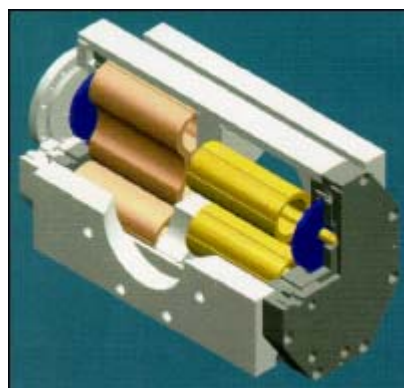
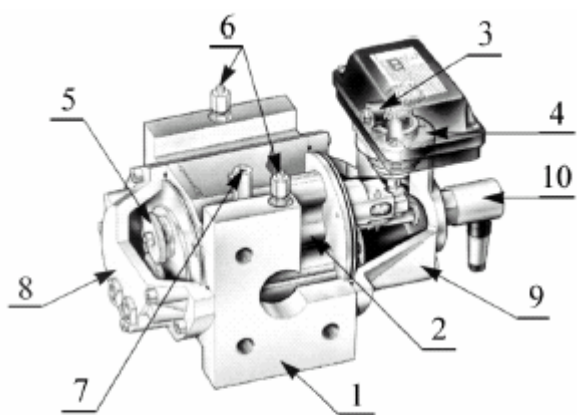
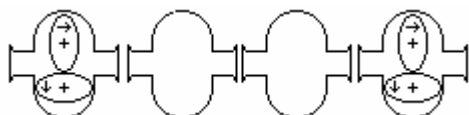


Snímače průtoku kapalin - objemové

Objemové snímače průtoku – rotační plynoměry

Dávkovací průtokoměry – pracuje na principu plnění a vyprazdňování komor definovaného objemu tak, aby průtok tekutiny snímačem byl plynulý a měření spojitě. Funkce snímače tohoto typu je na sobě se odvalujícími oválnými písty. Výstupem průtokoměru jsou impulsy indukčního snímače otáček rotujících pístů, z nichž lze převodníkem frekvence – napětí odvodit okamžitý objemový průtok Q_V a integrací otáček celkově proteklé množství tekutiny.



Obr. 5.29 – Rotační plynoměr – částečný řez,
fa PREMAGAS

Legenda: 1 – těleso plynoměru; 2 – otočné písty;
3 – počítadlo s NF snímačem; 4 – magnetická spojka;
5 – ozubený synchronní převod; 6 – přípojky pro odběr tlaků;
7 – teplotní jímka; 8 – zadní kryt; 9 – kryt převodů;
10 – VF snímač

Výhody rotačních plynoměrů:

- velký měřicí rozsah (1 : 200 a větší)
- malá tlaková ztráta (cca 400 Pa)
- dobrá časová stálost
- dobrá opakovatelnost
- dobrá přesnost (do ± 1 %)
- nejsou nutné usměrňovací potrubí
- nízká hmotnost

Nevýhody rotačních plynoměrů:

- vytváří rezonance a oscilace
- nutná eliminace pnutí z potrubí
- nutná kontrola výšky oleje při provozu
- před transportem je nutné vypustit olej
- při transportu chránit před otřesy
- vyšší pořizovací cena

Zvonové plynoměry

Zvonový plynoměr – je tvořen nádrží s kapalinou (voda, olej), do které je ponořen zvon vyvažovaný protizávažím. Do kapalinou uzavřeného prostoru pod zvonom se přivádí plyn zvedající zvon. Změna výšky zvonu za časovou jednotku udává objemový průtok přitékajícího plynu.

Bubnový plynoměr – je mnoho komorové měřidlo s odměrnými prostory různých konstrukcí tvořícími buben otáčivě uložený v tělese, které je do určité výšky zaplněno vodou. Plyn vstupuje do bubnu, plní odměrnou komoru a zároveň bubnem otáčí tak, aby se po jejím naplnění otevřel výstupní otvor a plyn pokračoval v průtoku. V okamžiku výstupu musí být vstup zavřený. Průtok je dán počtem otáček za časovou jednotku.



