



## Neinvazivní měření průtoku v podzemních zásobnících plynu

- Podzemní zásobníky plynu
  - plyn v hlavě zásobníku
  - vstřikování inhibitorů
  - sušení plynu
  - snižování rosného bodu uhlovodíků
  - stlačování plynu
- Přímé měření při výstavbě kaveren
  - měření hustoty a průtoku
- Měření průtoku LPG

- osvědčené
- přesné
- bezpečné

Przedsiębiorstwo Automatykacji i Pomiarów Introl Sp. z o.o.  
ul. Kościuszki 112, 40-519 Katowice, Polsko  
tel.: +420 603 381 153  
e-mail: [introl@introl.cz](mailto:introl@introl.cz)

# FLUXUS® – neinvazivní měření průtoku

## Nejlepší řešení

Převážná většina průtoků se měří jen v jednom směru. Toto pravidlo však neplatí pro systémy zásobníků plynu, kde je potřeba přesně měřit průtok v obou směrech. Plyn je nejen vstřikován do zásobníku za účelem uskladnění, ale také vytlačován zpět do sítě. Tento proces probíhá v závislosti na aktuální poptávce a spotřebě plynu. Tyto podmínky jsou ideální pro neinvazivní měření průtoku.

Inženýři objektů na skladování plynů musí při měření zohlednit velmi specifické podmínky, jako jsou vysoký tlak a intenzita průtoku během vstřikování plynu a ještě větší tlak a větší intenzita průtoku při jeho vytlačování zpět do sítě. V závislosti na geologické formaci zásobníku je vytlačovaný plyn často navlhly a může přenášet vodu v kapalném skupenství.



### Přední technologie

V mnoha projektech na celém světě představují neinvazivní průtokoměry řady FLUXUS® G to nejoptimálnější řešení. Průtokoměry na měření plynu fungují na stejném principu jako průtokoměry kapalin - na základě rozdílu mezi tranzitními časy ultrazvukového signálu (time of flight). Ve srovnání s přístroji, které fungují na základě měření rozdílového tlaku (měřicí clony), nabízí ultrazvuková metoda přesné a spolehlivé měření při téměř neomezené intenzitě průtoku, nezávisle na jeho směru. Měřicí sondy se instalují na vnější stěny potrubí - díky tomu nejsou vystaveny opotřebení a nezpůsobují pokles tlaku. Průtokoměr nevyžaduje instalaci žádných dalších přírub a lze jej namontovat za plného provozu systému.

Řada přístrojů FLUXUS® G se skládá z mobilních a stacionárních zařízení certifikovaných pro provoz v zónách ohrožených výbuchem ATEX I a II. Snímače jsou jediná zařízení na trhu, které mohou spolupracovat s měřicími sondami fungujícími na základě technologie LAMB WAVES a SHEAR WAVES. Díky tomu je měřicí systém připraven pracovat v těch nejnáročnějších prostředích. Každý pár měřících sond je přímo u výrobce kalibrován "mokrou cestou". Data o kalibraci jsou uložena v paměti, která je trvale vestavěna v sondě. Po připojení sond ke snímači jsou tato data automaticky načtena.

### Osvědčená přesnost

Neinvazivní měřidla průtoku plynu značky FLEXIM získaly uznání mnoha předních plynárenských firem. Přístroje byly testovány ve známých a nezávislých kalibračních laboratořích.

S ohledem na požadavky kladené na podzemní skladování plynů byla nedávno provedena analýza v CEESI (Colorado Experiment Engineering Station Inc.), která měla ověřit funkčnost přístrojů při měření průtoku mokrého plynu. I při vysokém objemovém podílu kapalných částic naměřil průtokoměr přesné výsledky.

Výhody neinvazivního měření se nevztahují pouze na plynná média. Řada přístrojů FLUXUS® F představuje ideální řešení na měření průtoku kapalin - např. vody nebo glykolu. S použitím nástavce Wave-Injector®, který si firma FLEXIM nechala patentovat, lze měření provádět i při extrémních teplotách média. Průtokoměry řady FLUXUS® F lze použít na měření zkapalněného zemního plynu (LNG).

### Unikátní vlastnosti průtokoměrů řady FLUXUS® G:

- Každý pár měřících sond je kalibrován mokrou cestou a dodáván spolu s certifikátem o kalibraci.
- Dobře zvolené a spárované měřicí sondy zaručují vysokou a stálou přesnost.
- Lze měřit průtok mokrého plynu.
- Prakticky bezúdržbové měření průtoku.



