

TPG

Plynovody a přípojky

G 903 01

TECHNICKÁ PRAVIDLA



**VÝPOČET MNOŽSTVÍ UNIKLÉHO PLYNU
Z POŠKOZENÝCH PLYNOVODŮ A PLYNOVODNÍCH PŘÍPOJEK**

CALCULATION METHOD FOR DETERMINATION OF THE AMOUNT OF NATURAL GAS ESCAPED
FROM THE DAMAGED GAS MAINS AND SERVICE PIPES



Schválena dne:

Registrace Hospodářské komory České republiky: HKCR/2/08/60

Realizace a vydání technických pravidel:

Český plynárenský svaz

vedený u Městského soudu v Praze
pod spisovou značkou L 1250

ISBN 978-80-87992-17-3

COPYRIGHT © ČPS, 2025

Pořizování dotisků a kopií pravidel nebo jejich částí je dovoleno jen se souhlasem ČPS.

Provoz plynovodů a plynovodních přípojek je nedílně spojen s případnými likvidacemi úniků plynu způsobených jejich narušením nebo korozním působením.

Tato technická pravidla byla zpracována za účelem sjednocení postupu, způsobu výpočtu a vykazování množství uniklého plynu při případných poruchách a haváriích plynových zařízení zásobovaných z neomezeného zdroje. Uniklé množství plynu při napojení na omezený zdroj nelze počítat podle těchto pravidel.

NAHRAZENÍ PŘEDCHOZÍCH PŘEDPISŮ

Technická pravidla nahrazují TPG 903 01 schválená 9. 3. 2016.

Změny proti předchozím TPG

Technická pravidla nově reagují na potřebu výpočtu množství uniklého plynu z poškozených plynovodů a přípojek při použití směsi zemního plynu (ZP) a vodíku (H_2). Pro výpočet množství uniklého zemního plynu nebo směsi ZP + H_2 byly upraveny výpočty kompresibilitního faktoru a rychlosti plynu.

Technická pravidla byla projednána s dotčenými orgány státní správy a organizacemi zabývajícími se danou problematikou.

V Praze dne

Tato pravidla platí od

Český plynárenský svaz
vedený u Městského soudu v Praze
pod spisovou značkou L 1250

OBSAH

1	Rozsah platnosti	5
2	Názvosloví	5
3	Obecně	6
4	Metodika určení parametrů úniku a výpočtu uniklého množství	6
5	Způsob vykazování	11
6	Závěrečná ustanovení	11
7	Citované a související předpisy	11
7.1	České technické normy	11
7.2	Technická pravidla.....	12
7.3	Právní předpisy	12
Příloha 1	Protokol o výpočtu množství uniklého plynu z poškozeného plynovodu – vzor	13
Příloha 2	Příklad výpočtu množství uniklého plynu	14

TPG	Výpočet množství uniklého plynu z poškozených plynovodů a plynovodních přípojek	G 903 01
1	ROZSAH PLATNOSTI 1.1 Tato technická pravidla (dále jen „pravidla“) stanoví výpočet množství uniklého plynu z plynovodů a plynovodních přípojek (dále jen „plynovodů“). Tato pravidla lze aplikovat pro plynárenská zařízení i pro průmyslové plynovody a plynovody v budovách, které jsou odběrnými plynovými zařízeními. 1.2 Pravidla byla zpracována za účelem možnosti výpočtu množství uniklého plynu bez použití dynamického modelu a exaktních hodnot. Hodnoty uvedené v těchto pravidlech jsou podloženy výpočty a modelováním reálných stavů. 1.3 Zásady uvedené v pravidlech je možné aplikovat při výpočtech uniklého množství plynu z plynovodů napájených z neomezeného zdroje (viz 2.1.8). 1.4 Tato pravidla nelze použít pro výpočet uniklého množství plynu z plynovodů napájených z omezeného zdroje (viz 2.1.9). 2 NÁZVOSLOVÍ 2.1 Základní pojmy 2.1.1 Absolutní tlak p_{abs} – součet atmosférického tlaku vzduchu p_b a provozního tlaku p_p [kPa]. 2.1.2 Atmosférický tlak vzduchu p_b – tlak vzduchu v místě poškozeného plynovodu [kPa]. 2.1.3 Doba trvání úniku τ – celková doba trvání úniku od porušení potrubí do odstranění úniku plynu [s]. 2.1.4 Kompresibilitní faktor z – poměr molárního objemu reálného plynu k molárnímu objemu ideálního plynu za stejné teploty a tlaku [-]. 2.1.5 Kompresibilitní faktor za vztažných podmínek z_v – poměr molárního objemu reálného plynu k molárnímu objemu ideálního plynu za vztažných podmínek [-]. 2.1.6 Molární hmotnost směsi zemního plynu s vodíkem: $M = M_{ZP} \times y_{ZP} + M_{H_2} \times y_{H_2}$ Do rovnice vstupují tyto hodnoty: – zemní plyn (příp. biometan) o průměrném složení a molární hmotnosti $M_{ZP} = 0,0164$ kg/mol, – vodík o molární hmotnosti $M_{H_2} = 0,002016$ kg/mol - přimíchávaný k zemnímu plynu, – obsah vodíku ve směsi se zemním plynem – molární zlomek vodíku y_{H_2} [-], např. pro 5 molových % H_2 je $y_{H_2} = 0,05$, – obsah zemního plynu ve směsi s vodíkem, $y_{ZP} = 1 - y_{H_2}$ [-], např. pro 5 molových % H_2 je $y_{ZP} = 1 - 0,05 = 0,95$. <i>Příklad:</i> $M = 0,0164 \times 0,95 + 0,002016 \times 0,05 = 0,0157$ kg/mol 2.1.7 Množství uniklého plynu Q_p – celkový objem uniklého plynu při vztažných podmínkách [m³]. 2.1.8 Neomezený zdroj – zdroj plynu, jehož tlak není ovlivněn průtokem unikajícího plynu z poškozeného plynovodu. Pro únik plynu lze považovat za neomezený zdroj napojení poškozeného potrubí na větev vyššího řádu (s větší dimenzí). Pro únik z potrubí nejvyššího řádu v síti, tj. potrubí přímo napájeného z regulační stanice, lze za neomezený zdroj považovat výstup regulační stanice.	

