

MERENJE PROTOKA Δp primarni elementi

■ OPŠTE

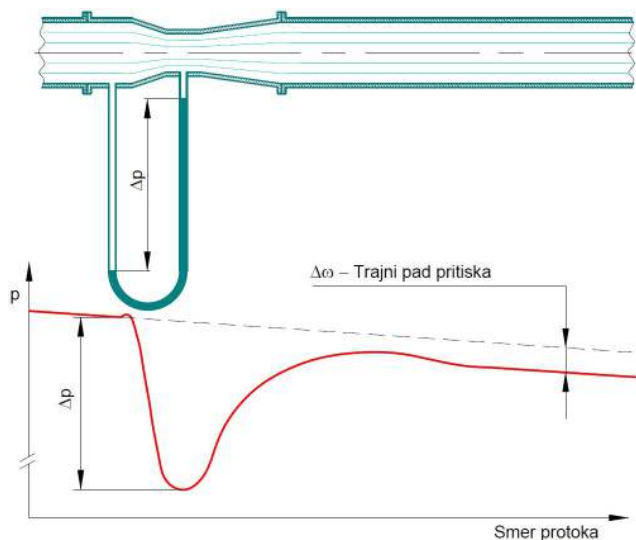
Merači protoka na bazi prigušenja, posebno merne blende, se još uvek najšire upotrebljavaju u industriji zbog njihove jednostavnosti, tolerancije na ekstremne atmosferske i procesne uslove, kao i zbog njihovih predvidivih i pouzdanih performansi. Zbog njihove duge istorije i dominacije na polju merenja protoka fluida konstrukcija i zahtevi za ugradnju su dobro dokumentovani nacionalnim i internacionalnim standardima.

■ PODRUČJE PRIMENE

Merači na bazi pada pritiska se preporučuju za opštu upotrebu za čiste fluide, t.j. za gasove, pare i tečnosti, u svim oblastima a posebno u energetici, naftnoj, hemijskoj i petrohemijskoj industriji. Mogu se koristiti u okviru širokog područja pritisaka i temperatura fluida.

■ PRINCIP RADA

Pri proticanju fluida kroz cev u kojoj je ugrađena restrikcija (merna blenda, mlaznica, Venturijeva mlaznica, Venturijeva cev ili konusni primarni uređaj) profil pritiska oko restrikcije dobija karakterističnu formu prikazanu na sledećoj slici.



Profil pritiska na primarnom elementu

Zapreminski protok zavisi od razlike pritiska ispred i iza restrikcije i može se izračunati pomoću jednačine kontinuiteta i Bernulijeve jednačine kao:

$$V = K \varepsilon A_0 \sqrt{2 \frac{\Delta p}{\rho}}$$

Gde je:

- ✦ V – zapreminski protok
- ✦ K – koeficijent protoka
- ✦ ε – faktor ekspanzije stišljivog fluida
- ✦ A_0 – površina poprečnog preseka restrikcije
- ✦ ρ – gustina fluida

Koeficijent protoka zavisi od tipa primarnog uređaja, njegove geometrije, Reynoldsovog broja i položaja priključaka za merenje protoka.

■ TIPOVI PRIMARNIH UREĐAJA

Primarni uređaji su uređaji koji se ugrađuju u cevovod. Terminom "primarni uređaj" obuhvaćeni su i priključci za merenje pritiska. Svi ostali instrumenti ili uređaji potrebni za merenje su sekundarni uređaji.

Primarni uređaji definisani internacionalnim standardima ISO 5167 i ISO/TR 15377 su:

- Merna blenda sa pravouglom ulaznom ivicom,
- Merna blenda sa konusnom ulaznom ivicom,
- Merna blenda sa ulaznom ivicom četvrt kruga,
- Merna blenda sa ekcentričnim otvorom,
- Mlaznica ISA 1932,
- Mlaznica sa dugim radijusom,
- Venturi mlaznica,
- Venturi cev,
- Konusni uređaj.

Za merenje protoka fluida sa malim Reynoldsovim brojem koristi se merna blenda sa konusnom ulaznom ivicom ili merna blenda sa ulaznom ivicom četvrt kruga. Merna blenda sa ekcentričnim otvorom koristi se za merenje protoka fluida koji sadrži čvrste čestice.

■ IZBOR PRIMARNOG UREĐAJA

Pre konačne odluke koji primarni uređaj izabrati treba odgovoriti na sledeća pitanja:

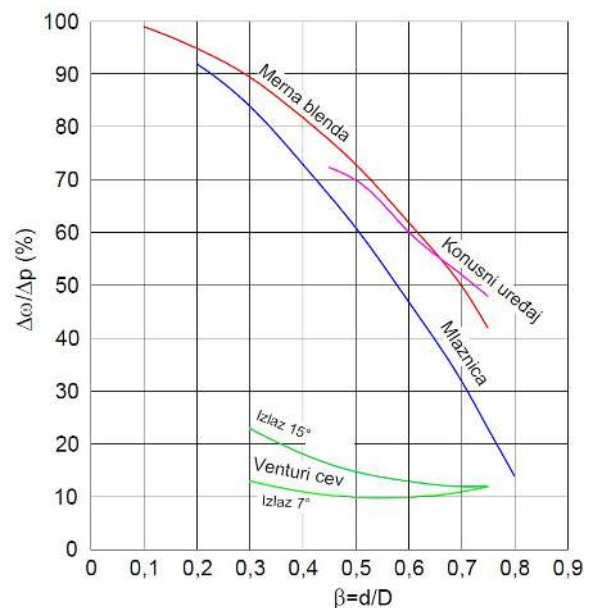
- 1) Koji su procesni parametri fluida koji se meri?
- 2) Koji je minimalni i maksimalni protok?
- 3) Koji je prečnik cevovoda?
- 4) Koja se tačnost merenja zahteva?
- 5) Koja je cena nabavke i ugradnje?
- 6) Koji su troškovi u eksploataciji?

Troškovi eksploatacije često mogu u kratkom roku da prevaziđu cenu ugradnje. Godišnji trošak merača protoka može se izračunati pomoću sledeće formule:

$$Y = 10^{-3} \cdot \frac{\Delta \omega \cdot V}{\eta} \cdot A \cdot B$$

Gde je:

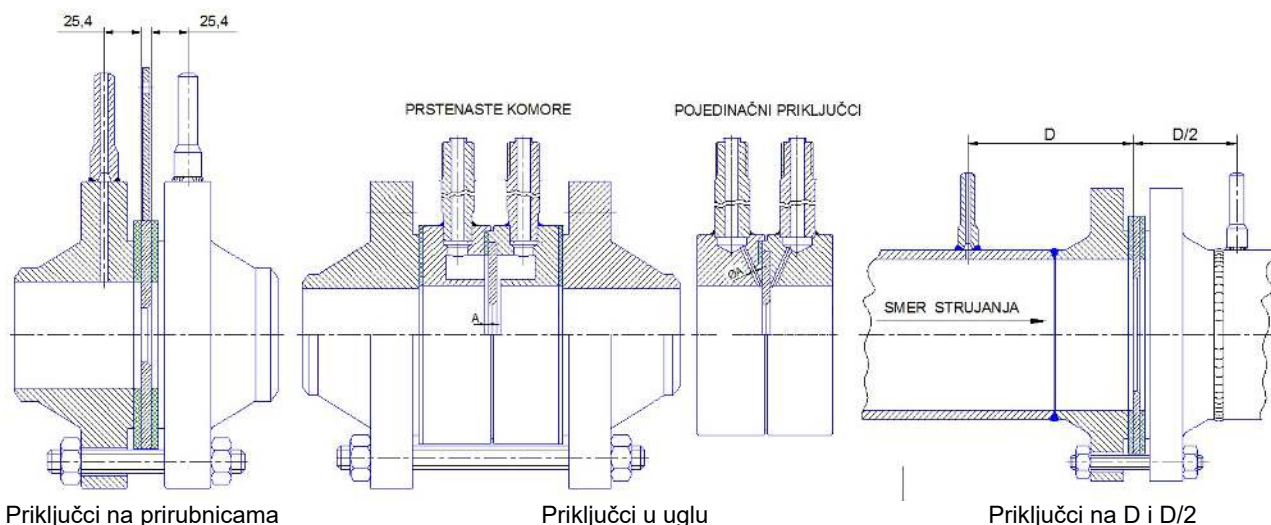
- ✦ Y – godišnji trošak merača protoka (€/god),
- ✦ V – zapreminski protok (m^3/s),
- ✦ $\Delta \omega$ – trajni gubitak pritiska (Pa)
- ✦ η – stepen iskorišćenja pumpe ili kompresora
- ✦ A – vreme rada merača protoka (h/god)
- ✦ B – cena električne energije (€/kWh)



Trajni pad pritiska za razne primarne uređaje

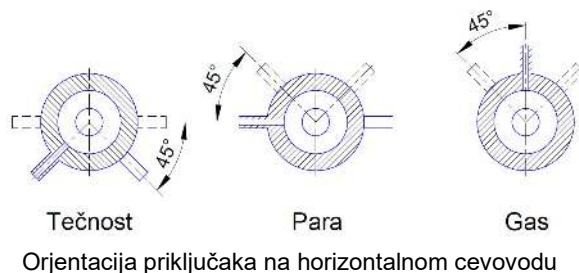
■ POLOŽAJ PRIKLJUČAKA ZA MERENJE Δp

Priključci za merenje pada pritiska na primarnom uređaju mogu da budu postavljeni na priрубnicama, u uglu ili na D i D/2.



■ ORJENTACIJA PRIKLJUČAKA

Orijentacija priključaka za merenje pada pritiska na primarnom uređaju za horizontalne cevovode zavisi od fluida čiji se protok meri. Za tečnosti priključci treba da su postavljeni u donjoj polovini do 45° ispod horizontale, da mehurovi gasa kao i čvrste čestice koje struje sa tečnošću ne uđu u impulsne linije. Za gasove priključci treba da su postavljeni u gornjoj polovini cevi da kapljice kondenzata ne uđu u impulsne linije. Za paru i gasove koji se kondenzuju priključci se postavljaju horizontalno, a kada je potrebno povezati više sekundarnih uređaja (transmitera) na jedan primarni uređaj dozvoljen položaj je do 45° iznad horizontale.