### Technické vlastnosti:

<b>Princip měření</b>	korelace rozdílu tranzitního času
<b>Rychlost průtoku</b>	0,01 - 35 m/s, v závislosti na velikosti potrubí
<b>Opakovatelnost</b>	0,15% naměřené hodnoty $\pm 0,01$ m/s
<b>Přesnost (při plně symetrickém profilu průtoku)</b>	objemový proud: $\pm 1$ až 3% naměřené hodnoty $\pm 0,01$ m/s podle typu aplikace $\pm 0,5\%$ naměřené hodnoty $\pm 0,01$ m/s s lokální kalibrací
<b>Rozsah průměru potrubí</b>	7 - 1600 mm
<b>Rozsah tloušťky stěny</b>	0,5 - 50 mm
<b>Provozní tlak</b>	bez omezení

- Snímač je kompatibilní se sondami LAMB WAVES i SHEAR WAVES.
- Práce průtokoměru odpovídá ANSI/ASME MFC-5M-1985 (R2001) – teplotní kompenzace.

#### Hlavní výhody neinvazivních průtokoměrů FLUXUS® při měření v oblasti skladování plynů:

- obousměrné měření, přístroj měří průtok v obou směrech
- velmi široký měřicí rozsah >100:1
- žádné ztráty tlaku
- měření není nijak dotčeno nečistotami a vlhkostí v plynu
- výsledek měření neovlivňují žádné ventily ani kompresory
- přesné a opakovatelné měření i při nízkých intenzitách průtoku
- velmi dobrá a stabilní dlouhodobá přesnost
- měření nezávislé na vodivosti a tlaku média
- přístroje jsou vhodné pro jakýkoli průměr potrubí a jakoukoli tloušťku stěny
- měření v aktuálních a normalizovaných jednotkách
- pevné a odolné měřicí systémy, i pro použití na moři
- žádné riziko úniku měřeného média
- žádné opotřebení a riziko ucpání potrubí
- certifikace pro nebezpečné zóny, vysoká bezpečnost obsluhy a objektu
- možnost využití u potrubí s katodickou ochranou.



## 1 Plyn v hlavě zásobníku

Tlak při vstřikování (vhánění plynu do nádrže) a odběru plynu závisí na typu nádrže, ale vždy dosahuje značných hodnot (275 a více barů). Konvenční průtokoměry fungující na principu měření rozdílového tlaku se zde neosvědčují z hlediska přesnosti ani spolehlivosti měření. Tato zařízení mají nízký měřicí rozsah a způsobují nežádoucí ztráty tlaku. Pevné částice unášené proudem plynu se mohou hromadit, což vytváří také riziko ucpaní potrubí. Všechny tyto faktory zvyšují náklady na údržbu a servis clonových měřidel, což souvisí s dočasnou odstávkou systému.

Jako daleko lepší varianta se tedy ukazuje možnost měřit průtok zvenku na potrubí. Ultrazvukové měření nabízí vysoce přesné výsledky v obou směrech průtoku a zároveň velmi široký měřicí rozsah.

Takto dokáže jeden průtokoměr FLUXUS® G nahradit dva nebo i více konvenčních přístrojů. Měřicí sondy nikdy nepřijdou do přímého styku s médiem uvnitř potrubí, proto také nejsou vystaveny tření v důsledku kontaktu s pevnými částicemi či erozi, způsobené hydráty obsaženými v médiu. Neinvazivní průtokoměry řady FLUXUS® G navíc nezpůsobují žádné poklesy tlaku, a proto nemají negativní vliv na energetickou účinnost celého systému.