Měchový plynoměr – má měrný prostor rozdělen měchem (membránou) na dvě komory, jejichž plnění a vyprazdňování přepíná šoupátkový rozvod. Hnací síla je odvozena od tlakového rozdílu na měchu. Systém je vybaven blokadí zpětného chodu.

Hmotnostní snímače průtoku

Coriolisův průtokoměr

Princip měření spočívá ve vyhodnocování deformace měřicí trubice působené Coriolisovou silou. Coriolisova síla vzniká při průtoku tekutiny záměrně rozkmitanou měřicí trubicí. Deformace, způsobená Coriolisovou silou, je velmi malá a projeví fázovým posuvem snímaných kmitů. Obecně si Coriolisovu sílu můžeme představit jako sílu, která vzniká na rotujícím systému a působí na těleso, které se v tomto systému pohybuje. Např. jestliže se otáčí kotouč úhlovou rychlostí ω a po něm se pohybuje hmotný bod radiálním směrem (od středu směrem ven), působí na něj kromě odstředivé síly také síla F_c , která je úměrná hmotě bodu m , rychlosti jeho pohybu v a rychlosti otáčení ω . Této síle, která vlastně bod vychyluje, říkáme Coriolisova síla F_c .
Název dostala po panu Coriolisovi (1792-1843), který ji první definoval.

$$F_c = 2 \cdot m \cdot (v \times \omega) = -2 \cdot m \cdot (\omega \times v)$$

Coriolisovo zrychlení:

$$a_c = 2(v \times \omega)$$

V přírodě je možné tento jev pozorovat při vypouštění vody z umyvadla (vznikne vír, který se na severní polokouli točí vpravo a na jižní vlevo), v omílání břehů, v opotřebování kolejnic v zatáčkách, v meteorologii.

Měřicí trubice různých tvarů jsou rozkmitány elektromagnetickými cívkami a kmity mají sinusový průběh. Kmity se pak snímají indukčními snímači. Pokud měřicí trubicí neprotéká žádné médium, indukuje se napětí o stejné amplitudě. V okamžiku, kdy začne protékat plyn, začne na měřicí trubicí také periodicky působit Coriolisova síla. Ta změní průběh kmitů, (trubky se vlní), síla deformuje měřicí trubicí a fázový posun snímaných kmitů indukčním snímačem je úměrný hmotnostnímu průtoku Q_m .

Tvary měřicí trubice mohou být různorodé, např. ve tvaru **U**, **Ω**, **S**, ale existují i varianty s přímým potrubím.

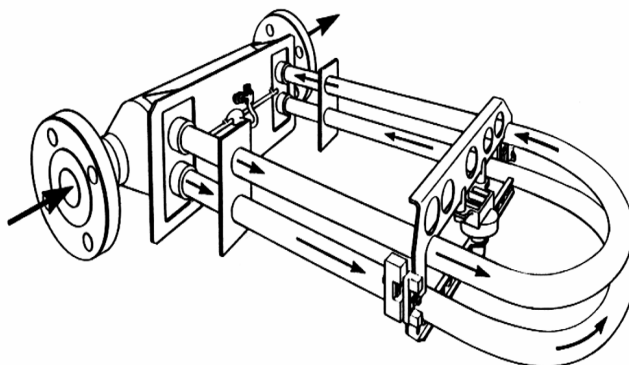
Podle počtu měřicích trubic dělíme průtokoměry na **jednotrubkové** a **dvoutrubkové** (paralelní). Každý z těchto systémů má určité přednosti.

Jednotrubkové provedení je konstrukčně jednodušší, neboť odpadá nutnost rozdělovače a slučovače. Je vhodné pro měření znečištěných médií, při nebezpečí ucpávání, silném usazování. Také mají podstatně vyšší tlakovou ztrátu.

