

TPG

Složení, vlastnosti plynů, spalovací vlast-
nosti, analýza

G 902 02

TECHNICKÁ PRAVIDLA



JAKOST A ZKOUŠENÍ PLYNNÝCH PALIV

QUALITY AND TESTING OF GASEOUS FUELS



Schválena dne:

Registrace Hospodářské komory České republiky: HKCR/2/08/32

Realizace a vydání technických pravidel:

Český plynárenský svaz

vedený u Městského soudu v Praze
pod spisovou značkou L 1250

ISBN

COPYRIGHT © ČPS, 2026

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

Tato technická pravidla stanoví základní požadavky na jakost a zkoušení plyných paliv s vysokým obsahem metanu. Mají poskytnout normativní základ pro stanovení základních parametrů plyných paliv s vysokým obsahem metanu.

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

NAHRAZENÍ PŘEDCHOZÍCH PŘEDPISŮ

Tato technická pravidla nahrazují TPG 902 02 schválená 1. 3. 2006 a obsahují nebo nahrazují následné změny (Změnu 1 ze dne 1. 3. 2009, Změnu 2 ze dne 1. 7. 2015, Změnu 3 ze dne 1. 8. 2021).

Změny proti předchozím TPG

Nově pravidla vymezují kromě konkrétních požadavků na jakost a zkoušení plyných paliv s vysokým obsahem metanu také metanové číslo, emisní faktor, obrazec záměnnosti.

Technická pravidla byla projednána s dotčenými orgány státní správy a dalšími 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
2.1	Termíny a definice	5
2.2	Zkratky a značky	5
3	Obecně	7
4	Rozdělení plyných paliv	7
4.1	Rozdělení plyných paliv – dle ČSN ISO 23550 zkoušení plyných paliv	7
4.2	Rozdělení plyných paliv 2. třídy	7
4.3	5. třída – Vodík	8
5	Fyzikální a chemické vlastnosti plynů	8
5.1	Stav	9
5.2	Stavové veličiny	9
5.3	Faktor kompresibility, stupeň kompresibility	9
5.4	Složení plynu	9
6	Charakteristické veličiny pro spalování	10
6.1	Spalné teplo, výhřevnost	10
6.2	Wobbeho číslo	11
6.3	Hustota	11
6.4	Metanové číslo	11
6.5	Emisní faktor	12
7	Technické požadavky na vlastnosti a složení zemního plynu	12
8	Zkoušení plyných paliv	13
8.1	Předpisy pro zkoušení plyných paliv s vysokým obsahem metanu	13
9	Biometan v uzavřené oblasti a propanizovaný biometan	15
9A	Doporučené postupy pro stanovení spalného tepla a výhřevnosti biometanu v uzavřené oblasti	15
9B	Stanovení výhřevnosti biometanu před propanizací	15
10	Závěrečná a přechodná ustanovení	16
11	Citované a související předpisy	16
11.1	Technické normy	16
11.2	Technická pravidla	17
11.3	Právní předpisy	17
11.4	Zahraniční předpisy	17
Příloha 1	Výpočet emisního faktoru CO₂	18
Příloha 2	Složení a vlastnosti vybraných plynů	19
Příloha 3	Obrazec záměnnosti – informativní	22
Příloha 4	Stanovení výhřevnosti biometanu ze složení propanizovaného biometanu	23

TPG	Ověřování odborné úrovně a kvality práce v oblasti plynárenských zařízení	G 902 02
------------	--	-----------------

1 ROZSAH PLATNOSTI

- 1.1 Tato technická pravidla (dále jen „pravidla“) určují požadavky na vlastnosti, složení a zkoušení plyných paliv s vysokým obsahem metanu, která jsou dodávána přepravní a distribuční soustavou konečným zákazníkům.

2 NÁZVOSLOVÍ

2.1 Termíny a definice

Bioplyn – surový plyn produkovaný anaerobní fermentací různými druhy bioplynových stanic, čistěním odpadních vod (ČOV) a skládek¹⁾.