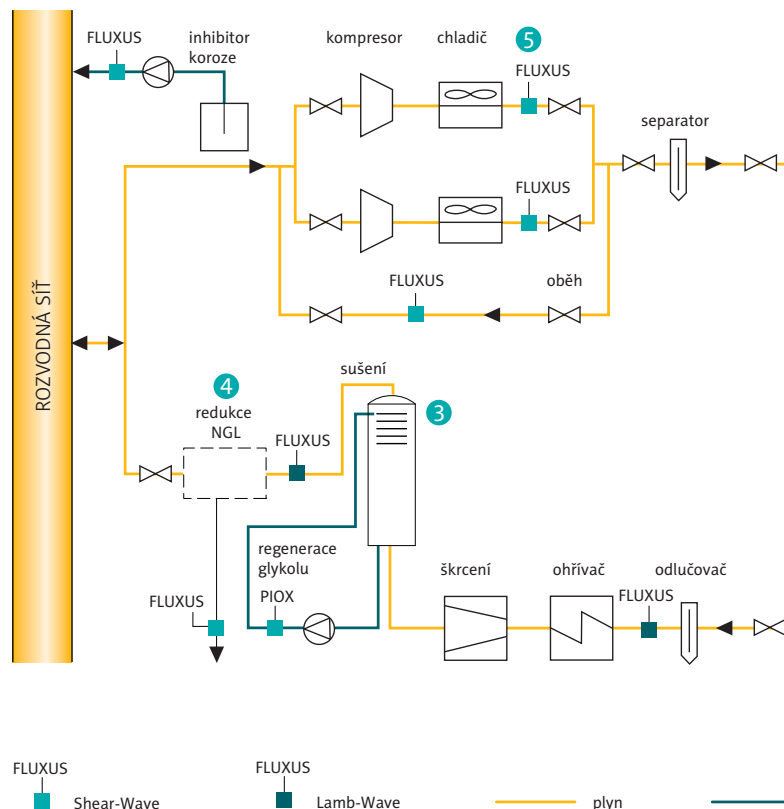
## 2 Vstřikování inhibitorů

Formace hydrátů mají značný vliv na provozuschopnost celého systému. V nejhorším případě tyto pevné krystalické struktury, které připomínají led či mokry sníh, mohou účinně ucpat potrubí, zastavit provoz systému, což si vyžádá vysoké náklady na zprůchodnění a údržbu. Jako ochrana před vznikem těchto formací se do vrtného otvoru vstřikují inhibitory tvorby hydrátů. K jejich vstřikování se používají pístová čerpadla, která pracují v pulzním režimu při vysoké intenzitě průtoku a pod vysokým tlakem.

Průtokoměry řady FLUXUS® F představují ideální řešení pro monitorování množství vstřikovaných chemických sloučenin. Neinvazivní měření funguje nezávisle na tlaku v potrubí, není ani citlivé na pulzování průtoku a změny tlaku.

## 3 Sušení plynu

Vlhkost je hlavní příčinou vzniku hydrátů a koroze. Zemní plyn vháněný do rozvodné sítě musí být vysušen, aby splnil požadavky této sítě.

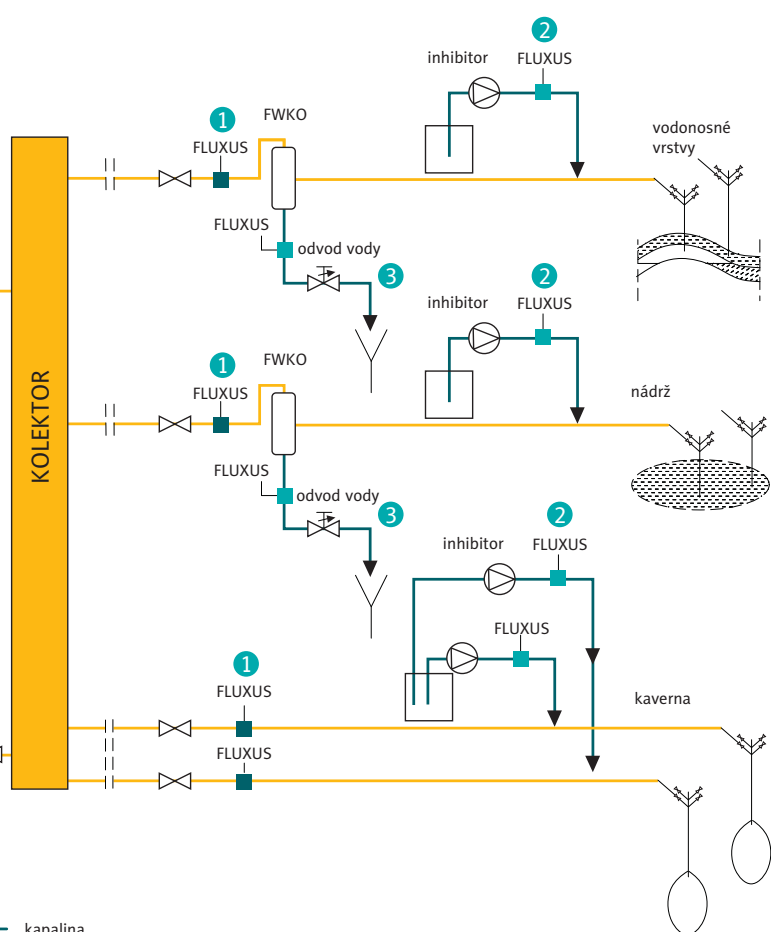


Tato činnost se skládá z mechanických a termodynamických procesů, při nichž se přístroje řady FLUXUS® G používají k měření průtoku plynu a přístroje FLUXUS® F k měření množství vody odstraněné tímto způsobem. Závěrečná fáze vysoušení probíhá v absorpčních věžích, kde je zbývající vlhkost zadržována vysoce hygroskopickými chemickými látkami - tj. glykoly. FLUXUS® se zde ideálně osvědčuje při měření kapalin i plynů. Čerpadla na glykol jsou vystaveny riziku poruchy z důvodu koroze nebo ucpání potrubí. FLUXUS® F spolehlivě monitoruje provoz čerpadel na glykol a tím přispívá k minimalizaci provozních ztrát.