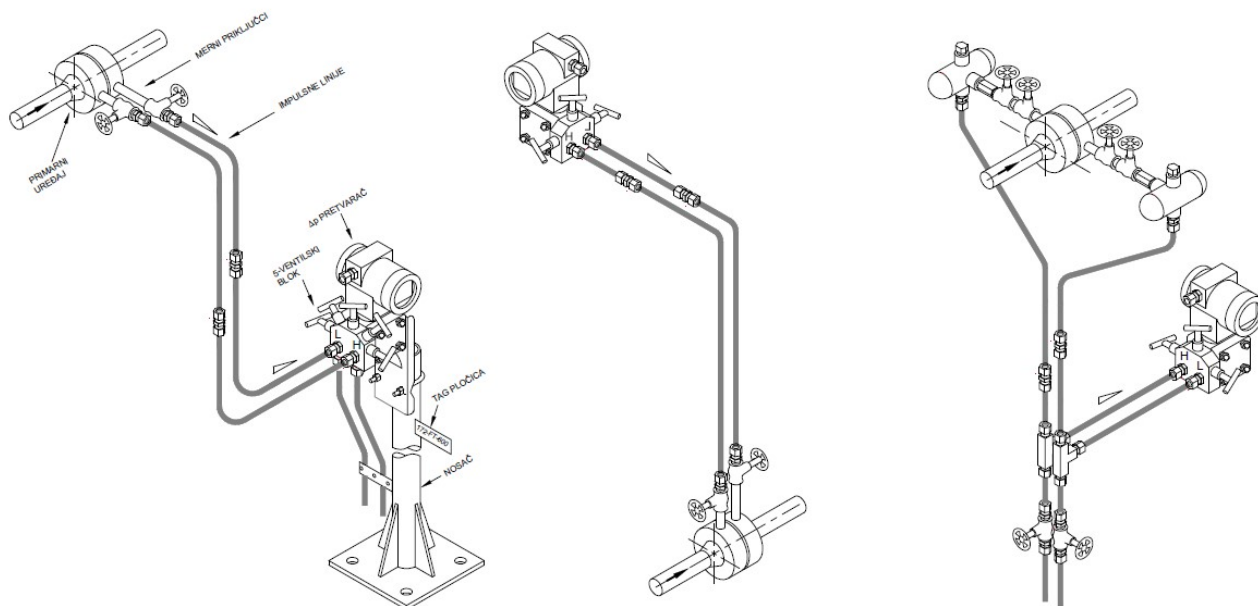


■ MONTAŽA Δp MERAČA PROTOKA

Primeri montaže za: Tečnost

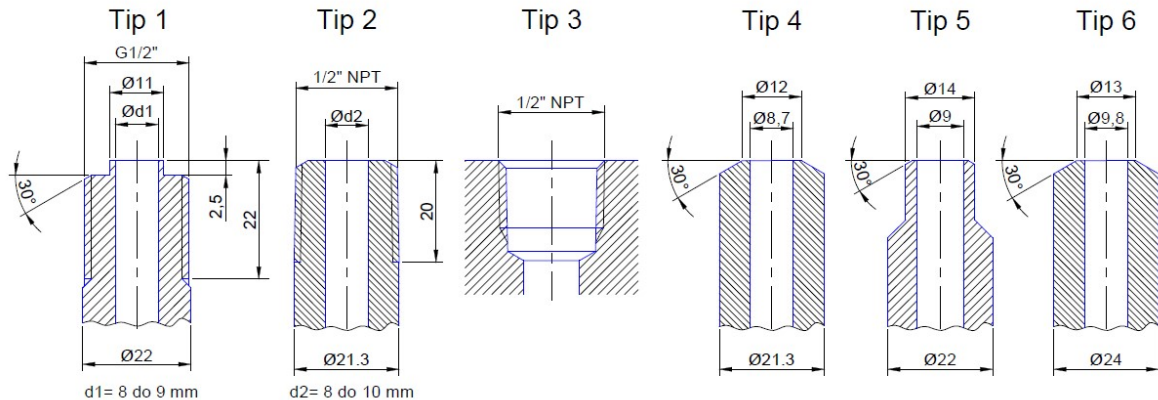
Gas

Gas koji se kondenzuje (vodena para)

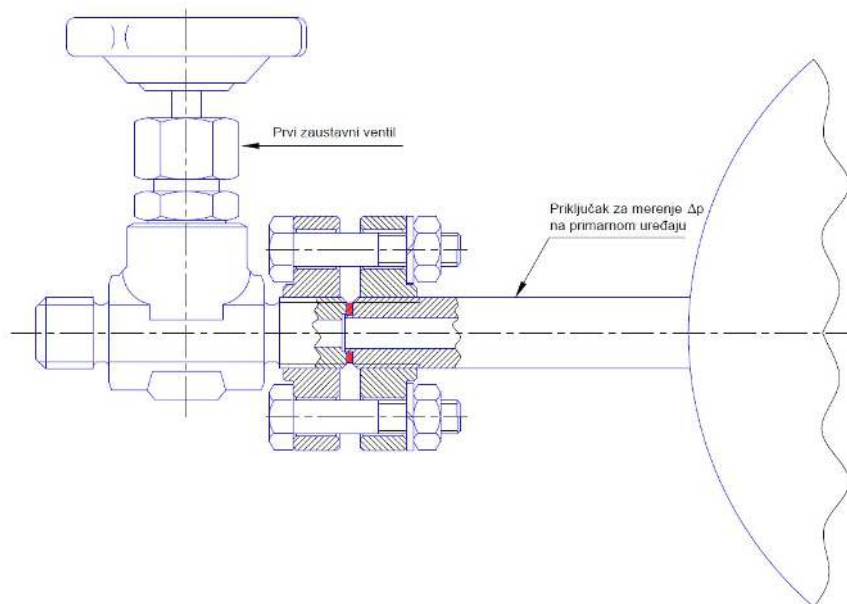


TIP PRIKLJUČAKA

U zavisnosti od pritiska, temperature i vrste fluida za merenje pada pritiska na primarnom uređaju koristi se neki od priključaka prikazanih na sledećoj slici. Navojni priključci (tip 1, 2, 3) se primenjuju za tečnosti, gasove i vodenu paru do PN100. Priključci za zavarivanje (tip 4, 5) se primenjuju za tečnosti i gasove do PN400 i vodenu paru PN100, a priključak (tip 6) za vodenu paru preko PN100.



Navojni priključak, tip 1, G1/2" prema DIN 19207 form V vrlo često se koristi u praksi. Na njega se, uz pomoć dve navojne prirubnice, postavlja prvi zaustavni ventil koji ima navoj G1/2", DIN 19207 form R. Navojne prirubnice omogućavaju da se ventil postavi u željenu poziciju. Pri montaži treba paziti da se ove dve prirubnice ne dodirnu. Najbolje je kad su razmaknute 2 do 4 mm kako bi se mogao vizuelno prekontrolisati položaj zaptivača.



IMPULSNE LINIJE

"Plus" i "minus" impulsnu cev treba montirati što bliže jednu drugoj kako bi imale približno istu temperaturu. Ako postoji razlika u temperaturi gustina fluida u njima će biti takođe različita što će uticati na tačnost merenja. Za vodenu paru se koriste kondenz lonci da bi se sprečila greška merenja zbog isparavanja ili kondenzovanja vodene pare kao posledica promena ambijentne ili procesne temperature.

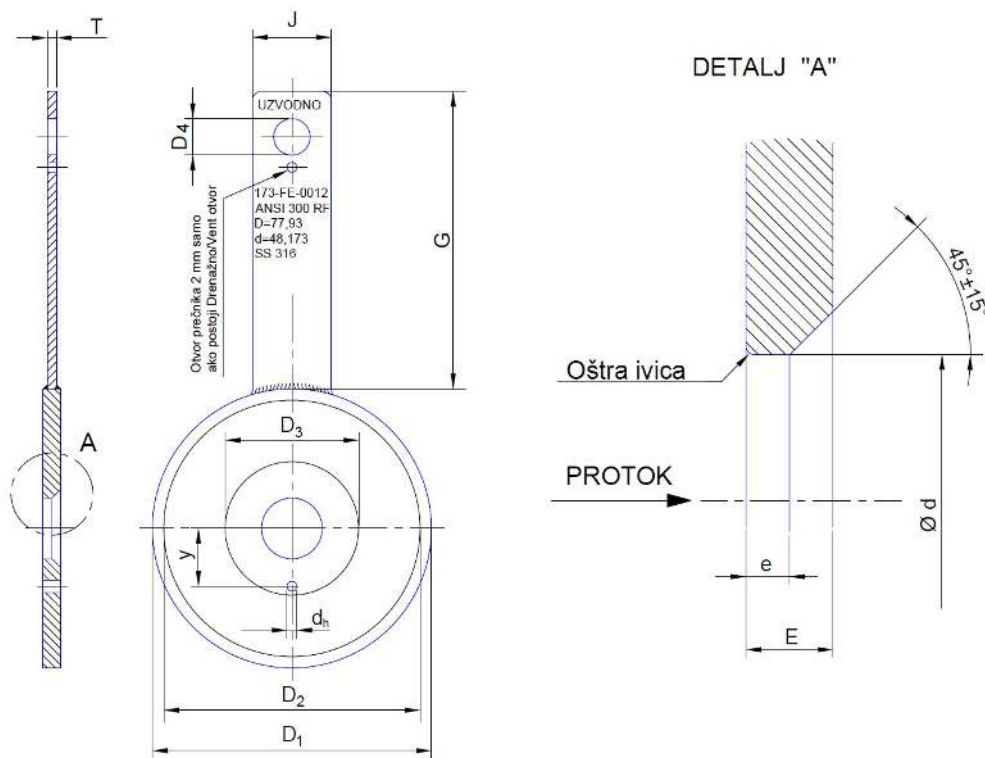
Da bi se izbeglo začepljavanje i frikcion efekat treba koristiti impulsne linije odgovarajućeg prečnika. U sledećoj tabeli su dati preporučeni minimalni unutrašnji prečnici impulsnih linija ISO/CD 2186.

Dužina impulsnih linija	Suv gas, vodena para, voda	Vlažan gas	Malo do srednje viskozni fluidi	Prjavi gasovi i tečnosti
Do 16 m	7 do 9 mm	13 mm	13 mm	25 mm
16 m do 45 m	10 mm	13 mm	19 mm	25 mm

■ OP-A MERNA BLENDA SA PRAVOUGLOM ULAZNOM IVICOM

Primena:

Ovaj tip merne blende se proračunava i izrađuje prema standardu SRPS ISO 5167 i preporučuje se za opštu upotrebu za čiste fluide, za gasove, pare i tečnosti.



Konstrukcija:

Za ovaj tip merne blende priključci za merenje pada pritiska mogu da budu na prirubnicama ili na cevovodu na rastojanju D i $D/2$. Površina između prečnika (D_2) i (D_3) može da bude "glatko" ili spiralno obrađena u zavisnosti od zahteva korisnika. Debljina merne blende (E) zavisi od maksimalnog pada pritiska i izabranog materijala uz ograničenja data standardom. Merne blende koje mere protok u oba smera izrađuju se na sledeći način:

- izlazna ivica se ne obara,
- uzvodna i nizvodna površina imaju isti kvalitet obrade,
- debljina ploče (E) jednaka je debljini blende (e).

Drenažno/ventilacioni otvor (d_h) na mernoj blendi definisan je odgovarajućim standardom i u praksi se dosta upotrebljava na mernim blendama ugrađenim u horizontalni cevovod. Na ovaj način se sprečava pulsiranje protoka zbog akumuliranja druge faze ispred merne blende.