- 2.1.9 **Omezený zdroj** – zdroj plynu s takovými parametry, že výstupní tlak z takového zdroje je ovlivněn množstvím unikajícího plynu z poškozeného plynovodu. Množství plynu dodávaného ze zdroje do plynovodu za dobu trvání úniku je menší než množství plynu uniklého z poškozené části plynovodu. Výpočet uniklého množství plynu je mnohem složitější. Exaktní výpočet vychází z hmotnostní bilance plynu v odtlačovaném úseku potrubí. Sekvenčně se provádějí dílčí výpočty vyteklého množství plynu. Dochází k postupnému snižování hustoty plynu v potrubí. Výpočet uniklého plynu nelze zjednodušit a musí být proveden na dynamickém modelu dotčené části plynovodní sítě (např. některým ze SW dynamického modelu). Tyto výpočty jdou nad rámec těchto pravidel. Vstupem pro možnost výpočtu v dynamickém modelu je individuální topografie ovlivněného úseku plynovodní sítě a charakteristiky konkrétních zdrojů, tj. regulačních stanic, které jsou na tento úsek napojeny a ovlivňují tlak v síti. Jakýkoli zjednodušený výpočet uniklého množství plynu při napojení na omezený zdroj není korektní. Nelze použít zásad uvedených v těchto pravidlech.
- 2.1.10 **Plocha otvoru S** – plocha otvoru, případně součet ploch všech otvorů v místě poškození, ze kterého únik probíhal [m^2].
- 2.1.11 **Provozní tlak p_p** – přetlak, který je hnací silou úniku, v případě přetrženého potrubí přetlak na vtoku do přetržené větve z potrubí vyššího řádu, v případě menšího otvoru tlak v potrubí v místě otvoru [kPa].
- 2.1.12 **Průřez potrubí S_D** – průtočná plocha potrubí v místě úniku [m^2].
- 2.1.13 **Rychlost plynu v** – rychlost unikající směsi plynu s vodíkem za absolutního tlaku a teploty v potrubí, v případě přetrženého potrubí rychlost plynu na vtoku do přetržené větve z potrubí vyššího řádu, v případě menšího otvoru vstupní rychlost do otvoru [m.s^{-1}].
- 2.1.14 **Vnitřní průměr potrubí D** – vnitřní průměr potrubí v místě úniku [m].
- 2.1.15 **Výtokový součinitel α** – opravný součinitel na zúžení proudu a snížení rychlosti unikajícího plynu v otvoru. Závisí na tvaru výtokového otvoru a jeho pozici v okolním terénu [-].
- 2.1.16 **Vzdálenost neomezeného zdroje L** – délka potrubí od místa úniku k neomezenému zdroji, tj. k připojení na potrubí vyššího řádu [m].
- 2.2 Vztažné podmínky**
Pro účely těchto pravidel se pod pojmem „plyn“ rozumí plyn definovaný energetickým zákonem, pro který platí tyto vztažné podmínky:
- vztažná teplota: $T_v = 288,15 \text{ K}$ ($t_v = 15 \text{ °C}$);
 - vztažný tlak: $p_v = 101\,325 \text{ Pa}$ ($p_v = 101,325 \text{ kPa}$).

3 OBECNĚ

Technická pravidla jsou ve smyslu 3.1 ČSN EN 45020 normativním dokumentem obsahujícím pravidla správné praxe podle 3.5 ČSN EN 45020. Jsou vytvořena na základě konsenzu a přijata na úrovni odvětví nezávislou schvalovací komisí se zastoupením dotčených orgánů a organizací. Mají charakter veřejně dostupného dokumentu¹⁾, vypracovaného ve spolupráci zainteresovaných stran pomocí konzultací a postupů konsenzu, a od okamžiku jejich schválení jsou uvedenými orgány a organizacemi považována za uznaná technická pravidla vyjadřující stav techniky podle ustanovení 1.5 ČSN EN 45020.

