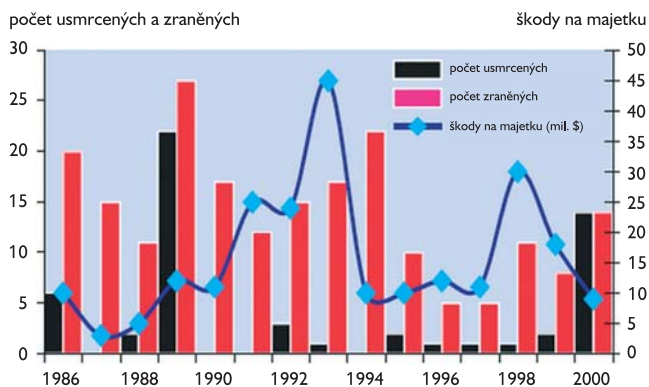


# Progresivní formy detekce netěsností v rozvodech plynů

## Úvod

Vyhledávání netěsností při přenosu, rozvodu a distribuci plynů je důležitou diagnostickou činností, jejímž smyslem a účelem je nejen snížení ztrát při únicích plynů, ale hlavně předcházení nebezpečných situací a mimořádných událostí, které mohou nastat při určitých podmínkách a v určitých situacích. V materiálu Interstate Natural Gas Association of America (INGAA) [1] byla uvedena statistika počtu zraněných a usmrcených včetně škod na zařízeních, které se udály od r. 1986 do r. 2000 na plynovodech s přírodním plynem v USA, které byly způsobeny závadami na plynovodech (obr. 1).



Obr.1 Statistika následků závad na plynovodech v USA

V uvedeném materiálu je rovněž uveden i procentní rozbor závad z r. 2002 na plynovodech s přírodním plynem z kterého jsou zřejmé tyto základní příčiny závad:

- vady konstrukce a materiálu 19 %
- vnější poškození 34 %
- vnitřní koroze 19 %
- vnější koroze 6 %
- jiné příčiny 26 %

Diagnostických metod a prostředků pro detekci plynů se používá celá řada. Cílem příspěvku je představit dva progresivní způsoby resp. dva nové systémy, které se v poslední době začaly používat pro vyhledávání netěsností v rozvodech plynů. Obecně je možné tyto systémy rozdělit na tzv. aktivní a pasivní.

## Aktivní systém pro detekci netěsností

Pro vyhledávání závad na plynovodech byl ve Švýcarsku vyvinut diagnostický systém s názvem Gas Leak Detector (dále GLD). Základním prvkem systému je tzv. PS GLD detektor metanu – je to pulzní diodový laser a snímací člen rozptýleného záření laseru (optická jednotka – obr. 2). Princip systému spočívá v tom, že záření diodového laseru o vlnové délce 1,65  $\mu\text{m}$  (1650 nm) je částečně absorbováno oblakem metanu a odražené (rozptýlené) záření od oblaku metanu je snímáno speciálním snímacím členem, osazeným do optické jednotky.



Obr.2 Komponenty systému GLD

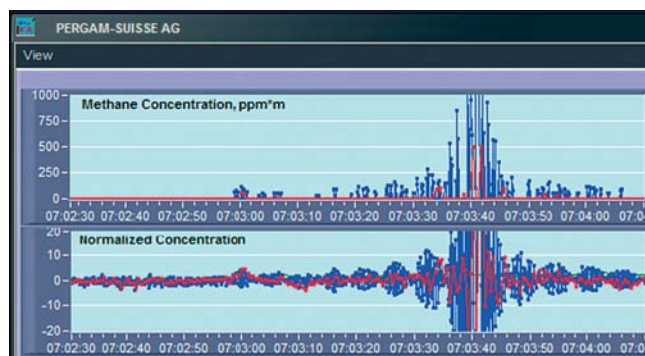


Obr.3 Vrtulník s podvěsem a vyhodnocovacím pracovištěm

Odražené záření laseru je snímáno optickou jednotkou vybavenou foto snímačem, který konvertuje záření laseru na elektrický signál, který se dále porovnává s referenčním signálem. Odchytky od předpokládaného signálu jsou vyhodnocovány elektronickou jednotkou jako přítomnost metanu v optické cestě laserového paprsku. GLD je normálně používán ve vrtulníku, kde optická jednotka s průměrem 370 mm a délkou 600 mm (včetně laserového systému a video kamery), je zabudována do dálkově ovládaného závěsu – plošiny, která je upevněna pod vrtulníkem (obr. 3).

Na obrazovce počítače jsou uváděna mimo jiné tato data a kontrolní údaje:

- koncentrace metanu (obr. 4) [2]
- geografická pozice vrtulníku (vyhodnocovaná GPS)
- mapa v elektronické formě
- záznam průběhu letu
- záznam pozic a obrázků míst netěsností.