Biometan – upravený bioplyn vhodný pro vtlačení do plynárenských sítí.

Další definice použité v pravidlech vychází z ČSN EN ISO 6976 a TPG 902 01.

2.2 Značky a zkratky

Tabulka 1 obsahuje značky (ve vzorcích), které jsou použity v těchto pravidlech.

Tabulka 1a – Značky

Značka	Veličina	Jednotka
d	relativní hustota $d(p_v, t_v) = d$	–
m	hmotnost	kg
$\tilde{H}_s[15^\circ\text{C}; V(15^\circ\text{C}, 101,325 \text{ kPa})]$	spalné teplo (teplota reaktantů a produktů spalování 15°C ; objem plynu při referenčních podmínkách $t_v = 15^\circ\text{C}$; $p_v = 101,325 \text{ kPa}$)	MJ.m^{-3} , kWh.m^{-3}
$\tilde{H}_l[15^\circ\text{C}; V(15^\circ\text{C}, 101,325 \text{ kPa})]$	výhřevnost (teplota reaktantů a produktů spalování 15°C ; objem plynu při referenčních podmínkách $t_v = 15^\circ\text{C}$; $p_v = 101,325 \text{ kPa}$)	MJ.m^{-3} , kWh.m^{-3}
i	označení jedné složky ve směsi	–
K	stupeň kompresibility	–
n	látkové množství	mol
p	tlak	Pa
p_a	absolutní tlak ($p_a = p_p + p_b$)	Pa
p_b	tlak barometrický – atmosférický	Pa
p_n	tlak v normálním stavu ($p_n = 101,325 \text{ kPa}$)	Pa
p_p	tlak provozní – přetlak	Pa
p_v	referenční tlak (nejčastěji $p_v = p_n$)	Pa
R	univerzální plynová konstanta ($R = 8314, 510 \text{ J.kmol}^{-1}.\text{K}^{-1}$)	$\text{J.kmol}^{-1}.\text{K}^{-1}$
t	teplota	$^\circ\text{C}$
t_1	referenční teplota reaktantů a produktů spalování	$^\circ\text{C}$

Pokračování

1) Vyhláška č. 110/2022 Sb.

Tabulka 1a – Značky dokončení

Značka	Veličina	Jednotka
t_2	referenční teplota pro objem plynu	°C
t_{RB}	teplota rosného bodu	°C
t_{RBV}	teplota rosného bodu vody	°C
t_{RBU}	teplota rosného bodu uhlovodíků	°C
t_v	referenční teplota (v České republice $t_v = 15\text{ °C}$)	°C
T	termodynamická teplota	K
T_n	teplota v normálním stavu ($T_n = 273,15\text{ K}$)	K
T_p	teplota provozní	K
T_v	referenční teplota (v České republice $T_v = 288,15\text{ K}$)	K
$V(p, T, x_1, x_2, \dots, x_n)$	objem při tlaku p , teplotě T a složení plyné směsi vyjádřené molárními zlomky jednotlivých složek x_1 až x_n	m ³
V_p	objem při provozních podmínkách (změřený plynoměrem) $V(p_p, T_p, x_1, x_2, \dots, x_n) = V_p$	m ³
V_v	objem při referenčních podmínkách $V(p_v, T_v, x_1, x_2, \dots, x_n) = V_v$	m ³
$W[15\text{ °C}; V(15\text{ °C}, 101,325\text{ kPa})]$	Wobbeho číslo (teplota reaktantů a produktů spalování 15 °C; objem plynu při referenčních podmínkách $t_v = 15\text{ °C}$; $p_v = 101,325\text{ kPa}$)	kWh.m ⁻³ , MJ.m ⁻³
w_i	hmotnostní koncentrace složky i	–
x_i	molární zlomek složky i	–
$x_1, x_2, \dots, x_n$	soubor molárních zlomků složek směsi	–
Z	faktor kompresibility ve stavu $p, T, x_1, x_2, \dots, x_n$ $Z(p, T, x_1, x_2, \dots, x_n) = Z$	–
Z_p	faktor kompresibility při provozních podmínkách $Z(p_p, T_p, x_1, x_2, \dots, x_n) = Z_p$	–
Z_v	faktor kompresibility při referenčních podmínkách $Z(p_v, T_v, x_1, x_2, \dots, x_n) = Z_v$	–
ρ_p	hustota v provozním stavu $\rho(p_p, T_p, x_1, x_2, \dots, x_n) = \rho_p$	kg.m ⁻³
ρ_v	hustota při referenčních podmínkách $\rho(p_v, T_v, x_1, x_2, \dots, x_n) = \rho_v$	kg.m ⁻³

