin 4 - (tylko do sygnały wyjściowe 13, 14, 16, 17, 20, 22, 23, 24, 25, 26 i wtyczka męska 01, norma przemysłowa)	91
	Specjalna konfiguracja pinów: Pin 1 + , Pin 2 ziemia, Pin 3 wyjście, Pin 4 - (tylko do sygnały wyjściowe 13, 14, 16, 17, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29 i wtyczka męska 32, M12x1, 4-pinowy)	95
	Specjalna konfiguracja pinów: Pin 1 + , Pin 2 ziemia, Pin 3 -, Pin 4 wyjście (tylko do sygnały wyjściowe 13, 14, 16, 17, 20, 22, 23, 24, 25, 26 i wtyczka męska 32, M12x1, 4-pinowy)	96
	Specjalna konfiguracja pinów: Pin 1 +, Pin 3 -, Pin 4 wyjście (tylko do sygnały wyjściowe 13, 14, 16, 17, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29 i wtyczka męska 32, M12x1, 4-pinowy)	G1
	Specjalna konfiguracja pinów: Pin 1 +, Pin 2 -, Pin 4 ziemia (tylko do sygnał wyjściowy 19 i wtyczka męska 01, norma przemysłowa)	92
	Specjalna konfiguracja pinów: Pin 1 +, Pin 2 -, Pin 4 ziemia (tylko do sygnał wyjściowy 19 i wtyczka męska 32, M12x1, 4-pinowy)	E1
	Specjalna konfiguracja pinów: Pin 1 +, Pin 2 -, Pin 3 wyjście, Pin 4 ziemia (tylko do sygnał wyjściowy 13, 14, 16, 17, 20, 22, 23, 24, 25, 26 i wtyczka męska 32, M12x1, 4-pinowy)	E2
	Specjalna konfiguracja pinów: Pin 1 wyjście, Pin 2 -, Pin 3 +, Pin 4 ziemia (tylko do sygnały wyjściowe 13, 14, 16, 17, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29 i wtyczka męska 01, norma przemysłowa)	E3
	Specjalna konfiguracja pinów: Pin 1 +, Pin 2 -, Pin 3 wyjście, Pin 4 ziemia (tylko do sygnały wyjściowe 13, 14, 16, 17, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29 i wtyczka męska 01, norma przemysłowa)	E9
	Specjalna konfiguracja pinów: Pin 1 + , Pin 2 ziemia, Pin 4 - (tylko do sygnał wyjściowy 19 i wtyczka męska 32, M12x1, 4-pinowy)	E6
	Specjalna konfiguracja pinów: Pin A +, Pin C - (tylko do sygnał wyjściowy 19 i wtyczką męska Deutsch DT04-3P, 3-pinowy)	F0
	Specjalna konfiguracja pinów: Pin A +, Pin B wyjście, Pin C - (tylko do sygnały wyjściowe 13, 14, 16, 17, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29 i wtyczka męska Deutsch DT04-3P, 3-pinowy)	F1
	Specjalna konfiguracja pinów: Pin 2 +, Pin 3 - (tylko do sygnały wyjściowe 19 i wtyczka męska Deutsch DT04-4P, 4-pinowy)	G3
	Specjalna konfiguracja pinów: Pin 1 wyjście, Pin 2 +, Pin 3 - (tylko do sygnały wyjściowe 13, 14, 16, 17, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29 i wtyczka męska Deutsch DT04-4P, 4-pinowy)	G4
	Specjalna konfiguracja pinów: Pin A +, Pin C wyjście, Pin B/D -, Pin E ziemia (Pin B i D są podłączone) (tylko do sygnały wyjściowe 13, 14, 16, 17, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29 i wtyczka męska 02, MIL-C 26482)	F3
	Specjalna konfiguracja pinów: Pin 1 +, Pin 2 - (tylko do sygnał wyjściowy 19 i wtyczka męska 32, M12x1, 4-pinowy)	F4
	Specjalna konfiguracja pinów: Pin 1 +, Pin 3 - (tylko do sygnał wyjściowy 19 i wtyczka męska 32, M12x1, 4-pinowy)	F5
	Specjalna konfiguracja pinów: Pin 1 +, Pin 2 -, Pin 3 -, Pin 4 ziemia (tylko do sygnały wyjściowe 19 i wtyczka męska 32, M12x1, 4-pinowy)	G2
	Specjalna konfiguracja pinów: Pin 1 +, Pin 4 - (tylko do sygnały wyjściowe 19 i wtyczka męska 32, M12x1, 4-pinowy)	G5
	Specjalna konfiguracja pinów: Pin 2 -, Pin 3 +, Pin 4 ziemia (tylko do sygnały wyjściowe 19 i wtyczka męska 32, M12x1, 4-pinowy)	G8
	Specjalna konfiguracja pinów: Pin 1 +, Pin 2 wyjście, Pin 3 ziemia, Pin 4 - (tylko do sygnał wyjściowy 13, 14, 16, 17, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29 i wtyczka męska 32, M12x1, 4-pinowy)	F6
	Specjalna konfiguracja pinów: Pin 1 +, Pin 2 wyjście, Pin 3 - (tylko do sygnał wyjściowy 13, 14, 16, 17, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29 i wtyczka męska 32, M12x1, 4-pinowy)	F7
	Długość przewodu 0.5 m	EM
	Długość przewodu 1.0 m	1M
	Długość przewodu 2.0 m	2M
	Opakowanie zbiorcze [5]	VM
	Tabliczka identyfikacyjna e1 (EC79) [7]	HC
	Wersja UL-listed [4]	UL
	Zwiększona ochrona przed kondensacją	CP