Granice upotrebe:

Prečnik blende	$d \geq 12,5$ mm
Unutrašnji prečnik cevovoda	$50^{1)} \text{ mm} \leq D \leq 1000$ mm
Odnos prečnika	$0,1 \leq \beta \leq 0,75$
Rejnoldsov broj	$Re_D \geq 5000$ and $Re_D \geq 170\beta^2 D$ (gde je D u mm)
Za kompresibilne fluide	$p_2 / p_1 \geq 0,75$

¹⁾ Za prečnike cevovoda manje od 50 mm koristi se merna staza sa mernom blendom.

Podaci za izbor i poručivanje:

Model	Tip	Nominalni prečnik		Nominalni pritisak		Položaj priključaka za merenje Δp	Materijal
		DN	NPS	PN	Class		
OP	A (Pravougla ulazna ivica)	50	2	16	300	F (Na prirubnicama) P (D i D/2) C (U uglu)	1 (1.4404/AISI 316L) 2 (1.4307/AISI 304L)
		do	do	do	do		
		1000	40	100	600		

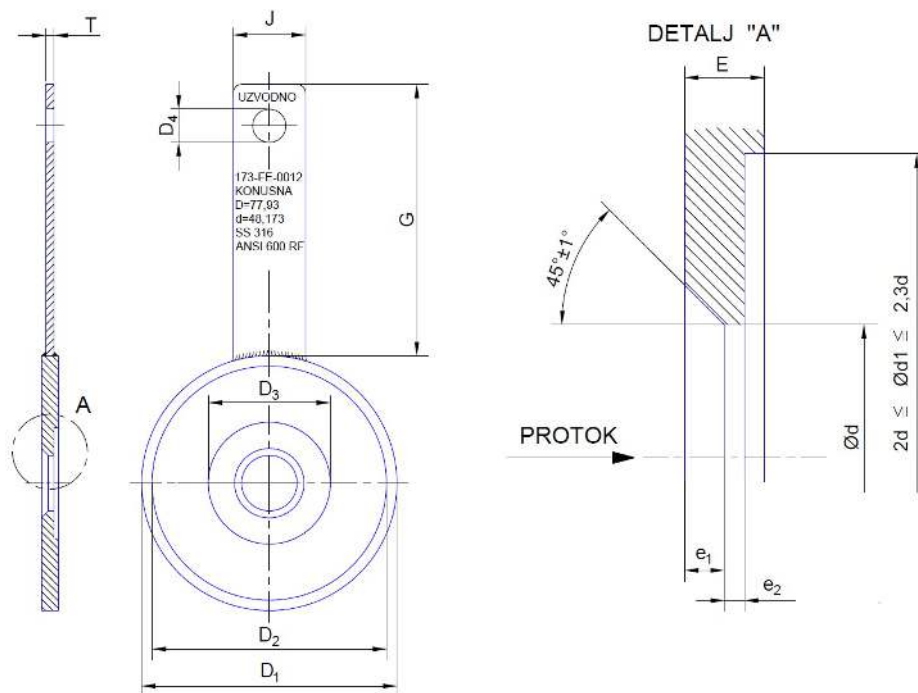
Primer poručivanja: OP-A-65-16-F-2

Merna blenda sa pravouglom ulaznom ivicom, nominalni prečnik 65 mm, nominalni pritisak 16 bar, predviđena za ugradnju između prirubnica na kojima se nalaze priključci za mernje Δp , materijal blende AISI 304L.

■ OP-B MERNA BLENDA SA KONUSNOM ULAZNOM IVICOM

Primena:

Ovaj tip merene blende se proračunava i izrađuje prema standardu ISO/TR 15377 i preporučuje se za merenje protoka vrlo viskoznih fluida.



Konstrukcija:

Za ovaj tip merne blende priključci za merenje pada pritiska se nalaze u uglu, neposredno ispred i iza blende. Površina između prečnika (D_2) i (D_3) može da bude "glatko" ili spiralno obrađena u zavisnosti od zahteva korisnika. Debljina merne blende (E) zavisi od maksimalnog pada pritiska i izabranog materijala uz ograničenja data standardom.

Granice upotrebe:

Prečnik blende	$d \geq 6 \text{ mm}$
Unutrašnji prečnik cevovoda	$25 \text{ mm} \leq D \leq 500 \text{ mm}$
Odnos prečnika	$0,1 \leq \beta \leq 0,316$
Rejnoldsov broj	$80 \leq Re_D \leq 200\,000\beta$
Za kompresibilne fluide	$p_2 / p_1 \geq 0,75$

Podaci za izbor i poručivanje:

Model	Tip	Nominalni prečnik		Nominalni pritisak		Položaj priključaka za merenje Δp	Materijal
		DN	NPS	PN	Class		
OP	B (Konusna ulazna ivica)	25	1	16	300	C (U uglu)	1 (1.4404/AISI 316L) 2 (1.4307/AISI 304L)
		do	do	do	do		
		500	20	100	600		

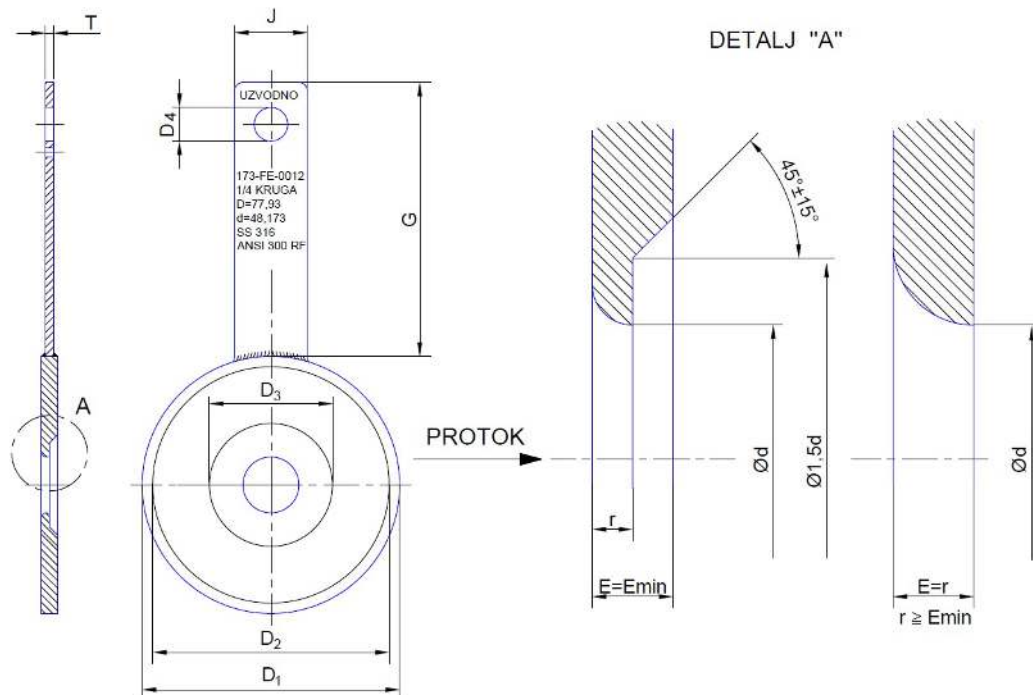
Primer poručivanja: OP-B-3-300-C-2

Merna blenda sa konusnom ulaznom ivicom, nominalni prečnik 3", klasa pritiska 300 lb, priključci za merenje pada pritiska u uglu (corner tappings), materijal blende AISI 304L.

■ OP-C Merna blenda sa ulaznom ivicom četvrt kruga

Primena:

Ovaj tip merene blende se proračunava i izrađuje prema standardu ISO/TR 15377 i preporučuje se za merenje protoka vrlo viskozni fluida.



Konstrukcija:

Za ovaj tip merne blende priključci za merenje pada pritiska se nalaze u uglu za prečnike cevovoda do 40 mm. Kod cevovoda čiji je prečnik veći od 40 mm mogu se koristiti priključci na prirubnicama ili u uglu. Površina između prečnika (D_2) i (D_3) može da bude "glatko" ili spiralno obrađena u zavisnosti od zahteva korisnika.

Granice upotrebe:

Prečnik blende	$d \geq 15 \text{ mm}$
Unutrašnji prečnik cevovoda	$50 \text{ mm} \leq D \leq 1000 \text{ mm}$
Odnos prečnika	$0,245 \leq \beta \leq 0,6$
Rejnoldsov broj	$1000\beta + 9,4 \cdot 10^6 (\beta - 0,24)^8 \leq Re_D \leq 100\,000\beta$
Za kompresibilne fluide	$p_2 / p_1 \geq 0,75$

Podaci za izbor i poručivanje:

Model	Tip	Nominalni prečnik		Nominalni pritisak		Položaj priključaka za merenje Δp	Materijal
		DN	NPS	PN	Class		
OP	C (Ulazna ivica četvrt kruga)	50	2	16	300	F (Na prirubnicama) C (U uglu)	1 (1.4404/AISI 316L) 2 (1.4307/AISI 304L)
		do	do	do	do		
		1000	40	100	600		

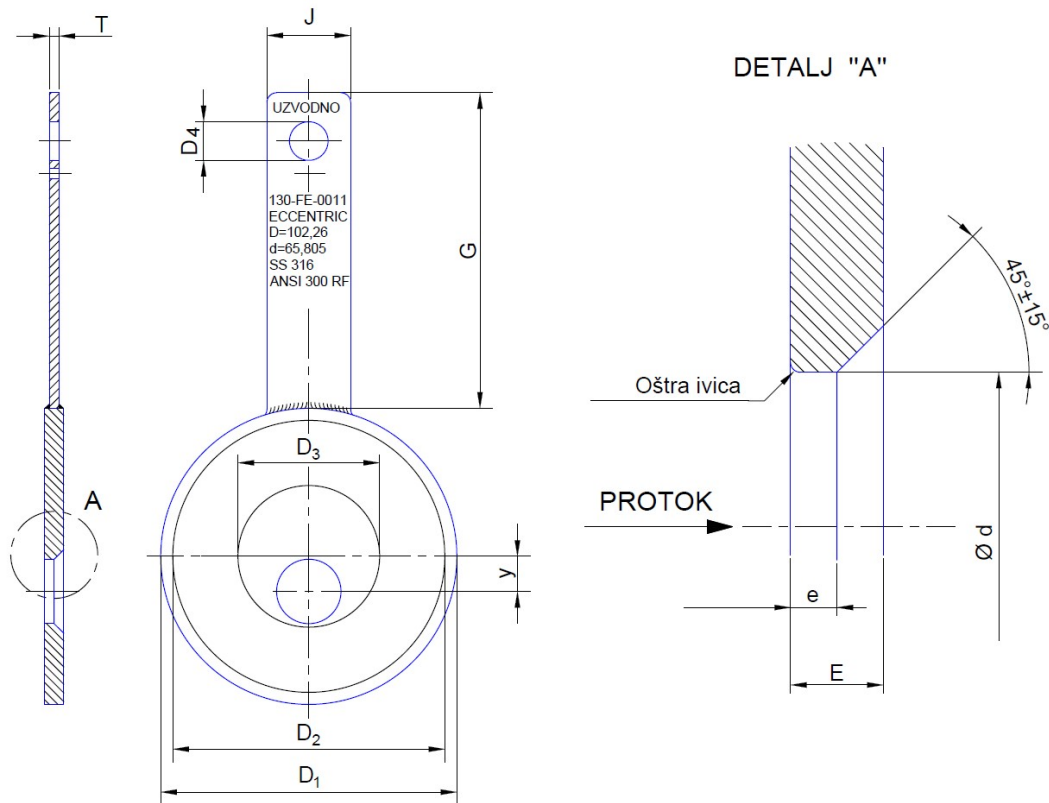
Primer poručivanja: OP-C-4-600-F-2

Merna blenda sa ulaznom ivicom četvrt kruga, nominalni prečnik 4", klasa pritiska 600 lb, predviđena za ugradnju između prirubnica na kojima se nalaze priključci za merenje Δp , materijal blende AISI 304L.