4 METODIKA URČENÍ PARAMETRŮ ÚNIKU A VÝPOČTU UNIKLÉHO MNOŽSTVÍ

- 4.1 **Obsah vodíku ve směsi se zemním plynem** – molární zlomek vodíku y_{H_2} [-]. Porovná se uložená hodnota se skutečným složením směsi a případně se opraví ve vstupních datech.
- 4.2 **Vnitřní průměr porušeného potrubí D** [mm] se změří nebo převezme z dokumentace plynovodu.

1) *Schválení se oznamuje na webu www.cgoa.cz.*

4.3 **Průřez potrubí S_D** o vnitřním průměru D [mm] se vypočte podle vztahu:

$$S_D = \frac{0,7854D^2}{1\,000\,000} \quad [\text{m}^2]$$

4.4 **Plocha otvoru S**

Plocha otvoru S [m²] se stanoví podle tvaru otvoru. Je-li vypočtená plocha otvoru S větší než průřez potrubí S_D , bere se jako plocha otvoru průřez potrubí. Podle skutečně vzniklého otvoru s únikem je nutné zvolit pro výpočet nejbližší vhodný tvar tohoto otvoru, který může být kruhový, eliptický, trojúhelníkový, čtvercový, obdélníkový, lichoběžníkový nebo dlouhá štěrbina, jejichž plocha se vypočte podle níže uvedených vztahů.

4.4.1 Kruhový otvor o průměru d [mm] – výpočet plochy S :

$$S = \frac{0,7854d^2}{1\,000\,000} \quad [\text{m}^2]$$

4.4.2 Eliptický otvor o osách a [mm], b [mm] – výpočet plochy S :

$$S = \frac{0,7854ab}{1\,000\,000} \quad [\text{m}^2]$$

4.4.3 Trojúhelníkový otvor o nejdelší straně a [mm] a výšce b [mm] – výpočet plochy S :

$$S = \frac{ab}{2\,000\,000} \quad [\text{m}^2]$$

4.4.4 Čtvercový otvor o straně a [mm] – výpočet plochy S :

$$S = \frac{a^2}{1\,000\,000} \quad [\text{m}^2]$$

4.4.5 Obdélníkový otvor o stranách a [mm], b [mm] – výpočet plochy S :

$$S = \frac{ab}{1\,000\,000} \quad [\text{m}^2]$$

4.4.6 Lichoběžníkový otvor o základnách a [mm], b [mm] a výšce c [mm] – výpočet plochy S :

$$S = \frac{(a+b)c}{2\,000\,000} \quad [\text{m}^2]$$

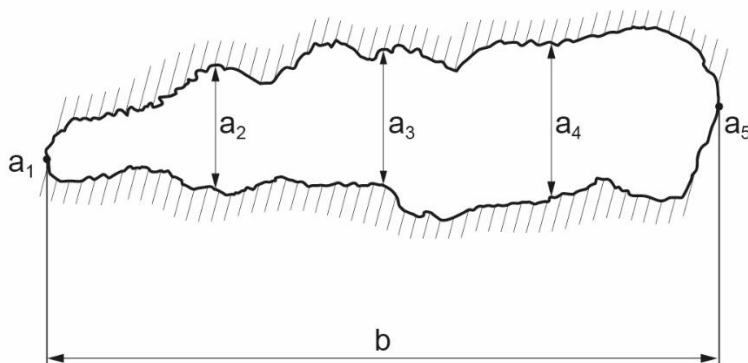
4.4.7 Dlouhá štěrbina nebo jiný nepravidelný otvor o délce b [mm] a šířkách $a_1 - a_5$ [mm] – výpočet plochy S :

Délkou b se rozumí délka na povrchu potrubí, tj. není-li štěrbina rovnoběžná s osou potrubí, měří se délka jakoby krejčovským metrem položeným na povrch potrubí. Šířky štěrby se změří v 5 bodech (viz Obrázek 1), a to:

- a_1 – na začátku štěrby (nejčastěji bude rovna nule);
- a_2 – v první čtvrtině délky štěrby;
- a_3 – v polovině délky štěrby (uprostřed);
- a_4 – v třetí čtvrtině délky štěrby;
- a_5 – na konci štěrby (nejčastěji bude rovna nule).