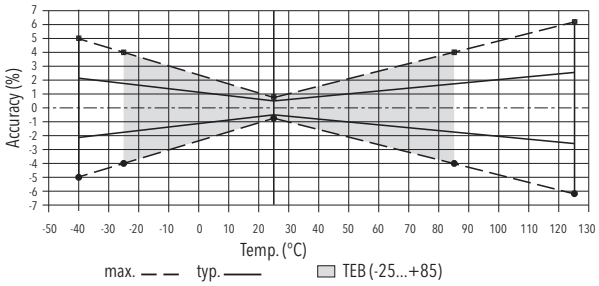
[1] Specjalne zakresy ciśnienia wg zapotrzebowania klienta na żądanie
[2] Do przyłączy elektrycznych 32 i 35
[3] Długość przewód – patrz Akcesoria
[4] Możliwe kombinacje kodu typu dla wersji UL-listed - patrz oddzielna tabela
[5] Zamawiana ilość musi być wielokrotnością 50 sztuk
[6] Tylko zakres pomiarowy > 16 bar
[7] Przyłącze ciśnieniowe 17 tylko zakres pomiarowy ≤ 350 bar
[9] Zakres pomiarowy max. 630 bar zgodnie z SAE J1926-2 (Heavy Duty)
[10] Długość kabla tylko 2m, z akcesorium 2M
[11] Na żądanie
[13] Patrz oddzielna tabela z maksymalnymi dopuszczalnymi cyklami obciążenia
[14] Tylko dla zakresów pomiarowych ≤16 bar (Kody 71, 73, 75, 76, 77, 78, 79)