Obr.4 Průběhy koncentrace metanu při aplikaci GLD

V technické specifikaci výrobce jsou udávány tato technická data (výběr) [2]:

- maximální vzdálenost měření: 150 m
- doba měření: 0,02 s nebo 0,5 s
- prahová citlivost pro při době měření 0,5 s a při vzdálenostech 50, 100 a 150 m je 25, 100 a 225 ppm/m (25 ppm/m znamená, že pokud se provádí měření ze vzdálenosti 10 m, potom je citlivost 250 ppm, nebo jinak vyjádřeno, oblak metanu o průměru 10 m s hustotou 25 ppm vytvoří stejný signál jako oblak metanu s hustotou 250 ppm, který má průměr 1 m.)
- dynamický rozsah:  $2 \times 10^4$
- citlivost na ostatní plyny:  $< 1/10^4$
- vlnová délka laseru:  $1,65 \mu\text{m}$
- výkon laseru: 15 mW
- doba pulzu laseru: 1 msec
- rozsah pracovních teplot:  $-10$  až  $+50$  °C



**Obr.5 Závada na plynovém potrubí**

Například závada (díra) o průměru 3 mm v místě svaru plynového potrubí byla nalezena ze vzdálenosti (výšky) 100 m při letové rychlosti vrtulníku 150 km/hod. Příklad nalezené závady na plynovém potrubí, které bylo uloženo v hloubce 1,5 m pod povrchem je uveden na obr. 5.

Omezení: Vyhledávání závad na plynových potrubích uložených pod vodními plochami (moře, jezera, řeky apod.), v hustě osídlených a zastavěných oblastech a při určitých větrných a sněhových podmínkách ovšem nepřináší dostatečně přesné výsledky.

### Pasivní systém na vyhledávání netěsností

V materiálu Federal Toxics Release Inventory [3] bylo publikováno, že pouze v Texasu dochází ročně k emisi 8,000 tun prchavých organických sloučenin z netěsností na výrobních a přepravních zařízeních. Podle Huston Business Journal (2006-01-20) [4] je předpokládáno, že pouze v USA dochází ročně k emisi 36 000 tun těchto látek z netěsností v rozvodech a technologických zařízeních. Zajímavé jsou i statistické údaje z provedených šetření na sedmi rafinériích [5]. Bylo zjištěno, že existuje pouze několik typů významných a opakujících se netěsností a že až 84 % emisí je způsobeno pouze 0,13 % komponent z celkového počtu zařízení na rafinériích, kde dochází k emisím větším jak 100 000 ppmv.

Vyhledávání netěsností klasickými měřicími metodami a postupy je činnost zdlouhavá a náročná. Ku příkladu, v chemickém závodě nebo v rafinerii může být nainstalováno 250 000 až 1 000 000 různých součástí a komponentů a kontrola zhruba 175 000 vybraných komponentů (hlavně ventily, čerpadla, kompresory, tlakové nádoby a jiné) vyžaduje zhruba 3 měsíční činnost týmu 8 pracovníků s příslušným technickým vybavením.

Pro rychlé a efektivní vyhledávání netěsností ve výrobě a rozvodu plynů patřících do skupiny uhlovodíků slouží například diagnostický systém GasFindIR (obr. 6). Tento termografický neradiometrický systém je vybaven



**Obr.6 Diagnostický systém GasFindIR**

chlazeným mozaikovým (FPA) fotonovým detektorem InSb 320 x 240 pixelů, který pracuje ve spektrálním rozsahu  $3 - 5 \mu\text{m}$  a který je vybaven patentovaným spektrálním filtrem. Pomocí tohoto filtru je pro infračervené záření „odfiltrována“ propustná část spektra vyhledávaných

Gas FindIR Camera – tested OCT 2005			
látka	g/h	látka	g/h
benzen	3,5	pentan	3,0
etanol	0,7	1-pentan	5,6
etylbenzen	1,5	toluen	3,8
heptan	1,8	xylen	1,9
hexan	1,7	butan	0,4
izopren	8,1	etan	0,6
metanol	3,8	metan	0,8
MEK	3,5	propan	0,4
MIBK	2,1	etylen	4,4
oktan	1,2	propylen	2,9

látka	g/hod.	l/min.
butan	0,4	0,003
etan	0,6	0,008
metan	0,8	0,019
propan	0,4	0,004
etylen	4,4	0,062

**Tab.1 Hodnoty mezních množství plynů, zobrazovaných systémem GasFindIR**

plynů (tedy stanou se pro kameru GasFindIR nepropustné či netransparentní) a tak je možné je zobrazit pomocí termografického systému. Pomocí GasFindIR je možné provést obdobnou kontrolu vybraných komponentů, jak je uvedeno v předchozím odstavci, za dobu zhruba dvou týdnů.