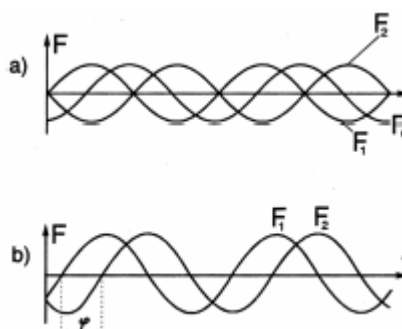
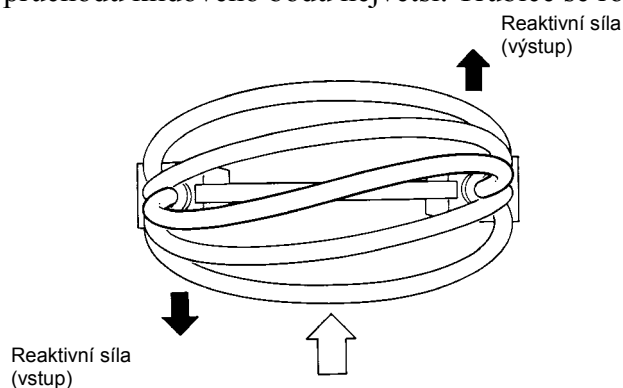
Dvoutrubkový systém (párový) dosahuje vyšší přesnosti, protože se vyhodnocují dva nezávislé průběhy.

Princip:

- a) Rozkmitání první a druhé trubky se děje v protifázi sinusového tvaru. Obě měřicí trubky kmitají kolem osy otáčení systému a pokud neprotéká žádná tekutina, indukují se ve snímačích napětí o stejné amplitudě a jsou fázově o 180° posunuty. Coriolisova síla je nulová.



V okamžiku, kdy začne tekutina proudit měřicími trubicemi, začne působit periodicky Coriolisova síla F_c . F_1 a F_2 jsou síly působící na rozkmitané měřicí trubice. F_c je posunuta o 90° , protože je při průchodu klidového bodu největší. Trubice se rozvlní.



b) Superpozicí síly F_c na síly F_1 a F_2 vznikají síly F_1' a F_2' , které jsou vzájemně posunuty o úhel φ . Tento fázový posun odpovídá fázovému posunu snímání kmitů indukčními snímači a je úměrný hmotnostnímu průtoku Q_m .

Měření je přesnější, čím je amplituda snímaného signálu větší. Tím jsou ale více namáhány měřicí trubice, což může mít vliv na jejich životnost.

Nejčastěji se používají nerezové oceli, titanové nebo zirkoniové slitiny např. Hastelloy, Tantal, Inconel 686 aj. Nerezová ocel se může použít tam, kde se nevyskytuje chlor nebo halogenové prvky.

Při montáži do horizontální polohy se nedoporučuje, aby měřicí místo bylo v nejvyšším bodě. Zabudováním průtokoměru do potrubí s měřicími trubicemi otočenými nahoru se zabráňuje hromadění kondenzátu při měření plynů a par. Při instalaci do svislého potrubí, tzv. vlajková pozice, se zase dosahuje samočisticího efektu. Při průtoku zdola nahoru je výhodou snadné proplachování a samovyprazdňování. Také bubliny a nečistoty unikají samovolně z měřicí trubice. Na průtokoměry by neměly působit žádné vibrace ani pnutí.

Coriolisovy průtokoměry mají velkou výhodu, že nevyžadují ustálený rychlostní profil proudění, a tudíž není nutné **žádné rovné usměrňování potrubí** před a za průtokoměrem.

Největší předností Coriolisových průtokoměrů je jejich **vysoká přesnost**. Vzhledem k tomu, že se jedná o měřidlo bez pohybujících se částí, je **životnost velmi vysoká**, a zaručuje výbornou opakovatelnost a reprodukovatelnost měření. Tyto argumenty jsou protiváhou proti **vyšší pořizovací ceně**.

Měření v hmotnostních jednotkách má určité výhody. Např. je-li jako výstup požadován údaj v objemových jednotkách přepočtených na vztažné podmínky, stačí údaj ve hmotnostních jednotkách podělit hustotou za vztažných podmínek.

Hmotnostní průtok je možné měřit až do velikosti 20 tun za minutu. Teplota měřeného média může být -200 °C až +430 °C a tlak do 80 MPa. Světlost potrubí může být od DN 1 až po DN 250 (425). Přesnost měření je $\pm 0,5\%$ a lepší. Měřicí rozsah je 1 : 50 a vyšší (až 1 : 500).