Specyfikacja		
Dane elektryczne	Sygnał wyjściowy / napięcie zasilania	4 ... 20 mA: 24 (9...32) VDC 0.5 ... 4.5 VDC: 24 (9...32) VDC 0 ... 5 VDC: 24 (9...32) VDC 1 ... 5 VDC: 24 (9...32) VDC 1 ... 6 VDC: 24 (9...32) VDC 0 ... 10 VDC: 24 (15...32) VDC 0.1 ... 10.1 VDC: 24 (15...32) VDC 0.5 ... 4.5 VDC ratiom., 10 ... 90 % U_{supply}: 5 ± 0.25 VDC
	Czas wzrostu	Typ. 1 ms / 10 ... 90 % ciśnienie znamionowe
	Opóźnienie włączenia przetworniki ciśnienia	100 ms
	Zabezpieczenie przed zamianą biegunów, odporność na zwarcie przy 25°C w ciągu 5 min	4...20 mA: do U_s = 32 VDC 0.5...4.5 VDC, 0...5 VDC, 1...5 VDC, 1...6 VDC, 0...10 VDC, 0.1...10.1 VDC: do U_s = 28 VDC 0.5...4.5 VDC ratiometryczne: do U_s = 14 VDC
Warunki otoczenia	Temperatura medium	–40°C ... +85°C
	Temperatura otoczenia	maks. -40°C ... +125°C (atest UL temperatura otoczenia: -20°C ... +80°C) szczegóły patrz sekcja Podłączenie elektryczne
	Stopień ochrony	IP20, IP40, IP65, IP67, IP68 szczegóły patrz sekcja Podłączenie elektryczne
	Wilgotność	Maks. 95 % wzgl.
	Drgania	15 g RMS (20...2000 Hz) (EN60068-2-64) 25 g sin (80...2000 Hz), 1 okt./min, (1x @ 25°C) (EN60068-2-6)
	Wstrząs	50 g / 11 ms 100 g / 6 ms wtyczka męska M12x1 (EN60068-2-27) [1]
Ochrona EMC [2]	Emisja	EN/IEC 61000-6-3
	Odporność	EN/IEC 61000-6-2
Dane mechaniczne	Czujnik (stykające się z medium)	Stal austenityczna wzmocniona azotem, odpowiednia do pracy z wodorem
	Przyłącze ciśnieniowe (stykające się z medium)	1.4404 (AISI316L)
	Obudowa	1.4301 (AISI304)
	Uszczelka	FKM/EPDM/NBR
	Wtyczka męska	Patrz informacje dot. zamówienia
	Masa	ok. 50 g
	Moment dokręcania	25 Nm

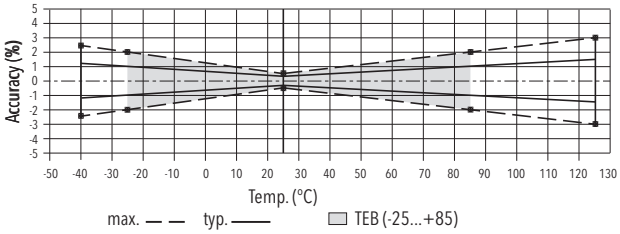
[1] Patrz przyłącze elektryczne
[2] Do przyłączy elektrycznych 32 i 35

Wyjście analogowe				
			Czujnika 35 dokładność 0.5 %	**Czujnika 33 dokładność 0.3 %**
Dokładność	TEB przy -25 ... +85°C	[% całego zakr. typ.]	± 1.75	± 1.0
	Dokładność przy +25°C	[% całego zakr. typ.]	± 0.5	± 0.3
	NLH przy +25°C (BSL)	[% całego zakr. typ.]	± 0.2	± 0.2
	TK punkt zerowy i rozpiętość	[% całego zakr./K typ.]	± 0.03	± 0.01
	Stabilność długoterminowa 1 rok przy +25°C	[% całego zakr. typ.]	± 0.75	± 0.75
Czas wzrostu	Typ. 1 ms / 10 ... 90 % ciśnienie znamionowe			

Dokładność pomiaru 0.5 %



Dokładność pomiaru 0.3 %



EC79/2009 Certyfikat	
Nominalne ciśnienie robocze (NWP)	0.08 … 70 MPa
Maksymalne dopuszczalne ciśnienie robocze	0.1 … 100 MPa
Klasyfikacja	Class 0, Class 1 und Class 2*
Kody ciśnienia	71 … 88
Przyłącza procesowe	Kod 17: Do NWP 35 MPa
	Kody 30, 42, 43, 68: Do NWP 70 MPa
Uszczelnianie	Kody 61 i 63

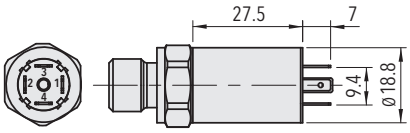
* Badano przetworniki klasy 0. Ponieważ badano przypadek najbardziej obciążony. Ponieważ badano przypadek najbardziej obciążony, wyniki można odnieść do całej rodziny produktów o zakresach ciśnień od 0,8bar do 700bar.