■ OP-D EKSCENTRIČNA MERNA BLENDA

Primena:

Ovaj tip merene blende je definisan standardom ISO/TR 15377. Konstrukcija ove blende omogućava prolazak neželjenih materija koje nosi osnovni fluid, na primer čestice ulja u vodi, čvrste čestice u tečnosti, mehuri vazduha u tečnosti itd.



Konstrukcija:

Za ovaj tip merne blende priključci za merenje pada pritiska se nalaze u uglu, neposredno ispred i iza blende, i to kao pojedinačni priključci (ne koriste se prstenaste komore). Površina između prečnika (D_2) i (D_3) može da bude "glatko" ili spiralno obrađena u zavisnosti od zahteva korisnika.

Granice upotrebe:

Prečnik blende	$d \geq 50 \text{ mm}$
Unutrašnji prečnik cevovoda	$100 \text{ mm} \leq D \leq 1000 \text{ mm}$
Odnos prečnika	$0,46 \leq \beta \leq 0,84$
Rejnoldsov broj	$2 \cdot 10^5 \beta^2 \leq Re_D \leq 10^6 \beta$
Za kompresibilne fluide	$p_2 / p_1 \geq 0,75$

■ Podaci za izbor i poručivanje:

Model	Tip	Nominalni prečnik		Nominalni pritisak		Položaj priključaka za merenje Δp	Materijal
		DN	NPS	PN	Class		
OP	D (Ekscentrična merna blenda)	100	4	16	300	C (U uglu)	1 (1.4404/AISI 316L) 2 (1.4307/AISI 304L)
		do	do	do	do		
		1000	40	100	600		

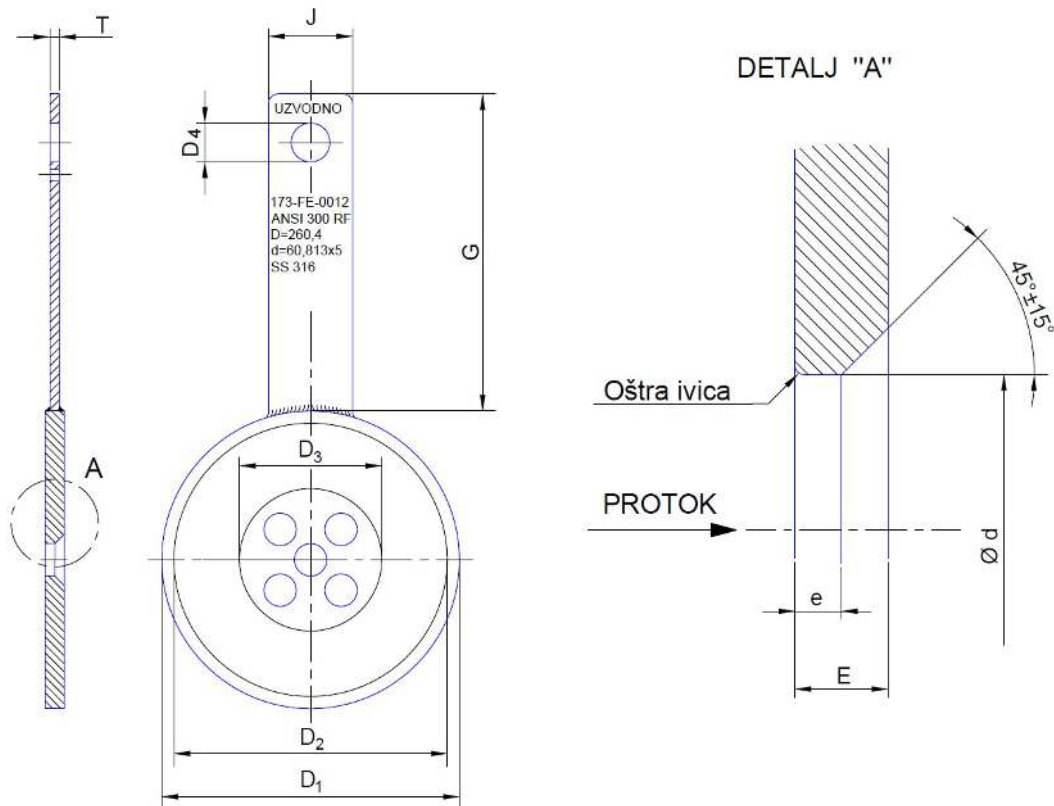
Primer poručivanja: **OP-D-200-25-C-1**

Ekscentrična merna blenda, nominalni prečnik 200 mm, nominalni pritisak 25 bar, priključci za merenje pada pritiska u uglu (corner tappings), materijal blende AISI 316L.

■ OP-E MERNA BLENDA SA VIŠE OTVORA

Primena:

Proračun i geometrija otvora merne blende sa više otvora zasniva se na standardu SRPS ISO 5167 i preporučuje se za opštu upotrebu za čiste fluide. Za razliku od standardne, ovaj tip merne blende zahteva mnogo kraće prave deonice cevovoda, i najčešće je dovoljno 2D ispred i 2D iza merne blende.



Konstrukcija:

Za ovaj tip merne blende priključci za merenje pada pritiska mogu biti u sva tri izvođenja (u uglu, na prirubnicama, D i D/2). Površina između prečnika (D_2) i (D_3) može da bude "glatko" ili spiralno obrađena u zavisnosti od zahteva korisnika. Debljina merne blende (E) zavisi od maksimalnog pada pritiska kao i od broja i rasporeda otvora. Broj i raspored otvora se određuje pri svakom konkretnom proračunu merne blende.

■ Podaci za izbor i poručivanje:

Model	Tip	Nominalni prečnik		Nominalni pritisak		Položaj priključaka za merenje Δp	Materijal
		DN	NPS	PN	Class		
OP	E (Blenda sa više otvora)	50	2	16	300	F (Na prirubnicama)	1 (1.4404/AISI 316L) 2 (1.4307/AISI 304L)
		do	do	do	do	P (D i D/2)	
		1000	40	100	600	C (U uglu)	

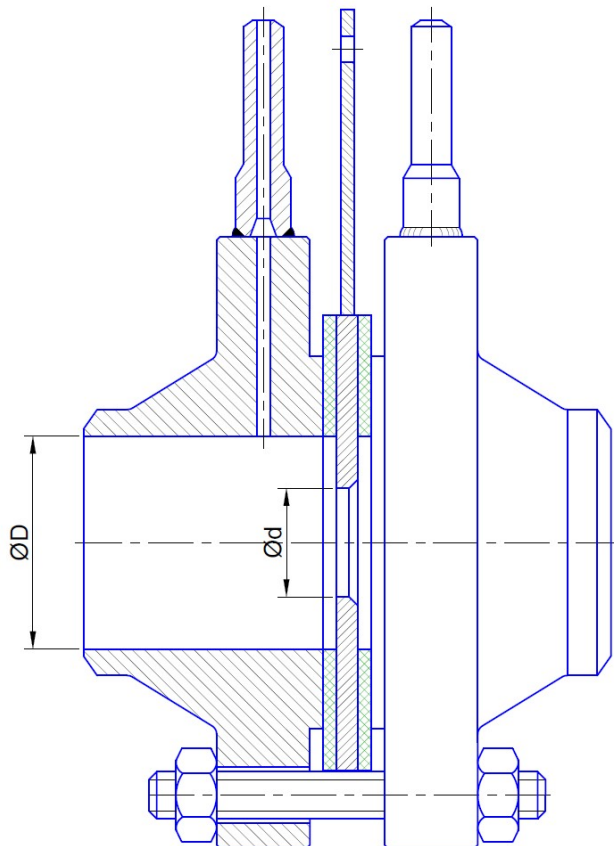
Primer poručivanja: OP-E-400-16-F-2

Merna blenda sa više otvora, nominalni prečnik 400 mm, nominalni pritisak 16 bar, predviđena za ugradnju između prirubnica na kojima se nalaze priključci za merenje Δp , materijal blende AISI 304L.

■ FTB MERNÁ BLENDÁ SA PRIRUBNICAMA SA PRIKLJUČCIMA ZA MERENJE Δp

Primena:

Ova konstrukcija predstavlja kompletan "primarni uređaj" koji se proračunava i izrađuje prema odgovarajućem standardu i koristi se za sve vrste fluida uz adekvatan izbor tipa merne blende OP-A,B,C,D i E.



Konstrukcija:

Merna blenda je montirana između modifikovanih standardnih prirubnica u kojima su integrisani priključci za merenje pada pritiska "flange tapings" prema standardu SRPS ISO 5167. Zbog malih serija prirubnice se najčešće rade iz čeličnih tuljaka. Konstrukcija merne blende se bira prema vrsti fluida, videti OP-A,B,C,D i E.

Podaci za izbor i poručivanje:

Model	Tip merne blende	Nominalni prečnik		Nominalni pritisak		Tip priključaka za Δp	Materijal prirubnica	Materijal merne blende	Zavrtnj za razmicanje
		DN	NPS	PN	Class				
FTB	A (Pravougla ulazna ivica)	50 do 1000	2 do 40	16 do 100	300 do 600	T1 (Tip 1)	1 (1.0503) 2 (1.4404) 3 (1.4307)	1 (1.4404) 2 (1.4307)	N (Bez zavrtnja) S (Sa zavrtnjem)
	B (Konusna ulazna ivica)					T2 (Tip 2)			
	C (Ulazna ivica četvrt kruga)					T3 (Tip 3)			
	D (Ekscentrična)					T4 (Tip 4)			
	E (Sa više otvora)					T5 (Tip 5) T6 (Tip 6)			

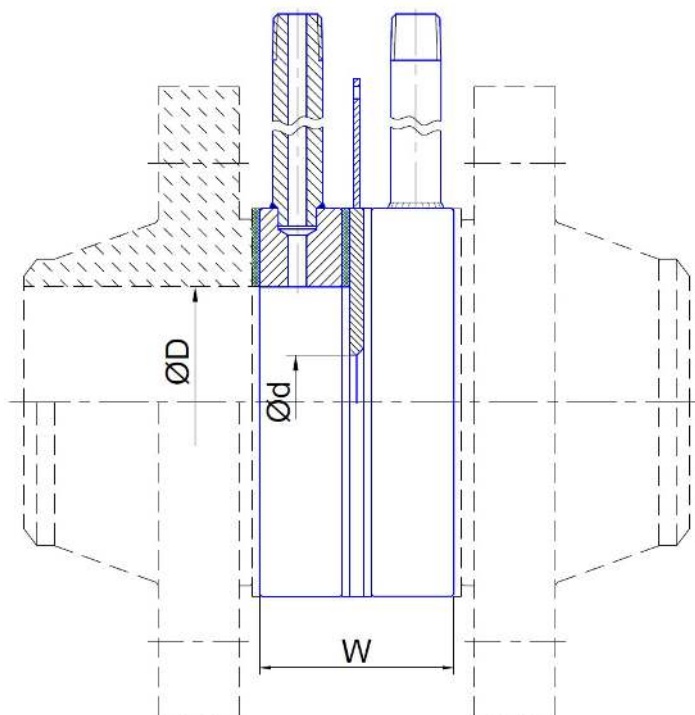
Primer poručivanja: FTB-A-250-40-T3-1-2-S

Merna blenda sa pravouglom ulaznom ivicom sa prirubnicama, nominalni prečnik 250 mm, nominalni pritisak 40 bar, priključci za Δp 1/2"NPT ženski, materijal prirubnica ugljenični čelik C45, materijal blende AISI 304L, sa zavrtnjem za razmicanje prirubnica.