Plocha štěrby S se vypočte podle Simpsonova pravidla, kde b [mm] je šířka integračního intervalu a a_1 až a_5 jsou hodnoty integrandu:

$$S = \frac{a_1 + 4a_2 + 2a_3 + 4a_4 + a_5}{12} \cdot \frac{b}{1\,000\,000} \quad [\text{m}^2].$$



Obrázek 1 – Dlouhá štěrbina nebo nepravidelný otvor

4. 5 Posouzení použitelnosti výpočtu podle těchto pravidel

V případě, že je únik na potrubí nejvyššího řádu v síti (výstupní plynovod z regulační stanice) a plocha otvoru S je větší než 20 % z plného průřezu potrubí S_D , jde o únik z omezeného zdroje a výpočet nelze dokončit podle těchto pravidel. V těchto případech se provede výpočet uniklého plynu na základě hodnot průtoku plynu v regulační stanici v inkriminované době.

4.6 Vzdálenost neomezeného zdroje L

Vzdálenost neomezeného zdroje L [m] se stanoví podle 4.6.1 až 4.6.2.

4.6.1 Je-li plocha otvoru menší než průřez potrubí, $S < S_D$, zvolí se $L = 0$.

4.6.2 V případě, že se jako plocha otvoru S bere průřez potrubí S_D (úplné přetržení potrubí, rozsáhlý otvor o ploše větší než průřez potrubí), stanoví se vzdálenost neomezeného zdroje L jako délka potrubí od místa úniku k připojení na potrubí vyššího řádu (s vyšší dimenzí).

4.7 Atmosférický tlak p_b

Použije se hodnota $p_b = 100$ kPa.

4.8 Provozní tlak p_p

Provozní tlak p_p [kPa] se zjistí jako nastavený výstupní tlak nejbližšího regulátoru tlaku napájejícího místo úniku; v případě úniku plochou S menší než průřez porušeného potrubí S_D , lze použít střední hodnotu tlaku naměřenou měřidly v okolní soustavě plynovodů [kPa].

4.9 Absolutní tlak v potrubí p_{abs}

Absolutní tlak v potrubí p_{abs} se vypočte ze vztahu:

$$p_{abs} = p_p + p_b \quad [\text{kPa}]$$

kde je	p_p	provozní tlak	[kPa]
	p_b	atmosférický tlak	[kPa]

4.10 Kompresibilitní faktor z

Kompresibilitní faktor z je funkce absolutního tlaku plynu p_{abs} a molárního zlomku vodíku y_{H_2} ve směsi.

Kompresibilitu zemního plynu pro absolutní tlak 0–80 MPa a teplotu 15 °C je možno vyjádřit vzorcem:

$$z_{ZP} = 0,9976 - 1,844 \cdot 10^{-5} \cdot p_{abs}$$

Kompresibilitu vodíku pro absolutní tlak 0–80 MPa a teplotu 15 °C je možno vyjádřit vzorcem:

$$z_{H_2} = 1,000 + 6,065 \cdot 10^{-6} \cdot p_{abs}$$

Kompresibilita směsi zemního plynu s vodíkem o molárním zlomku vodíku y_{H_2} je pak:

$$z = y_{H_2} \cdot z_{H_2} + (1 - y_{H_2}) \cdot z_{ZP}$$

Po dosazení uvedených vzorců:

$$z = y_{H_2} \cdot (1,000 + 6,065 \cdot 10^{-6} \cdot p_{abs}) + (1 - y_{H_2}) \cdot (0,9976 - 1,844 \cdot 10^{-5} \cdot p_{abs})$$

4.11 Výtokový součinitel α

Výtokový součinitel α [-] se stanoví podle velikosti plochy S , kterou uniká plyn, a podle obnaženosti potrubí – viz Tabulka 2.

Tabulka 2 – Hodnota výtokového součinitele α v závislosti na velikosti plochy S a obnaženosti potrubí

Únik plynu	α
plným průřezem potrubí S_D otevřeným do atmosféry	1
plochou S menší než S_D plně obnaženou do atmosféry	0,8
plochou S menší než S_D částečně obnaženou	0,6
plochou S menší než S_D uloženou v zemi (neobnaženou)	0,4

4.12 Rychlost plynu v

Rychlost plynu v [m/s] za provozního tlaku p_p se vypočte podle 4.12.1 až 4.12.3.

4.12.1 V případě, že je provozní tlak $p_p < 84$ kPa, platí pro rychlost plynu v vztah:

$$v = 69,154 \sqrt{\frac{p_p}{p_{abs}} \cdot \frac{1}{M} \cdot \frac{D}{0,02L+D}} \quad [\text{m/s}]$$

kde	je	L	vzdálenost neomezeného zdroje	[m]	viz 4.6
		D	vnitřní průměr porušeného potrubí	[m]	viz 4.2
		p_{abs}	absolutní tlak	[kPa]	viz 4.9
		p_p	provozní tlak	[kPa]	viz 4.8
		M	molární hmotnost plynu (směsi)	[kg/mol]	viz 2.1.6

- 4.12.2 V případě, že je provozní tlak $p_p > 84$ kPa a plocha otvoru S je menší než průřez potrubí S_D , rychlost plynu je

$$v = 32,822 \sqrt{\frac{1}{M}} \quad [\text{m/s}]$$

kde je M molární hmotnost směsi plynu s vodíkem [kg/mol], viz 2.1.6.