Maksymalne cykle obciążenia	
Maksymalne dozwolone cykle obciążenia dla zakresów pomiarowych ≥ 700 bar	
Amplituda dla pracy, ≤ 5 Hz	**Maksymalne cykle obciążenia**
0% ... 100%	1 000 000
0% ... 110%	100 000
0% ... 130%	10 000

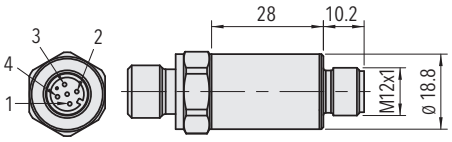
Informacje dot. Zamówienia: Możliwe kombinacje kodu typu dla wersji UL-listed	
	Połączeniu z UL
Zakres pomiarowy	wszystkie zakresy ≤ 700 bar
Czujnik	Wszystkie kody w karcie produktu
Przyłącze ciśnieniowe	Wszystkie kody w karcie produktu
Przyłącze elektryczne	wszystkie kody z wyjątkiem A1 i J4
Sygnał wyjściowy	Wszystkie kody w karcie produktu
Akcesoria	wszystkie kody z wyjątkiem HC

Informacje dodatkowe		
Dokumenty	Karta katalogowa	www.trafag.com/H72338
	Instrukcja obsługi	www.trafag.com/H73303
	Ulotka	www.trafag.com/H70606