■ RTB MERNA BLENDA SA PRSTENOVIMA SA PRIKLJUČCIMA ZA MERENJE Δp

Primena:

Ova konstrukcija predstavlja kompletan "primarni uređaj" koji se proračunava i izrađuje prema odgovarajućem standardu i koristi se za sve vrste fluida uz adekvatan izbor tipa merne blende OP-A,B,C,D i E.



Konstrukcija:

Merna blenda je montirana između dva prstena u kojima su integrisani priključci za merenje pada pritiska "flange tappings" prema standardu SRPS ISO 5167. Tip merne blende se bira prema vrsti fluida, videti OP-A,B,C,D i E.

Podaci za izbor i poručivanje:

Model	Tip merne blende	Nominalni prečnik		Nominalni pritisak		Tip priključaka za Δp	Materijal prstena	Materijal merne blende	
		DN	NPS	PN	Class				
RTB	A (Pravougla ulazna ivica)	50	2	16	300	T1 (Tip 1)	1 (1.0503)	1 (1.4404)	
	B (Konusna ulazna ivica)					T2 (Tip 2)			
	C (Ulazna ivica četvrt kruga)	do	do	do	do	T3 (Tip 3)			2 (1.4404)
	D (Ekscentrična)	1000	40	100	600	T4 (Tip 4)			3 (1.4307)
	E (Sa više otvora)					T5 (Tip 5)			
						T6 (Tip 6)			

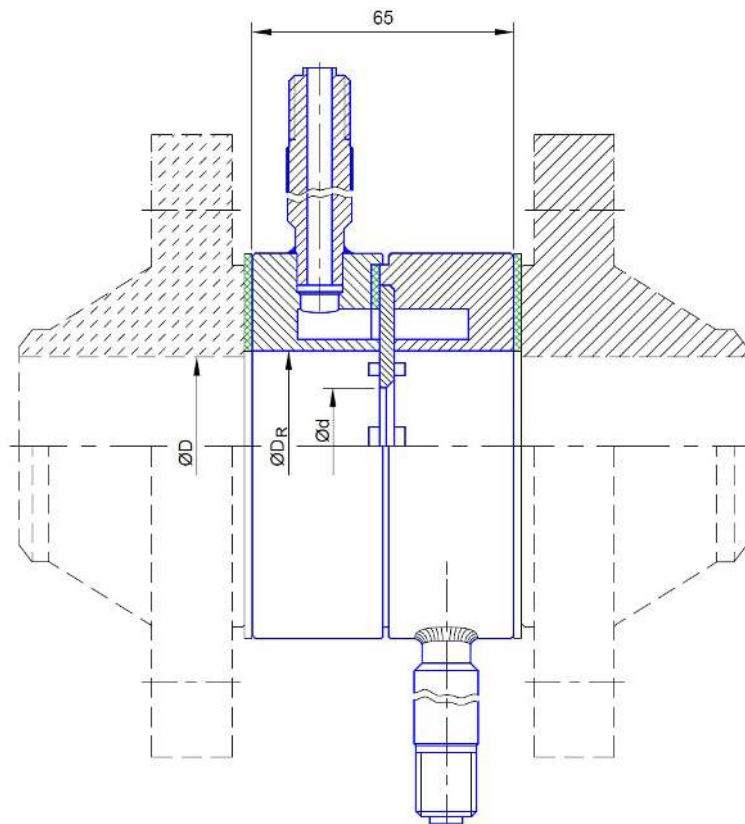
Primer poručivanja: **RTB-A-400-16-T1-1-2**

Merna blenda sa pravouglom ulaznom ivicom sa prstenvima sa priključcima G1/2" muški za merenje Δp , nominalni prečnik 400 mm, nominalni pritisak 16 bar, materijal prstena ugljenični čelik C45, materijal blende AISI 304L.

PKB MERNA BLENDA SA PRSTENASTIM KOMORAMA

Primena:

Ova konstrukcija predstavlja kompletan "primarni uređaj" koji se proračunava i izrađuje prema odgovarajućem standardu i koristi se za sve vrste fluida uz adekvatan izbor tipa merne blende OP-A,B,C,D i E.



Konstrukcija:

Merna blenda je montirana između dve prstenaste komore u kojima su integrisani priključci za merenje pada pritiska prema standardu SRPS ISO 5167. Merenje pada pritiska se vrši u uglu (corner tappings) prema ISO 5167. Tip merne blende se bira prema vrsti fluida, videti OP-A,B,C,D i E.

Podaci za izbor i poručivanje:

Model	Tip merne blende	Nominalni prečnik		Nominalni pritisak		Tip priključaka za Δp	Materijal komora	Materijal merne blende	
		DN	NPS	PN	Class				
PKB	A (Pravougla ulazna ivica)	50	2	16	300	T1 (Tip 1)	1 (1.0503)	1 (1.4404)	
	B (Konusna ulazna ivica)					T2 (Tip 2)			
	C (Ulazna ivica četvrt kruga)	do	do	do	do	T3 (Tip 3)			2 (1.4404)
	D (Ekscentrična)	1000	40	100	600	T4 (Tip 4)			3 (1.4307)
	E (Sa više otvora)					T5 (Tip 5)			
						T6 (Tip 6)			

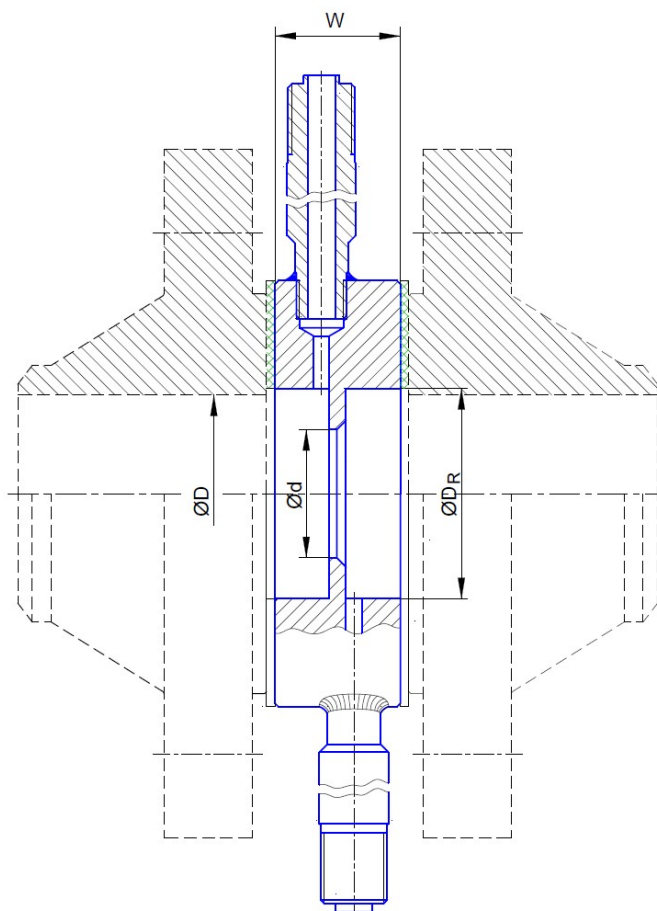
Primer poručivanja: PKB-A-300-16-T1-1-2

Merna blenda sa pravouglom ulaznom ivicom sa prstenastim komorama sa priključcima G1/2" muški za merenje Δp , nominalni prečnik 300 mm, nominalni pritisak 16 bar, materijal komora ugljenični čelik C45, materijal blende AISI 304L.

■ MBB MERNA BLENDA MONO BLOK

Primena:

Ova konstrukcija predstavlja kompletan "primarni uređaj" koji se proračunava i izrađuje prema odgovarajućem standardu i koristi se za sve vrste fluida uz adekvatan izbor tipa merne blende OP-A,B,C,D i E. Najčešće se koristi kada se zahteva neki od egzotičnih materijala za blendu, kao što je na primer monel. U svim drugim slučajevima kad se zahteva merne blenda sa priključcima u uglu prednost ima merne blende sa prstenastim komorama.



Konstrukcija:

Ovaj primarni uređaj se izrađuje iz jednog komada materijala. Merenje pada pritiska se vrši u uglu (corner tapings) kao pojedinačni otvori prema ISO 5167. Tip merne blende se bira prema vrsti fluida, videti OP-A,B,C,D i E.

Podaci za izbor i poručivanje:

Model	Tip merne blende	Nominalni prečnik		Nominalni pritisak		Tip priključaka za Δp	Materijal
		DN	NPS	PN	Class		
MBB	A (Pravougla ulazna ivica)	50 do 1000	2 do 40	16 do 100	300 do 600	T1 (Tip 1)	1 (1.4404) 2 (1.4307) 3 (Ostalo)
	B (Konusna ulazna ivica)					T2 (Tip 2)	
	C (Ulazna ivica četvrt kruga)					T3 (Tip 3)	
	D (Ekscentrična)					T4 (Tip 4)	
	E (Sa više otvora)					T5 (Tip 5) T6 (Tip 6)	