Agentura pro ochranu životního prostředí USA (EPA) odhaduje, že cca 500 milionů m<sup>3</sup> methanu se ztrácí jen v důsledku sušení a málo výkonných čerpadel.

„Emise methanu je přímo úměrná oběhu glykolu.“ Díky měření koncentrace a průtoku glykolu pomocí neinvazivní technologie firmy FLEXIM lze minimalizovat ztráty surovin, jako je methan.

#### 4 Snížování rosného bodu uhlovodíků



Zemní plyn, který je skladován v opuštěných ropných ložiscích a poté je odtud těžen, často obsahuje kapaliny (NGL). Rosný bod těchto kapalin musí splňovat specifikace a požadavky potrubí.

Redukce rosného bodu se provádí na základě metod redukce tlaku (Joule-Thompson) nebo pomocí různých kryogenních schémat. Měřit průtok plynu je při těchto operacích důležité k tomu, aby byly zajištěny přesné rychlosti plynu na vstupu a jeho správná množství.

#### 3 Stlačování plynu

Proces stlačování plynů lze správně a efektivně monitorovat pomocí přístrojů z řady FLUXUS® G. Měření průtoku u vstupu kompresoru zajišťuje kontrolu stálého a správného množství plynu. Nepříznivé jevy, jako např. pumpování, jsou odhaleny dříve, což eliminuje nutnost předčasného servisu a prostoje.

#### Související použití

Neinvazivní průtokoměry pro plyny a kapaliny řady FLUXUS® mají široké možnosti využití v systémech podzemního skladování plynu.

Proto lze využít také v systémech skladování jiných médií, jako jsou:

- olej
- stlačený vzduch
- oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>)

Podobné procesy se využívají také při průzkumu, těžbě a rozvodu zemního plynu, kde měřidla značky FLUXUS® nacházejí vskutku široké uplatnění.

Jedná se například o:

- těžbu plynu
- vstřikování vody
- sušení plynu
- aminové čištění
- rozvodnou síť
- distribuční síť

# Osvědčené, neinvazivní měření průtoku



## Podzemní zásobníky plynu

Skladovat plyn pod zemským povrchem lze ve vytěžených uhlíkových ložiscích, vodonosných vrstvách nebo v kavernách, které jsou předem očištěny od podzemních ložisek soli.

I když je charakteristika každého z podzemních zásobníků jiná, musí si tato zařízení poradit s podobnými požadavky. Zde máme co do činění s vysoce dynamickým, obousměrným průtokem plynu pod vysokým tlakem, často také navlhčelého, který je potřeba před vpuštěním do rozvodné sítě vysušit. Důležitým faktorem je zde také regulace tlaku plynu při vstřikování a těžbě plynu a jeho vhánění do sítě.

Průtokoměry FLEXIM z řady FLUXUS® G nacházejí své využití v každé fázi procesu skladování plynu.