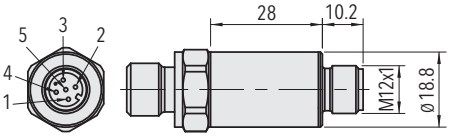
Wymiary



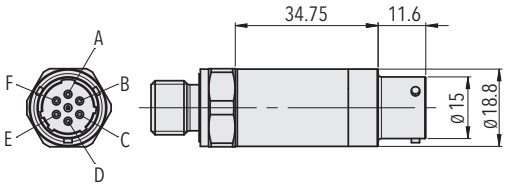
8250.XX.XXXX.**01**.XX.XX



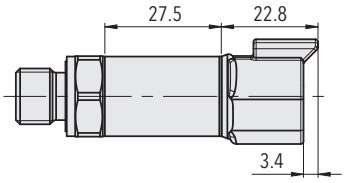
8250.XX.XXXX.**32**.XX.XX



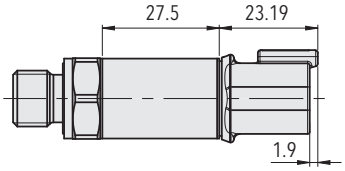
8250.XX.XXXX.**35**.XX.XX



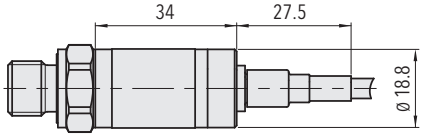
8250.XX.XXXX.**02**.XX.XX



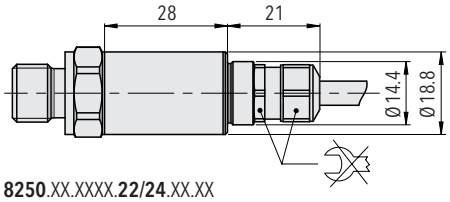
8250.XX.XXXX.**D3**.XX.XX



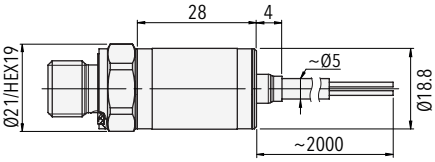
8250.XX.XXXX.**D4**.XX.XX



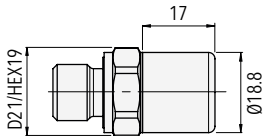
8250.XX.XXXX.**08**.XX.XX



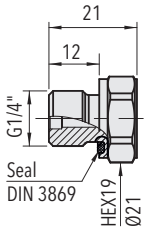
8250.XX.XXXX.**22/24**.XX.XX



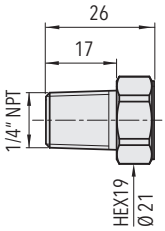
8250.XX.XXXX.**A1**.XX.XX



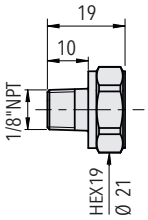
8250.XX.XXXX.**J4**.XX.XX



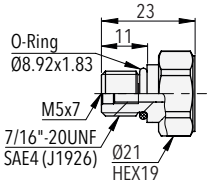
8250.XX.XX**17**.XX.XX.XX



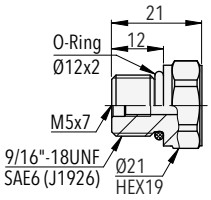
8250.XX.XX**30**.XX.XX.XX



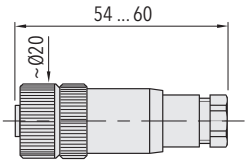
8250.XX.XX**43**.XX.XX.XX



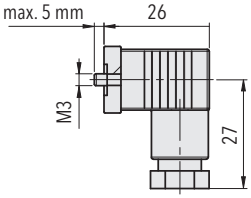
8250.XX.XX**69**.XX.XX.XX



8250.XX.XX**67**.XX.XX.XX

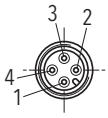
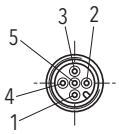
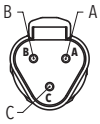
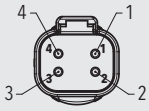
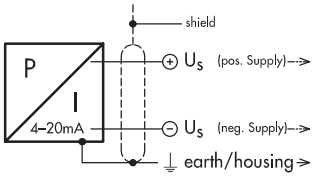
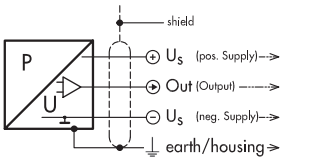


8250.XX.XXXX.XX.XX.**33/35**



8250.XX.XXXX.XX.XX.**34**

Przyłącze elektryczne

	Stopień ochrony / przyłącze elektryczne																	
	IP65 [1) 2)]			IP67 [1) 2)]										IP67 [1) 2)]		IP67, IP68 [1) 3)]	IP67, IP68 [1) 3)]	
	Norma przemysłowa Odległość styku 9.4 mm			M12x1 4-pinowy									5-pinowy	MIL-C 26482		DT04-3P 3-pinowy	DT04-4P 4-pinowy	
	01			**32**									**35**	**02**		**D3**	**D4**	
																		
Temperatura otoczenia	-40°C ... +80°C			-40°C ... +125°C									-40°C ... +125°C					
Atest UL Temperatura otoczenia	-20°C ... +80°C			-20°C ... +80°C									-20°C ... +80°C					
Sygnał wyjściowy		**90**	**92**		**E1**	**E6**	**F4**	**F5**	**G2**	**G5**	**G8**				**F0**		**G3**
 **8250**.xx.xxxx.xx.**19**	2 1 4	2 4 3	1 2 4	1 3 4	1 2 4	1 4 2	1 2	1 3	1 2/3 4	1 4	3 2 4	4 1 5	A B E	A B	A C	2 1 3	2 3
		91	**E3**	**E9**		**95**	**96**	**E2**	**F6**	**F7**	**G1**			**F3**		**F1**		**G4**
 **8250**.xx.xxxx.xx.**13/14/16/17/20/22/23/24/25/26/28/29**	1 2 3 4	2 1 4 3	3 1 2 4	1 3 2 4	1 2 3 4	1 3 4 2	1 4 3 2	1 3 2 4	1 2 4 3	1 2 3	1 4 3	2 4 3 5	A B C/D E	A C B/D E	A C B	A B C	2 4 1 3	2 1 3