- 4.12.3 V případě, že je provozní tlak $p_p > 84$ kPa a plocha otvoru S je rovna průřezu potrubí S_D (přetržení potrubí nebo únik otvory s celkovou plochou přesahující průřez potrubí), vypočte se nejprve poměr vzdálenosti neomezeného zdroje k vnitřnímu průměru potrubí L/D a z Tabulky 3 se pak odečte rychlost v_0 plynu pro $y_{H_2} = 0$ molových % H_2 . Pro poměry L/D , které nejsou v Tabulce 3 přímo uvedeny, se rychlost v_0 odečte pro nejbližší nižší tabelovanou hodnotu L/D .

Rychlost plynu s obsahem přimíseného vodíku je

$$v = v_0 \sqrt{\frac{0,0164}{M}} \quad [\text{m/s}]$$

kde je M molární hmotnost směsi plynu s vodíkem [kg/mol], viz 2.1.6.

Tabulka 3 – Rychlost v_0 plynu v závislosti na poměru L/D

L/D [-]	v [m/s]	L/D [-]	v [m/s]	L/D [-]	v [m/s]
2	356	20	266	400	110
3	345	25	255	450	105
4	335	30	245	500	101
5	327	35	237	600	93
6	321	40	230	700	87
7	314	45	224	800	83
8	309	50	218	900	79
9	304	60	208	1000	75
10	300	70	199	1200	69
11	295	80	192	1400	65
12	291	90	185	1600	61
13	287	100	179	1800	58
14	284	150	158	2000	55
15	281	200	143	2500	50
16	278	250	132	3000	45
17	274	300	123	3500	42
18	272	350	116	4000	39

4.13 Doba trvání úniku τ

Zjistí se	D_1	den začátku úniku	[d]
	D_2	den konce úniku	[d]
	H_1	hodina začátku úniku (zapsáno jako 0-24)	[h]
	H_2	hodina konce úniku (zapsáno jako 0-24)	[h]
	M_1	minuta začátku úniku	[min]
	M_2	minuta konce úniku	[min]

Doba trvání úniku τ se vypočte podle vztahu:

$$\tau = (D_2 - D_1)86400 + (H_2 - H_1)3600 + (M_2 - M_1)60 \quad [\text{s}]$$

4.14 Množství uniklého plynu Q_p

Množství uniklého plynu Q_p za vztažných podmínek se vypočte podle vztahu:

$$Q_p = S \cdot \frac{p_{abs}}{p_v} \cdot \alpha \cdot v \cdot \tau \cdot \frac{z_v}{z} \quad [\text{m}^3]$$

kde je	S	plocha otvoru	$[\text{m}^2]$	viz 4.4
	p_{abs}	absolutní tlak	$[\text{kPa}]$	viz 4.9
	p_v	vztažný tlak je 101,325 kPa	$[\text{kPa}]$	viz 2.2
	α	výtokový součinitel	$[-]$	viz 4.11
	v	rychlost plynu	$[\text{m.s}^{-1}]$	viz 4.12
	τ	doba trvání úniku	$[\text{s}]$	viz 4.13
	z	kompresibilitní faktor	$[-]$	viz 4.10
	z_v	kompresibilitní faktor za vztažných podmínek je 0,998	$[-]$	viz 2.1.5

Výše uvedený výpočet se týká množství plynu uniklého do doby provedení opatření k zastavení úniku; v případě VTL plynovodů se doporučuje k tomuto množství připočítat objem plynu v odstaveném úseku plynovodu.

Příklad výpočtu je uveden v Příloze 2.

5 ZPŮSOB VYKAZOVÁNÍ

Výpočet a způsob vykazování uniklého plynu se zpracovává do „Protokolu o výpočtu množství uniklého plynu z poškozeného plynovodu“, jehož vzor je uveden v Příloze 1.

6 ZÁVĚREČNÁ USTANOVENÍ

Výpočty provedené podle těchto technických pravidel odpovídají stavu vědeckých a technických poznatků. Odchýlení se od uvedeného způsobu výpočtu v těchto pravidlech činí příslušný subjekt na vlastní odpovědnost s vědomím skutečnosti, že splnění shodné úrovně a správnosti výpočtů musí prokázat.