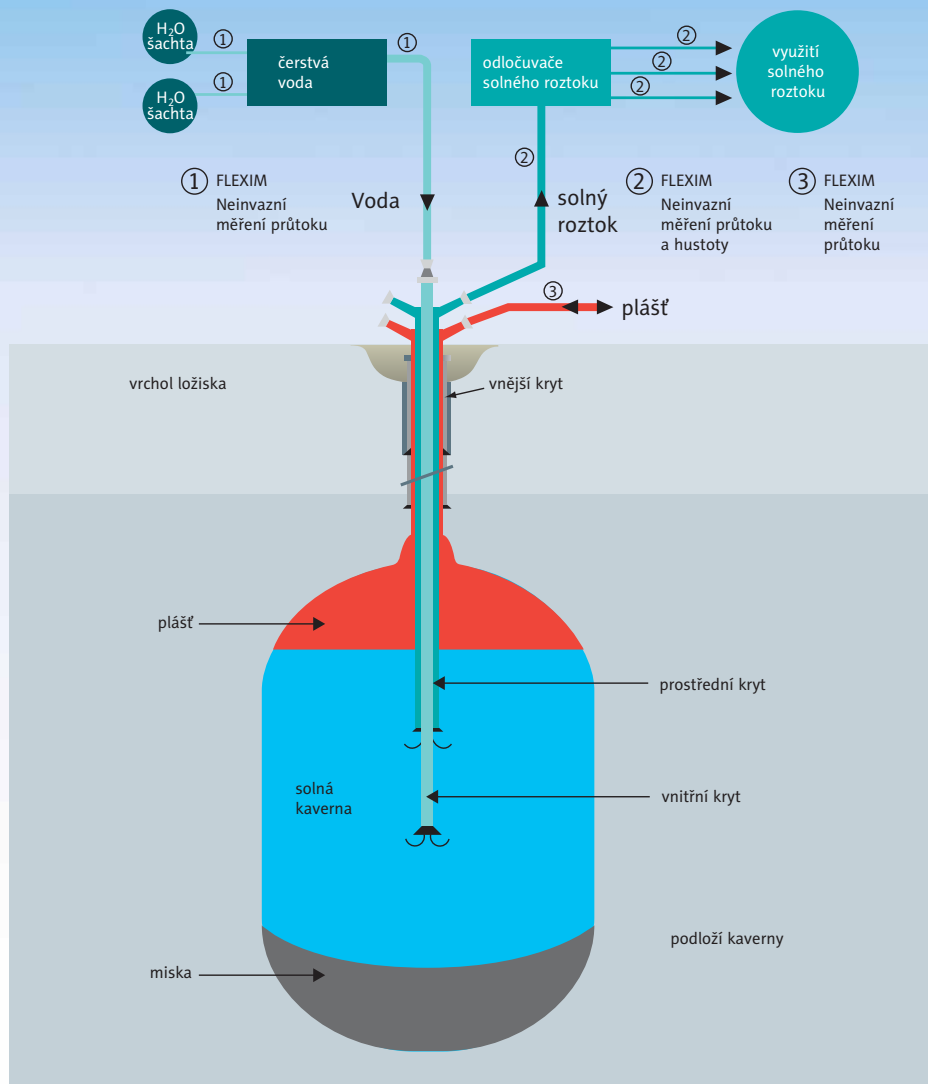
## Přímé měření při budování kaveren

Proces podzemního skladování plynu v solných kavernách začíná jejich budováním. Tento proces vyžaduje nepřetržitě měření vstřikované vody a také získaného solného roztoku.

Neinvazivní ultrazvukové průtokoměry řady FLUXUS® F díky své univerzálnosti dokázaly, že mohou být úspěšné také v důlním prostředí.

Neinvazivní technologie firmy FLEXIM umožňuje neinvazivní, vysoce přesné měření průtoku vody a solného roztoku. Díky měření rychlosti zvuku lze stejné zařízení použít k výpočtu hustoty získaného solného roztoku. Přístroje z řady FLUXUS® lze využít také k měření plynového pláště (blanket).





- současné, neinvazivní měření průtoku a hustoty pomocí jednoho přístroje
- měření nezávisle na tlaku
- žádná koroze
- žádný kontakt s médiem
- žádné riziko úniků
- montáž a demontáž za provozu

## LNG – Zkapalněný zemní plyn

Zemní plyn se v podnicích LNG, terminálech a jeho skladech vyskytuje v kapalně podobě a má teplotu  $-163^{\circ}\text{C}$ . Takto extrémní podmínky vytvářejí skutečně náročné požadavky na měřicí metody. Firma FLEXIM si nechala patentovat technologii Wavelnjector®, která představuje neinvazivní řešení problému měření za velmi vysokých

a velmi nízkých teplot. Díky této technologii se lze vyhnout mnoha bariérám, které souvisejí s konvenčním způsobem měření. Ultrazvukové sondy, tepelně oddělené od povrchu potrubí, nabízejí spolehlivé měření průtoku LNG, a to bez jakéhokoli poklesu tlaku.




Od roku 2010 je firma INTROL Sp. z o.o. výhradním distributorem neinvazivních průtokoměrů firmy FLEXIM na polském trhu.

Seznamte se s naší nabídkou na internetových stránkách

[www.introl.cz](http://www.introl.cz)

nebo na telefonním čísle +420 603 381 153



**Przedsiębiorstwo  
Automatyzacji i Pomiarów  
Introl Sp. z o.o.**

ul. Kościuszki 112

40-519 Katowice

Polsko

tel: +420 603 381 153

web: [www.introl.cz](http://www.introl.cz)

e- mail: [introl@introl.cz](mailto:introl@introl.cz)