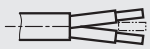
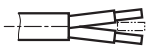
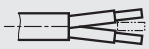
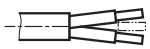
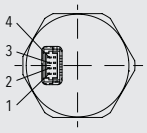
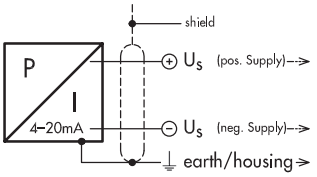
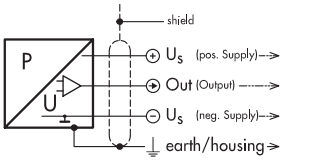
[1)] Ważne tylko z wtyczką zamontowaną zgodnie z instrukcją

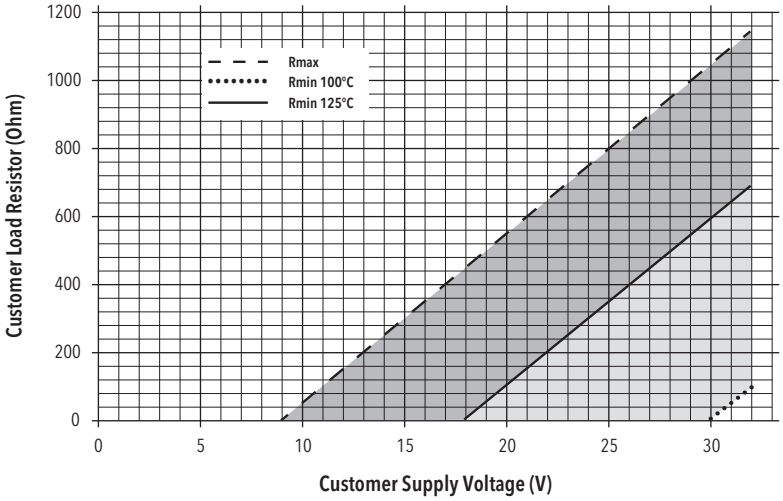
[2)] Odpowietrzenie przez wtyczkę/przewód

[3)] IP68, 100 mbar, 4h

trafag sensors controls

Przyłącze elektryczne

		Stopień ochrony / przyłącze elektryczne				
		IP67, IP68 [1) 2)]	IP67, IP68 [1) 2)]	IP67 [1)]	IP40	IP20
		Przewód **22**	Przewód **24**	Przewód **08**	Przewód **A1**	JST SH serii **J4**
						
	Temperatura otoczenia	-30°C ... +80°C	-40°C ...+70°C	-40°C ... +125°C	-30°C ... +80°C	-40°C ... +125°C
	Atest UL Temperatura otoczenia	-20°C ... +80°C	-20°C ...+70°C	-20°C ... +80°C	-20°C ... +80°C	-20°C ... +80°C
Sygnał wyjściowy	 **8250**.xx.xxxx.xx.**19**	biały brązowy żółty	biały brązowy żółty	czerwony czarny zielony	brązowy biały żółty	1 2 4
	 **8250**.xx.xxxx.xx.**13/14/16/17/20/22/23/24/25/26/28/29**	biały zielony brązowy żółty	biały zielony brązowy żółty	czerwony biały czarny zielony	brązowy zielony biały żółty	1 3 2 4

[1)] Odpowietrzenie przez wtyczkę/przewód
[2)] IP68, 20 bar, 30 min.

4...20mA: min./max resistor vs. supply voltage @ Pmax = 100%