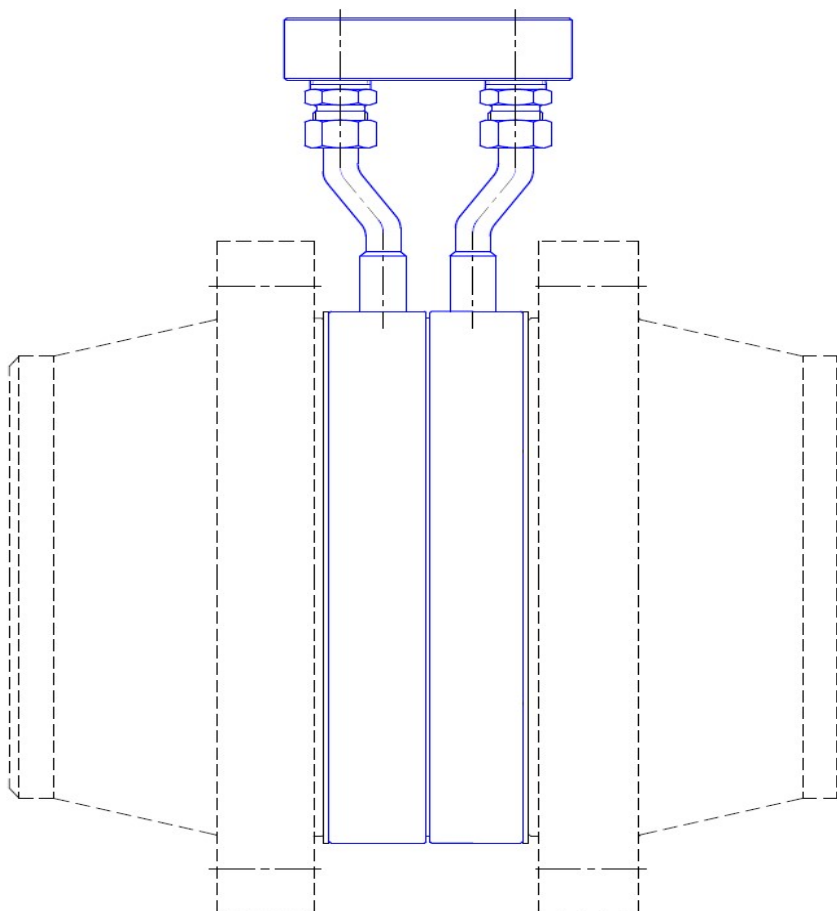
Primer poručivanja: **MBB-A-200-16-T1-3**

Merna blenda sa pravouglom ulaznom ivicom mono blok, sa priključcima G1/2" muški za merenje Δp , nominalni prečnik 200 mm, nominalni pritisak 16 bar, materijal mono bloka monel 400.

■ CVB KOMPAKTNA MERNA BLENDA

Primena:

Ova konstrukcija predstavlja kompletan "primarni uređaj" koji se proračunava i izrađuje prema odgovarajućem standardu i koristi se za netoksične i neagresivne fluide uz adekvatan izbor tipa merne blende OP-A,B,C,D i E. Primenjuje se na mestima gde vrsta i procesni parametri fluida dozvoljavaju da merni pretvarač (transmiter) bude montiran direktno na primarni element.



Konstrukcija:

Merni pretvarač razlike pritisaka se montira na primarni uređaj preko odgovarajućeg troventilskog ili petoventilskog bloka. Na ovaj način se izbacuju zaustavni ventili i impulsne linije.

■ Podaci za izbor i poručivanje:

Model	Tip merne blende	Nominalni prečnik		Nominalni pritisak		Materijal kućišta	Materijal merne blende
		DN	NPS	PN	Class		
CVB	A (Pravougla ulazna ivica)	50 do 1000	2 do 40	16 do 100	300 do 600	1 (1.0503) 2 (1.4404) 3 (1.4307)	1 (1.4404) 2 (1.4307) 3 (Ostalo)
	B (Konusna ulazna ivica)						
	C (Ulazna ivica četvrt kruga)						
	D (Ekscentrična)						
	E (Sa više otvora)						

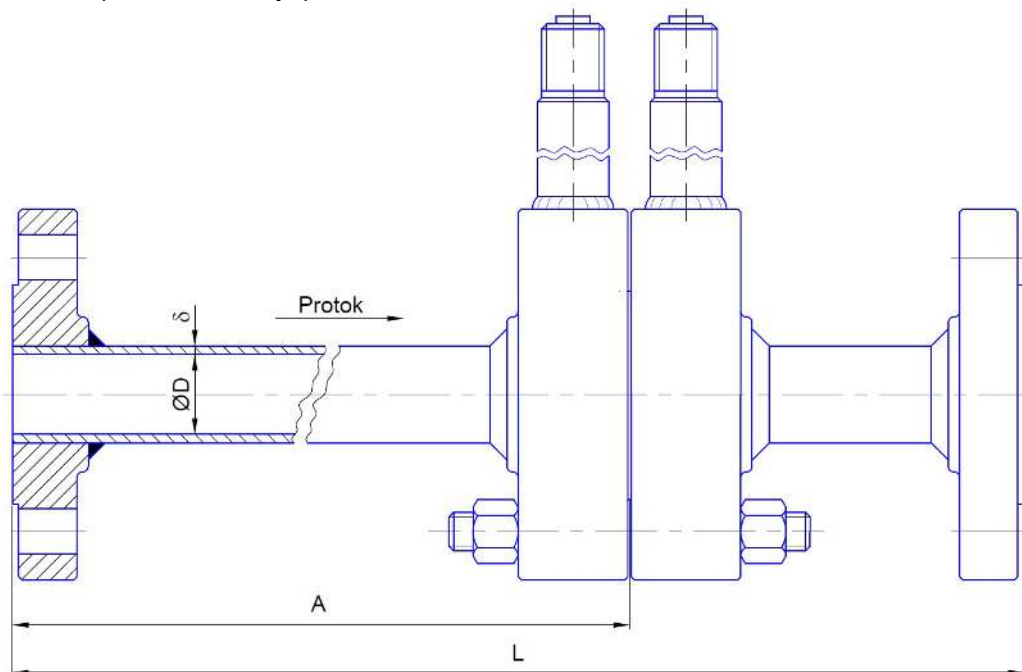
Primer poručivanja: **CVB-A-200-16-1-2**

Kompaktna Merna blenda sa pravouglom ulaznom ivicom, nominalni prečnik 200 mm, nominalni pritisak 16 bar, materijal kućišta C45, materijal blende AISI 304L.

■ MSB MERNE STAZE

Primena:

Merne staze se koriste kad treba otkloniti uticaj geometrije cevovoda ispred i iza merne blende na merenje protoka, kao što je odstupanje poprečnog preseka od kružnosti, tolerancija prečnika, površinska hrapavost, kao i da bi se smanjio uticaj zavarivanja. Ovo je naročito važno za prečnike ispod DN 50. Izrađuju se od nerđajućeg čelika tako da u eksploataciji ne dolazi do promene hrapavosti unutrašnje površine cevi.



	DN	15	20	25	32	40
	NPS	1/2	3/4	1	1¼	1½
A	mm	390	500	650	800	1000
L	mm	560	710	920	1120	1320
D	mm	15	20	25	32	40
δ	mm	2,5	2,5	2,5	3	5

Konstrukcija:

U zavisnosti od fluida i procesnih uslova ugradnja merne staze može biti pomoću prirubnica ili direktno zavarivanje u cevovod..

■ Podaci za izbor i poručivanje:

Model	Tip merne blende	Nominalni prečnik		Nominalni pritisak		Krajevi merne staze	Materijal merne staze
		DN	NPS	PN	Class		
MSB	A (Pravougla ulazna ivica)	15	1/2	16	300	X (Sa prirubnicama) Y (Za zavarivanje)	1 (1.4404) 2 (1.4307) 3 (Ostalo)
	B (Konusna ulazna ivica)	do	do	do	do		
	C (Ulazna ivica četvrt kruga)	40	6/4	100	600		
	D (Ekscentrična)						
	E (Sa više otvora)						

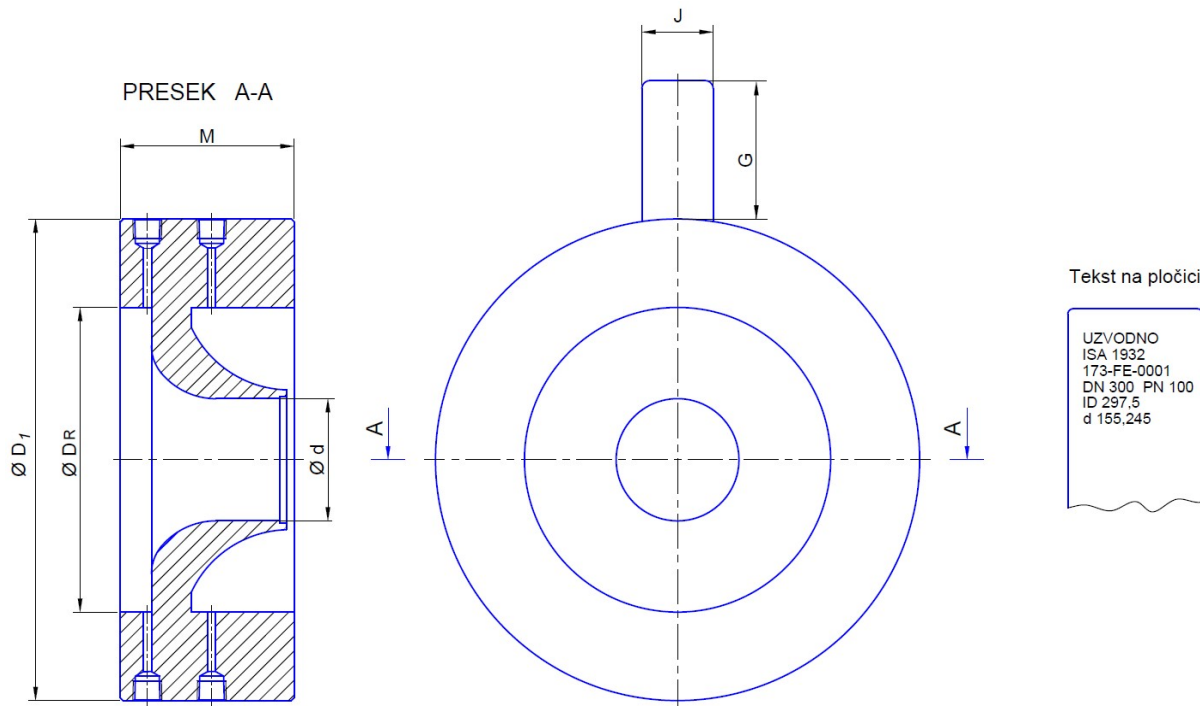
Primer poručivanja: **MSB-A-25-16-X-1**

Merna staza sa blendom sa pravouglom ulaznom ivicom, nominalni prečnik 25 mm, nominalni pritisak 16 bar, za ugradnju preko prirubnica, materijal merne staze AISI 304L.

■ ISM MLAZNICA ISA 1932

Primena:

Mlaznica ISA 1932 je dimenzionalno stabilnija od mernih blendi, naročito u primenama gde fluid ima veliku temperaturu i struji velikom brzinom. Kada su mlaznica i merna blenda dimenzionisane sa istim odnosom prečnika β , za isti protok trajni pad pritiska za mlaznicu je značajno manji u poređenju sa mernom blendom. Mlaznice su preporučeni tip mernog elementa za merenje protoka zasićene i pregrejane vodene pare.



Konstrukcija:

Profil mlaznice ISA 1932 karakterišu dva kružna luka koji povezuju ravan ulazni deo i cilindrično grlo.