Výhody Coriolisových průtokoměrů:

- vysoká přesnost měření
- nemá žádné pohybující se části
- nepotřebuje usměrňovací potrubí
- dobrá opakovatelnost a reprodukovatelnost
- široký rozsah provozních podmínek
- použití pro plyny, kapaliny až pro tekuté látky s velmi vysokou viskozitou

- možnost kalibrace vodou i pro měření plynu

Nevýhody Coriolisových průtokoměrů:

- velká tlaková ztráta u některých provedení
- musí se chránit proti vibracím a pnutím
- vysoké pořizovací náklady



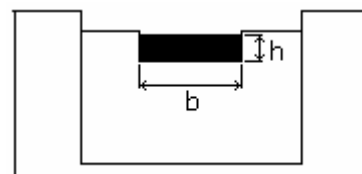
Měření průtoku v otevřených kanálech

Měření objemového průtoku v otevřených kanálech se realizuje třemi způsoby:

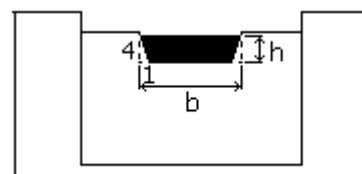
- 1/ **využití přelivů**, přes které protéká měřená kapalina
- 2/ **stanovením výšky hladiny v měřícím žlabu**
- 3/ **stanovením rychlosti v definovaném průtočném profilu**

Nejpoužívanější metodou pro měření průtoku v otevřených kanálech je **užití přelivů**, což jsou konstrukce, přes které přepadá měřená kapalina. Hrana přelivu musí být jednostranně upravena do břitu a stěna přelivu musí být svislá a hladká. Mezi standartně užívané typy patří obdélníkový, lichoběžníkový, trojúhelníkový a kruhový.

1/ **obdélníkový** – pro měření v rozmezí od $0,005 \text{ ms}^{-1}$ do jednotek ms^{-1} .
Hodnota průtoku Q_V v závislosti na vzduť hladiny h před hranou přelivu je dána vztahem: $Q_V = m \cdot b \cdot h^{3/2} [\text{ms}^{-1}]$
Nejpřesnějších výsledků dosáhneme při vzduť hladiny $0,1 - 0,5 \text{ m}$ a při šířce přelivu $0,5 - 2 \text{ m}$.



2/ **lichoběžníkový přeliv** – konstrukčně se provádí se sklonem šikmých hran v poměru 4:1. Při poměru šířky k výšce b/h v rozmezí $3 - 10$, rozsahu vzduť kapaliny $h = 0,08 - 0,6 \text{ m}$ a dostatečné vzdálenosti hran výřezu od stěn a dna kanálu je objemový průtok $Q_V = 1,86 \cdot b \cdot h^{3/2} [\text{ms}^{-1}]$

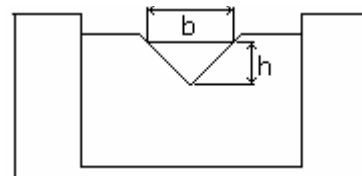


3/ **trojúhelníkový přeliv** – je vhodný pro přesná měření malých průtoků. Označíme-li vrcholový úhel trojúhelníka 2α , bude pro objemový průtok Q_V platit:

$$Q_V = m \cdot \text{tg} \alpha \cdot h^{5/2} [\text{ms}^{-1}]$$

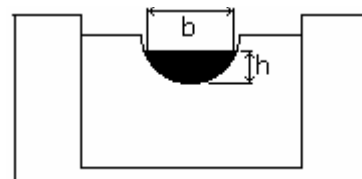
Při vrcholovém úhlu $2\alpha = 90^\circ$ je v rozsahu vzduť hladiny $h = 0,05 - 0,18 \text{ m}$ pak je

$$Q_V = 1,4 \cdot h^{5/2} [\text{ms}^{-1}]$$



4/ **kruhový přeliv** – používá se pro měření malých průtoků a jeho přednost je v tom, že při instalaci odpadá problém s vyrovnáváním přepadové hrany. Objemový průtok Q_V je určen:

$Q_V = m \cdot q \cdot d^{5/2} [\text{ms}^{-1}]$ q – průtok před přelivem o průměru $D = 0,1 \text{ m}$ a m je součinitel přepadu



Příklad: [Fontana R s.r.o.](#)