7 CITOVANÉ A SOUVISEJÍCÍ PŘEDPISY

7.1 České technické normy

ČSN EN 45020 (01 0101)	Normalizace a souvisící činnosti – Všeobecný slovník
ČSN EN ISO/IEC 17000 (01 0106)	Posuzování shody – Slovník a základní principy
ČSN EN 13306 (01 0660)	Údržba – Terminologie údržby
ČSN 01 3450	Technické výkresy – Instalace – Zdravotnětechnické a plynovodní instalace
ČSN 01 3464	Výkresy inženýrských staveb. Výkresy vnějšího plynovodu
ČSN ISO 14617-1 až 15 (01 3630)	Grafické značky pro schémata – Část 1 až 15
ČSN 13 0010	Potrubí a armatury. Jmenovité tlaky a pracovní přetlaky
ČSN EN ISO 6708 (13 0015)	Potrubní části – Definice a výběr jmenovitých světlostí – DN

ČSN EN ISO 6976 (38 5572)	Zemní plyn – Výpočet spalného tepla, výhřevnosti, hustoty, relativní hustoty a Wobbeho čísla ze složení
ČSN 38 6405	Plynová zařízení. Zásady provozu
ČSN EN 1594 (38 6410)	Zařízení pro zásobování plynem – Plynovody s nejvyšším provozním tlakem nad 16 bar – Funkční požadavky
ČSN EN 12732 (38 6412)	Zařízení pro zásobování plynem – Svařované ocelové potrubí – Funkční požadavky
ČSN EN 12007-1 (38 6413)	Zařízení pro zásobování plynem – Plynovody s nejvyšším provozním tlakem do 16 bar včetně – Část 1: Obecné funkční požadavky
ČSN EN 12007-2 (38 6413)	Zařízení pro zásobování plynem – Plynovody s nejvyšším provozním tlakem do 16 bar včetně – Část 2: Specifické funkční požadavky pro polyetylen (nejvyšší provozní tlak do 10 bar včetně)
ČSN EN 12007-3 (38 6413)	Zařízení pro zásobování plynem – Plynovody s nejvyšším provozním tlakem do 16 bar včetně – Část 3: Specifické funkční požadavky pro ocel
ČSN EN 12007-4 (38 6413)	Zařízení pro zásobování plynem – Plynovody s nejvyšším provozním tlakem do 16 bar včetně – Část 4: Specifické funkční požadavky pro rekonstrukce
ČSN EN 12007-5 (38 6413)	Zařízení pro zásobování plynem – Plynovody s nejvyšším provozním tlakem do 16 bar včetně – Část 5: Přípojky – Specifické funkční požadavky
ČSN EN 12279 (38 6443)	Zásobování plynem – Zařízení pro regulaci tlaku na přípojkách – Funkční požadavky
ČSN 73 6005	Prostorové uspořádání vedení technického vybavení
ČSN 73 6133	Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací
ČSN P 73 7505	Kolektory a ostatní sdružené trasy vedení inženýrských sítí

7.2 Technická pravidla

TPG 901 01	Přepočty dodávek plynu na energetické jednotky
TPG 902 01	Přepočet a vyjadřování objemu zemního plynu

7.3 Právní předpisy

48/1982 Sb.	Vyhláška, kterou se stanoví základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení, ve znění pozdějších předpisů
133/1985 Sb.	Zákon o požární ochraně, ve znění pozdějších předpisů
17/1992 Sb.	Zákon o životním prostředí, ve znění pozdějších předpisů
279/2000 Sb.	Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 100/1995 Sb., kterou se stanoví podmínky pro provoz, konstrukci a výrobu určených technických zařízení a jejich konkretizace (Řád určených technických zařízení)
458/2000 Sb.	Zákon o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon), ve znění pozdějších předpisů
246/2001 Sb.	Vyhláška o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci), ve znění pozdějších předpisů
254/2001 Sb.	Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů
447/2002 Sb.	Vyhláška o hlášení závažných událostí a nebezpečných stavů, závažných provozních nehod (havárií), závažných pracovních úrazů a poruch technických zařízení
392/2003 Sb.	Vyhláška o bezpečnosti provozu technických zařízení a o požadavcích na vyhrazená technická zařízení tlaková, zdvihací a plynová při hornické činnosti a činnosti prováděné hornickým způsobem, ve znění pozdějších předpisů
362/2005 Sb.	Nařízení vlády o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky
201/2012 Sb.	Zákon o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů
344/2012 Sb.	Vyhláška o stavu nouze v plynárenství a o způsobu zajištění bezpečnostního standardu dodávky plynu, ve znění pozdějších předpisů
345/2012 Sb.	Vyhláška o dispečerském řízení plynárenské soustavy a o předávání údajů pro dispečerské řízení
541/2020 Sb.	Zákon o odpadech
250/2021 Sb.	Zákon o bezpečnosti práce v souvislosti s provozem vyhrazených technických zařízení a o změně souvisejících zákonů
191/2022 Sb.	Nařízení vlády o vyhrazených technických plynových zařízeních a požadavcích na zajištění jejich bezpečnosti

PROTOKOL č.
O VÝPOČTU MNOŽSTVÍ UNIKLÉHO PLYNU Z POŠKOZENÉHO PLYNOVODU
 (podle TPG 903 01)