Granice upotrebe:

Unutrašnji prečnik cevovoda	$50 \text{ mm} \leq D \leq 500 \text{ mm}$
Odnos prečnika	$0,3 \leq \beta \leq 0,8$
Rejnoldsov broj	$7 \times 10^4 \leq Re_D \leq 10^7$ za $0,3 \leq \beta < 0,44$
	$2 \times 10^4 \leq Re_D \leq 10^7$ za $0,44 \leq \beta < 0,8$
Za kompresibilne fluide	$p_2 / p_1 \geq 0,75$

Podaci za izbor i poručivanje:

Model	Izvedba	Nominalni prečnik		Nominalni pritisak		Tip priključaka za Δp	Materijal kućišta	Materijal mlaznice
		DN	NPS	PN	Class			
ISM	A (Sa priрубnicama)	50	2	16	300	T1 (Tip 1)	1 (1.0503) 2 (1.4404) 3 (1.4307)	1 (1.4404) 2 (1.4307)
	B (Sa krajevima za zavarivanje)	do	do	do	do	T2 (Tip 2)		
	C (Za ugradnju između priрубnica)	500	20	100	600	T3 (Tip 3) T4 (Tip 4) T5 (Tip 5) T6 (Tip 6)		

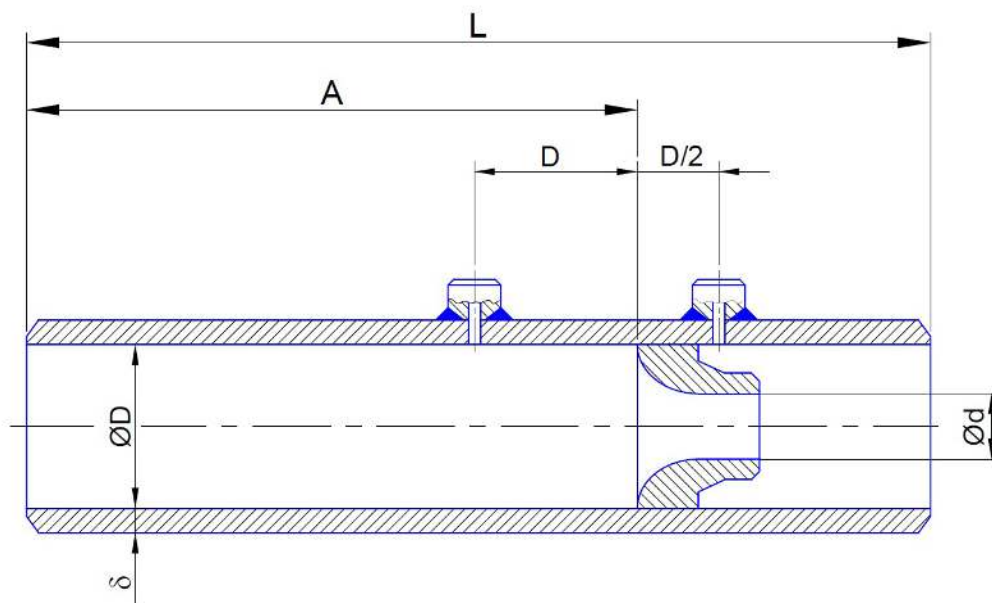
Primer poručivanja: ISM-C-300-16-T1-1-2

Mlaznica ISA 1932 za ugradnju između priрубnica (Wafer type), sa priključcima G1/2" muški za merenje Δp , nominalni prečnik 300 mm, nominalni pritisak 16 bar, materijal kućišta ugljenični čelik C45, materijal mlaznice AISI 304L.

■ DRM MLAZNICA SA DUGIM RADIJUSOM

Primena:

Ove mlaznice su preporučeni tip mernog elementa za merenje protoka zasićene i pregrejane vodene pare kao i fluida koji imaju visoku temperaturu.



Mlaznica dug radijus

	DN	50	65	80	100	150	200
	NPS	2	2½	3	4	6	8
A	mm	200	260	300	440	600	800
L	mm	300	390	500	660	900	1200

Konstrukcija:

Profil mlaznice sa dugim radijusom karakteriše eliptični profil koji povezuje ravan ulazni deo i cilindrično grlo.

Granice upotrebe:

Unutrašnji prečnik cevovoda	$50 \text{ mm} \leq D \leq 630 \text{ mm}$
Odnos prečnika	$0,2 \leq \beta \leq 0,8$
Rejnoldsov broj	$10^4 \leq Re_D \leq 10^7$
Za kompresibilne fluide	$p_2 / p_1 \geq 0,75$

■ Podaci za izbor i poručivanje:

Model	Izvedba	Nominalni prečnik		Nominalni pritisak		Tip priključaka za Δp	Materijal kućišta	Materijal mlaznice
		DN	NPS	PN	Class			
DRM	A (Sa priрубnicama)	50 do 200	2 do 8	16 do 100	300 do 600	T1 (Tip 1)	1 (1.0503)	1 (1.4404)
	T2 (Tip 2)							
	B (Sa krajevima za zavarivanje)					T3 (Tip 3)	2 (1.4404)	2 (1.4307)
						T4 (Tip 4)	3 (1.4307)	
						T5 (Tip 5)		
						T6 (Tip 6)		

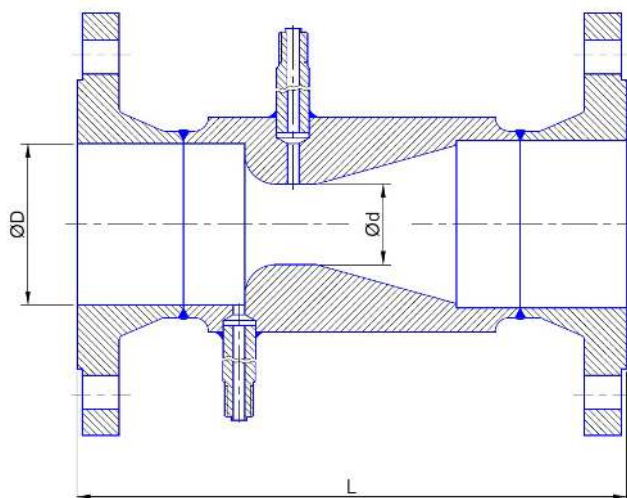
Primer poručivanja: **DRM-B-200-16-T1-1-2**

Mlaznica dug radijus sa krajevima za zavarivanje u cevovod, sa priključcima G1/2" muški za merenje Δp , nominalni prečnik 200 mm, nominalni pritisak 16 bar, materijal kućišta ugljenični čelik C45, materijal mlaznice AISI 304L.

■ VTM VENTURI MLAZNICA

Primena:

Venturi mlaznica je primarni uređaj koji objedinjuje najbolje osobine Venturi cevi i mlaznice. Imaju relativno mali trajni pad pritiska i pogodni su za merenje protoka korozivnih i abrazivnih fluida koji struje velikom brzinom.



Venturi mlaznica

	DN	50	65	80	100	150	200
	NPS	2	2½	3	4	6	8
L	mm	180	220	230	290	380	440

Konstrukcija:

Dimenzije Venturi mlaznice zavise od odnosa prečnika β , unutrašnjeg prečnika cevi i nazivnog pritiska. U prethodnoj tabeli data je samo orjentaciona ukupna dužina Venturi mlaznice.

Granice upotrebe:

Prečnik grla mlaznice	$d \geq 50 \text{ mm}$
Unutrašnji prečnik cevovoda	$65 \text{ mm} \leq D \leq 500 \text{ mm}$
Odnos prečnika	$0,316 \leq \beta \leq 0,775$
Rejnoldsov broj	$1,5 \times 10^4 \leq Re_D \leq 2 \times 10^6$
Za kompresibilne fluide	$p_2 / p_1 \geq 0,75$

Podaci za izbor i poručivanje:

Model	Izvedba	Nominalni prečnik		Nominalni pritisak		Tip priključaka za Δp	Materijal kućišta	Materijal mlaznice
		DN	NPS	PN	Class			
VTM	A (Sa priрубnicama)	50	2	16	300	T1 (Tip 1)	1 (1.0503)	1 (1.4404)
	B (Sa krajevima za zavarivanje)	do 200	do 8	do 100	do 600	T2 (Tip 2)		
						T3 (Tip 3)	2 (1.4404)	2 (1.4307)
						T4 (Tip 4)	3 (1.4307)	
						T5 (Tip 5)		
						T6 (Tip 6)		

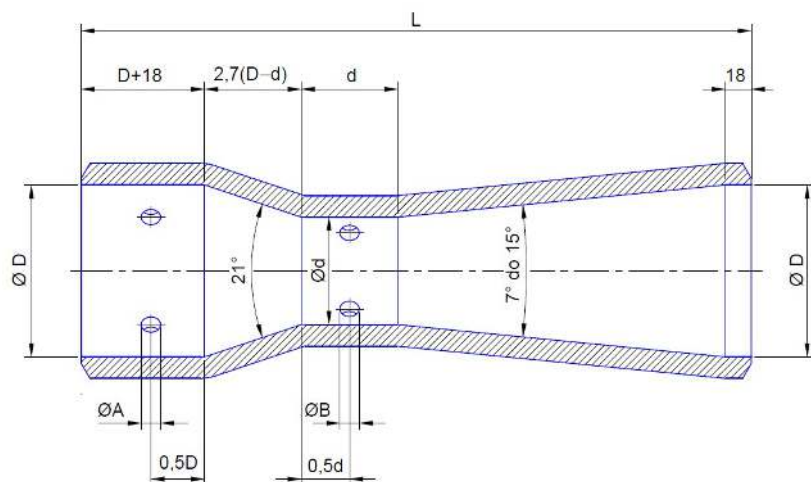
Primer poručivanja: **VTM-C-200-16-T1-1-2**

Venturi mlaznica, sa priključcima G1/2" muški za merenje Δp , nominalni prečnik 200 mm, nominalni pritisak 16 bar, materijal kućišta ugljenični čelik C45, materijal mlaznice AISI 304L.

■ VTC VENTURI CEV

Primena:

Venturi cev stvara izuzezno mali trajni gubitak pritiska pa se može preporučiti za sve procesne fluide gde se zahteva mali trošak u eksploataciji. Takođe je VTC pogodna za merenje protoka prljavih fluida kao i fluida koji sa sobom nose čvrste čestice.



Za $d \geq 33,3 \text{ mm}$ $\varnothing A \leq 0,1D$ i $4 \text{ mm} \leq A \leq 10 \text{ mm}$ $\varnothing B \leq 0,13d$ i $4 \text{ mm} \leq A \leq 10 \text{ mm}$
 Za $d < 33,3 \text{ mm}$ $0,1d \leq A \leq 0,1D$ $0,1d \leq B \leq 13d$

	DN	50	65	80	100	125	150	200	250
	NPS	2	2½	3	4	5	6	8	10
L	mm	L	L	L	L	L	L	L	L

Konstrukcija:

Dimenzije Venturi cevi zavise od odnosa precnika β , unutrašnjeg prečnika cevi i nazivnog pritiska. U prethodnoj tabeli dato je samo područje prečnika za koje se rade Venturi cevi sa mašinski obrađenim konvergentnim delom prema standardu SRPS ISO 5167.