GasFindIR se používá obdobně jako jiný přenosný termografický systém. Operátor při pochůzkové kontrole zaměřuje kameru na kontrolovaná místa (komponenty) a v hledáčku sleduje – v případě použití GasFindIR – zda se v něm nezobrazují pohyblivé či „objekty“ (oblaka plynů), které se zobrazují obdobně, jako např. dým stoupající z ohně. Protože obrazová frekvence GasFindIR je 30 Hz, obraz je stejně dynamický jako je obraz zaznamenávaný normální video kamerou. Jak již bylo uvedeno, GasFindIR je neradiometrický systém, tzn. že není určen pro měření teplot.

GasFindIR byl testován na vyhledávání netěsností či úniků plynů s mezním množstvím úniku či netěsností uváděných v tab. 1 (v g/hod nebo l/min). Příklady netěsností zaměřených pomocí GasFindIR jsou uvedeny na obr. 7 až 10.



**Obr.7 Benzinové páry při tankování**



**Obr.8 Benzinové páry po ukončení tankování**



**Obr.9 Netěsnost na uzavíracím ventilu**



**Obr.10 Únik plynu z regeneračního chladiče**

Vybraná technická data systému GasFindIR [6]:

- zorné pole: 22° (objektív o ohniskové vzdálenosti 25 mm)
- detektor: FPA chlazený, InSb, 320 x 240 pixelů
- spektrální rozsah: 3 – 5  $\mu\text{m}$
- teplotní rozlišení: 80 mK při 30 °C
- obrazová frekvence: 30 Hz
- video výstup: NTSC nebo PAL
- rozsah pracovních teplot je: 15 až + 50 °C
- odolnost vůči vibracím/rázům: 7 G/40 G
- doba provozu s 1 baterií NiMH: 2 hod
- geometrické rozměry (d x v x š): 254 x 132 x 145 mm
- hmotnost (včetně objektivu a baterie): 2 kg



Obr.11 Plošina Ultra 8000e

Nově je nabízená taky stabilizovaná plošina Ultra8000e se zabudovaným systémem GasFindIR a optickou kamerou s 250 mm optickým zoomem (obr. 11). Tuto plošinu s hmotností cca 14 kg, jejíž průměr je cca 23 cm, je možné zabudovat prakticky do jakéhokoliv vrtulníku. Postup při vyhledávání případných úniků plynů z plynových potrubí „ze vzduchu“ je potom obdobný, jako při vyhledávání úniků plynů při pochůzkové (pozemní) kontrole.

## Závěr

Cílem příspěvku bylo představit (i když ne úplně podrobným a vyčerpávajícím způsobem) dva diagnostické systémy, které jsou používány pro vyhledávání netěsností při výrobě, přepravě a rozvodu plynů. Jedná se o systémy svým způsobem unikátní, které jsou buď částečně nebo jako celek patentově chráněny a prakticky neexistuje k nim žádný ekvivalentní prostředek, který by pracoval na stejném nebo obdobném principu. Nicméně zkušenosti a poznatky z jejich použití prokázaly, že oba systémy jsou účinnými diagnostickými prostředky a nástroji a při jejich správném používání mohou pomoci nejen snižovat ztráty způsobené emisemi plynů z netěsností, ale také předcházet (při včasném odhalování závad a po provedených nápravných opatřeních) nebezpečným situacím, které by mohly být příčinou následných škod a poškození plynových zařízení a systémů i příčinou úrazů či úmrtí osob a pracovníků, kteří se podílí na výrobě, přepravě a rozvodu plynů.

## Zdroje

[1] <http://www.ingaa.org/safety/chart2.htm>

[2] <http://www.pergam-suisse.ch/gld/>

[3] <http://www.epa.gov/tri/>

[4] <http://www.bizjournals.com/houston/>

[5] American Petroleum Institute: Analysis of Refinery Screening Data, API Public. 310, 1997

[6] [www.flir.com](http://www.flir.com)

**Ing. Jiří Svoboda**

e-mail: [jiri.svoboda@tmvss.cz](mailto:jiri.svoboda@tmvss.cz)

36

**doc. Ing. Bohuš Leitner, PhD.**

Žilinská univerzita  
Fakulta speciálneho inžinierstva  
ul. 1. mája 32, 010 26 Žilina  
Tel.: 041/513 68 63  
Fax: 041/513 66 20  
e-mail: [Bohus.Leitner@fsi.uniza.sk](mailto:Bohus.Leitner@fsi.uniza.sk)