Číslo hlášení o porušení plynovodu:			
Dodavatel plynu (název):			
Místo úniku:			
Důvod úniku a typ poškození plynovodu:			
Skupina, dimenze a materiál poškozeného plynovodu:			
Jméno, adresa, kontakt na organizaci (osoby), která poškození způsobila:			
IČ:		DIČ:	
Název a adresa investora akce, která způsobila únik plynu:			
Datum poškození:			
Obsah vodíku [molární zlomek] = [molových %] / 100			[-]
Počáteční tlak plynu v potrubí před poškozením			[kPa]
Doba trvání úniku plynu	Počátek úniku plynu (00:00 h, min)		
	Konec úniku plynu (00:00 h, min)		
	Doba úniku plynu celkem		[s]
Tvar otvoru	Viz fotodokumentace		
Plocha otvoru			[m²]

Typ poškození – umístění otvoru (příslušnou řádku označit křížkem)	neobnaženo – únik v zemi	$\alpha = 0,4$	
	částečně obnaženo	$\alpha = 0,6$	
	zcela obnaženo – únik do ovzduší	$\alpha = 0,8$	
	přerušené potrubí – únik do ovzduší	$\alpha = 1,0$	

Vypočtené množství uniklého plynu (podle TPG 903 01)		[m³]
--	--	------------------------

Přepočet množství uniklého plynu na energetické jednotky	průměrná hodnota spalného tepla		[kWh.m⁻³]
	přepočtené množství uniklého plynu		[kWh]

Datum vystavení protokolu:			
Protokol vystavil	Příjmení	Jméno	Podpis

Pozn. Protokol vyplnit hůlkovým písmem.

PŘÍKLAD VÝPOČTU MNOŽSTVÍ UNIKLÉHO PLYNU

Zemní plyn bez příměsí H₂

Zadání

Plynovod o provozním tlaku 300 kPa z PE potrubí 50x4,6 byl přetržený bagrem ve vzdálenosti 8 m od připojení na PE potrubí 110x10. Přívod plynu do havarovaného potrubí byl uzavřen 52 minut po havárii. Kolik uniklo plynu?

Výpočet množství uniklého plynu (podle 4.1–4.14)

- Vnitřní průměr porušeného potrubí D** (podle 4.2) – potrubí má vnější průměr $d_e = 50$ mm a tloušťku stěny 4,6 mm:

$$D = 50 - (2 \times 4,6) = 40,8 \text{ mm}$$
- Průřez potrubí S_D** (podle 4.3):

$$S_D = \frac{0,7854D^2}{1\,000\,000} = 0,7854 \times 40,8 \times 40,8 / 1\,000\,000 = 0,0013074 \text{ m}^2$$
- Plocha otvoru S** (podle 4.4) – v případě přetržení se bere stejná jako průřez potrubí:

$$S = S_D = 0,0013074 \text{ m}^2$$
- Posouzení použitelnosti výpočtu** (podle 4.5) – porušené potrubí není na přímé větvi z regulační stanice – postup lze použít.
- Vzdálenost neomezeného zdroje L** (podle 4.6) – potrubí je přetržené, tzn. plocha otvoru S se bere jako průřez potrubí S_D (úplné přetržení potrubí, rozsáhlý otvor o ploše větší než průřez potrubí), a proto se L stanoví podle 4.6.2. Ze zadání vychází: $L = 8$ m.
- Atmosférický tlak p_b** (podle 4.7): $p_b = 100$ kPa
- Provozní tlak p_p** (podle 4.8): $p_p = 300$ kPa
- Absolutní tlak v potrubí p_{abs}** (podle 4.9):

$$p_{abs} = p_p + p_b = 300 + 100 = 400 \text{ kPa}$$
- Kompresibilitní faktor z** zemního plynu pro absolutní tlak 0–80 MPa a teplotu 15 °C je možno vyjádřit vzorcem (podle 4.10), pro absolutní tlak $p_{abs} = 400$ kPa je:

$$z_{ZP} = 0,9976 - 1,844 \cdot 10^{-5} \cdot p_{abs} = 0,9902$$
- Výtokový součinitel α** (podle 4.11) – únik je plným průřezem potrubí, proto podle Tabulky 2 je:

$$\alpha = 1$$
- Rychlost plynu v** (podle 4.12) – protože je $p_p = 300$ kPa ($p_p > 84$ kPa) a plocha otvoru S je rovna průřezu potrubí S_D , použije se výpočet podle 4.12.3:
Vypočteme poměr $L/D = 8/0,0408 = 196$ (D se do vzorce dosazuje v [m]).
Z Tabulky 3 se odečte rychlost plynu v pro vypočtené L/D nebo nejbližší nižší.
V Tabulce 3 není hodnota $L/D = 196$, ale nejbližší nižší $L/D = 150$ a k němu: $v = 158$ m/s.
- Doba trvání úniku τ** (podle 4.13):

$$\tau = (M_2 - M_1) \cdot 60 = 52 \times 60 = 3\,120 \text{ s}$$
- Množství uniklého plynu Q_p** (podle 4.14):

$$Q_p = S \cdot \frac{p_{abs}}{p_v} \cdot \alpha \cdot v \cdot \tau \cdot \frac{z_v}{z} = 0,0013074 \cdot \frac{400}{101,325} \cdot 1 \cdot 158 \cdot 3120 \cdot \frac{0,998}{0,992} = 2\,560 \text{ m}^3$$