Granice upotrebe:

Unutrašnji prečnik cevovoda	$50 \text{ mm} \leq D \leq 350 \text{ mm}$
Odnos prečnika	$0,4 \leq \beta \leq 0,75$
Rejnoldsov broj	$2 \times 10^5 \leq Re_D$
Za kompresibilne fluide	$p_2 / p_1 \geq 0,75$

Podaci za izbor i poručivanje:

Model	Izvedba	Nominalni prečnik		Nominalni pritisak		Tip priključaka za Δp	Materijal venturi cevi
		DN	NPS	PN	Class		
VTC	A (Sa prirubicama) B (Sa krajevima za zavarivanje)	50	2	16	300	T1 (Tip 1) T2 (Tip 2) T3 (Tip 3) T4 (Tip 4) T5 (Tip 5) T6 (Tip 6)	1 (1.0503) 2 (1.4404) 3 (1.4307)
		do	do	do	do		
		350	14	100	600		

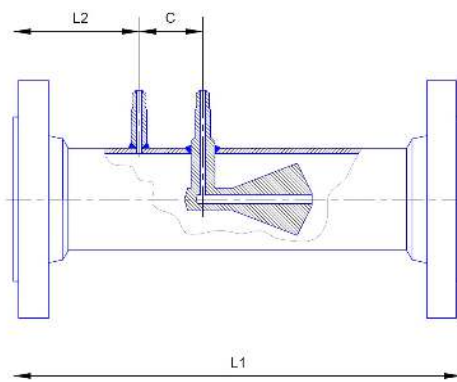
Primer poručivanja: **VTC-B-200-16-T1-2**

Venturi cev sa mašinski obrađenim konvergentnim delom, sa prirubicama, sa priključcima G1/2" muški za merenje Δp , nominalni prečnik 200 mm, nominalni pritisak 16 bar, materijal venturi cevi AISI 316L.

■ KUS KONUSNI UREĐAJ

Primena:

KUS konusni primarni uređaj je preporučeni tip za sve procesne fluide (tečnosti, gasove i pare). Pad pritiska na konusnom primarnom uređaju je izuzetno stabilan već pri 0,25 mbar, pa je moguće meriti protok kroz široko merno područje (10:1) sa uobičajenim opsegom diferencijalnog pritiska. Kod konusnog primarnog uređaja protočni poprečni presek se postepeno menja pa je tokom vremena dimenziono vrlo stabilan, sa vrlo malim trajnim gubitkom pritiska, sa vrlo niskim nivoom šuma a zahteva vrlo kratke deonice pravog cevovoda (uzvodno je dovoljno do 3D, a nizvodno do 1D). Uz kalibraciju uređaja merna nesigurnost koeficijenta isticanja je do $\pm 0,5\%$. Može se preporučiti u primenama kada merni fluid sadrži čestice druge faze (tečnost koja sadrži mehure vazduha, para sa kapljicama kondenzata...). Ispred ovog primarnog uređaja ne može doći do akumuliranja druge faze, čime se sprečava pulsiranje protoka.



Konstrukcija:

U sledećoj tabeli su date dimenzije konusnog uređaja.

	DN	15	20	25	40	50	65	80	100	125	150	200
C	mm	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
L₁ (mm) Nazivni pritisak	6	210	220	200	260	300	300	360	400	560	560	660
	10	210	220	200	260	300	300	360	400	560	560	660
	16	210	220	200	260	300	300	360	400	560	560	660
	25	210	220	205	265	300	300	370	410	570	570	670
	40	210	220	205	265	300	300	370	410	570	570	670
	64	230	240	300	320	340	360	410	460	620	620	720
L₂ (mm) Nazivni pritisak	6	80	85	65	75	90	90	90	100	110	110	130
	10	80	85	65	75	90	90	90	100	110	110	130
	16	80	85	65	75	90	90	90	100	110	110	130
	25	80	85	70	80	90	90	100	110	120	120	140
	40	80	85	70	80	90	90	100	110	120	120	140
	64	90	95	120	130	130	140	140	160	170	170	190
100	90	95	120	130	130	140	140	160	170	170	190	

Granice upotrebe:

Unutrašnji prečnik cevovoda	$50 \text{ mm} \leq D \leq 500 \text{ mm}$
Odnos prečnika	$0,45 \leq \beta \leq 0,75$
Rejnoldsov broj	$8 \times 10^4 \leq Re_D \leq 1,2 \times 10^7$
Za kompresibilne fluide	$p_2 / p_1 \geq 0,75$

Podaci za izbor i poručivanje:

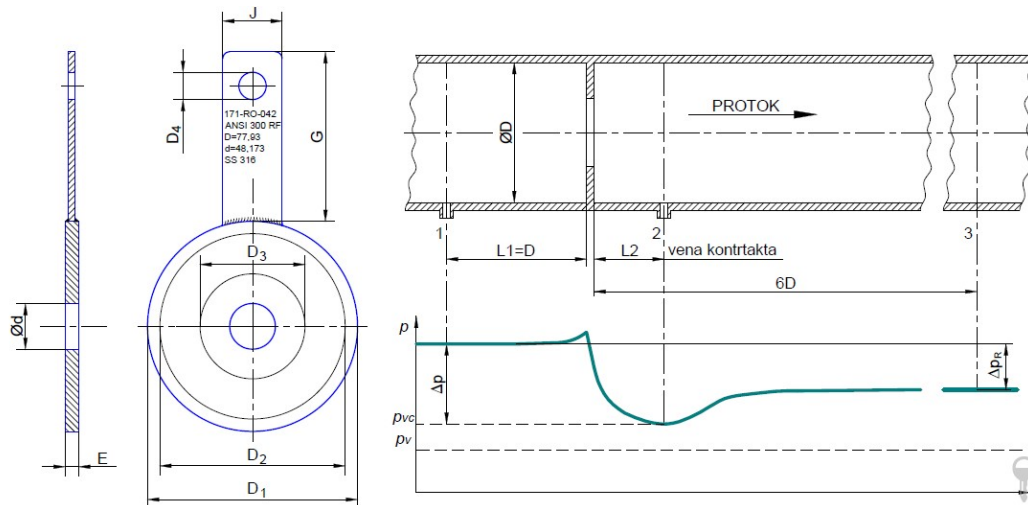
Model	Izvedba	Nominalni prečnik		Nominalni pritisak		Tip priključaka za Δp	Materijal kućišta	Materijal konusa
		DN	NPS	PN	Class			
KUS	A (Sa priрубnicama) B (Sa krajevima za zavarivanje)	50 do 200	2 do 8	16 do 100	300 do 600	T1 (Tip 1) T2 (Tip 2) T3 (Tip 3) T4 (Tip 4) T5 (Tip 5) T6 (Tip 6)	1 (1.0503) 2 (1.4404) 3 (1.4307)	1 (1.4404) 2 (1.4307)

Primer poručivanja: **KUS-A-150-16-T1-1-2**

■ SHR PRIGUŠNA BLENDA SA JEDNIM OTVOROM

Primena:

Standardna blenda sa pravouglom ulaznom ivicom se koristi za ograničenje protoka ili za kreiranje pada pritiska. Kod prigušnih blendi se izlazna ivica ne obara. U primenama gde je radni fluid tečnost ispituje se i nivo kavitacije, dok se za gasove ispituje mogućnost kritičnog strujanja.



Δp_R - zahtevani pad pritiska na prigušnoj blendi

p_{vc} - pritisak u vena kontrakta

p_v - pritisak isparavanja tečnosti

Konstrukcija:

Kako je kod prigušne blende pad pritiska obično mnogo veći u poređenju sa mernom blendom to se kod nje obavezno vrši provera debljine ploče da se izbegne plastična deformacija

■ Podaci za izbor i poručivanje:

Model	Tip	Nominalni prečnik		Nominalni pritisak		Materijal
		DN	NPS	PN	Class	
SHR	A (Potkritično strujanje)	15	1/2	16	300	1 (1.4404/AISI 316L) 2 (1.4307/AISI 304L)
	B (Kritično strujanje)	do 1000	do 40	do 100	do 600	

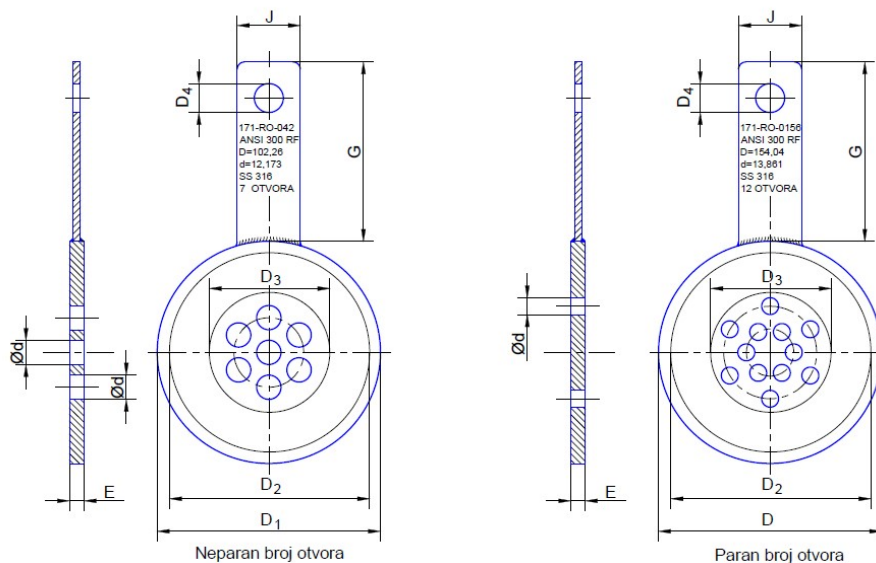
Primer poručivanja: **SHR-A-65-16-F-2**

Prigušna blenda sa jednim otvorom za potkritično strujanje, nominalni prečnik 65 mm, nominalni pritisak 16 bar, materijal blende AISI 304L.

■ MHR PRIGUŠNA BLENDA SA VIŠE OTVORA

Primena:

Otvori su sa pravouglom ulaznom ivicom bez obaranja ivice na nizvodnoj strani. Broj, raspored i veličina otvora se izračunavaju tako da se ostvari zahtevani pad pritiska uz maksimalno smanjenje buke. Debljina ploče zavisi od zahtevanog pada pritiska. U primenama gde je radni fluid tečnost ispituje se i nivo kavitacije, dok se za gasove proverava mogućnost kritičnog strujanja.



Konstrukcija:

Kako je kod prigušne blende pad pritiska obično mnogo veći u poređenju sa mernom blendom to se kod nje obavezno vrši provera debljine ploče da se izbegne plastična deformacija

■ Podaci za izbor i poručivanje:

Model	Tip	Nominalni prečnik		Nominalni pritisak		Materijal
		DN	NPS	PN	Class	
MHR	A (Potkritično strujanje)	15	1/2	16	300	1 (1.4404/AISI 316L) 2 (1.4307/AISI 304L)
	B (Kritično strujanje)	do 1000	do 40	do 100	do 600	

Primer poručivanja: **MHR-A-80-16-F-2**

Prigušna blenda sa više otvora za potkritično strujanje, nominalni prečnik 80 mm, nominalni pritisak 16 bar, materijal blende AISI 304L.