PŘÍKLAD VÝPOČTU MNOŽSTVÍ UNIKLÉHO PLYNU

Zemní plyn s příměsí 5% H₂

Zadání

Do zemního plynu o střední molární hmotnosti $M_{ZP}=0,0164$ kg/mol se přimísí vodík v množství 5 molových %, tj. o $y_{H_2} = 0,05$ (molární zlomek H₂). Plynovod distribuující tuto směs o provozním tlaku 300 kPa z PE potrubí 50x4,6 byl přetržen bagrem ve vzdálenosti 8 m od připojení na PE potrubí 110x10. Přívod plynu do havarovaného potrubí byl uzavřen 52 minut po havárii. Kolik uniklo plynu?

Výpočet množství uniklého plynu (podle 4.1 – 4.14)

- Vnitřní průměr porušeného potrubí D** (podle 4.2) – potrubí má vnější průměr $d_e = 50$ mm a tloušťku stěny 4,6 mm:

$$D = 50 - (2 \times 4,6) = 40,8 \text{ mm}$$
- Průřez potrubí S_D** (podle 4.3):

$$S_D = \frac{0,7854D^2}{1\,000\,000} = 0,7854 \times 40,8 \times 40,8 / 1\,000\,000 = 0,0013074 \text{ m}^2$$
- Plocha otvoru S** (podle 4.4) – v případě přetržení se bere stejná jako průřez potrubí:

$$S = S_D = 0,0013074 \text{ m}^2$$
- Posouzení použitelnosti výpočtu** (podle 4.5) – porušené potrubí není na přímé větvi z regulační stanice – postup lze použít.
- Vzdálenost neomezeného zdroje L** (podle 4.6) – potrubí je přetržené, tzn. plocha otvoru S se bere jako průřez potrubí S_D (úplné přetržení potrubí, rozsáhlý otvor o ploše větší než průřez potrubí), a proto se L stanoví podle 4.6.2. Ze zadání vychází: $L = 8$ m
- Atmosférický tlak p_b** (podle 4.7): $p_b = 100$ kPa
- Provozní tlak p_p** (podle 4.8): $p_p = 300$ kPa
- Absolutní tlak v potrubí p_{abs}** (podle 4.9):

$$p_{abs} = p_p + p_b = 300 + 100 = 400 \text{ kPa}$$
- Kompresibilitní faktor z** (podle 4.10)

$$z = y_{H_2} \cdot (1,000 + 6,065 \cdot 10^{-6} \cdot p_{abs}) + (1 - y_{H_2}) \cdot (0,9976 - 1,844 \cdot 10^{-5} \cdot p_{abs})$$

$$z = 0,05(1,000 + 6,065 \cdot 10^{-6} \cdot 400) + (1 - 0,05) \cdot (0,9976 - 1,844 \cdot 10^{-5} \cdot 400) = 0,991$$
 pro absolutní tlak $p_{abs} = 400$ kPa je: $z = 0,991$
- Výtokový součinitel α** (podle 4.11) – únik je plným průřezem potrubí, proto podle Tabulky 2 je:

$$\alpha = 1$$
- Rychlost plynu v_0** (podle 4.12) – protože je $p_p = 300$ kPa ($p_p > 84$ kPa) a plocha otvoru S je rovna průřezu potrubí S_D , použije se výpočet podle 4.12.3.
 Vypočteme poměr $L/D = 8/0,0408 = 196$ (D se do vzorce dosazuje v [m]).
 Z Tabulky 3 se odečte rychlost plynu v_0 pro vypočtené L/D nebo nejbližší nižší.
 V Tabulce 3 není hodnota $L/D = 196$, ale nejbližší nižší $L/D = 150$ a k němu: $v_0 = 158$ m/s.
 Nalezené v_0 se zkoriguje na příměs vodíku

$$v = v_0 \sqrt{\frac{0,0164}{M}} = 158 \sqrt{\frac{0,0164}{0,0157}} = 161,5 \text{ m/s}$$

kde

 M ...molární hmotnost směsi podle 2.1.6.

12. **Doba trvání úniku τ** (podle 4.13):

$$\tau = (M_2 - M_1) \cdot 60 = 52 \cdot 60 = 3\,120 \text{ s}$$

13. **Množství uniklého plynu Q_p** (podle 4.14):

$$Q_p = S \cdot \frac{p_{abs}}{p_v} \cdot \alpha \cdot v \cdot \tau \cdot \frac{z_v}{z} = 0,0013074 \cdot \frac{400}{101,325} \cdot 1 \cdot 161,5 \cdot 3120 \cdot \frac{0,998}{0,997} = 2603 \text{ m}^3$$