Poznámka: Referenční (vztažné) podmínky $t_v = 15\text{ °C}$; $p_v = 101,325\text{ kPa}$.

Tabulka 1b – Značky pro emisní faktor

Značka	Veličina	Jednotka
E_{CO_2e}	celkové emise ekvivalentu oxidu uhličitého (CO ₂ e)	kg CO ₂ e
Q_{ZP}	množství energie vyprodukované spálením předmětného objemu zemního plynu	kWh
EF_{CO_2}	emisní faktor oxidu uhličitého	g CO ₂ / MJ
EF_{CH_4}	emisní faktor metanu	g CH ₄ / MJ
GWP_{CH_4}	potenciál globálního oteplování metanu (Global Warming Potential)	–
EF_{N_2O}	emisní faktor oxidu dusného	g N ₂ O / MJ
GWP_{N_2O}	potenciál globálního oteplování oxidu dusného	–

BM	biometan
ČOV	čistírna odpadních vod
G222	zkušební plyn podle ČSN EN 437, obsahující směs metanu 77 % obj. a vodíku 23 % obj.
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
MND	Moravské naftové doly (MND a.s.)
PBM	propanizovaný biometan
SNG	náhradní zemní plyny (substitute natural gas)
ZP	zemní plyn

3 OBECNĚ

- 3.1 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 dokumentu²⁾ 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 poznání podle 1.5 ČSN EN 45020.

4 ROZDĚLENÍ PLYNNÝCH PALIV

4.1 Rozdělení plyných paliv – dle ČSN ISO 23550 o zkoušení plyných paliv

Jako plyná paliva označujeme taková paliva, která jsou při teplotě 15 °C a tlaku 101,325 kPa v plynném stavu. Podle spalovacích vlastností se dělí do pěti tříd:

1. třída – plyná paliva s vysokým obsahem vodíku; (plyny bohaté na vodík, zejména z koksování uhlí) již nejsou v ČR distribuovány v rámci zásobování obyvatelstva. V tomto TPG nejsou více specifikována.

2. třída – plyná paliva s vysokým obsahem metanu; jsou rozdělena do skupiny L (nízká) a H (vysoká) podle Wobbeho čísla.

3. třída – zkapalněné uhlovodíkové plyny.

4. třída – zahrnovala směsi kapalných plynů a vzduchu jako plyny v omezených distribučních oblastech jiných států. Od začátku tisíciletí se již nepoužívá. Proto nejsou v tomto TPG více specifikovány.

5. třída – vodík. Třída obsahuje vodík ve dvou různých úrovních čistoty. Ve vyhlášce o měření je definován vodík vysokého stupně čistoty podílem $\geq 98 \text{ \% mol}^{(3)}$.

Tato pravidla se zabývají pouze plynými palivy 2. a 5. třídy a dále palivy třídy 3. jako přídatnými při navýšení spalného tepla biometanu.

4.2 Rozdělení plyných paliv 2. třídy

Plyná paliva 2. třídy zahrnují plyny s vysokým obsahem metanu, které jsou záměnné. Jedná se o:

- přírodní zemní plyny;
- náhradní zemní plyny (SNG);
- biometan;
- záměnné plyny.

4.2.1 Přírodní zemní plyny

Přírodní zemní plyny se získávají z přirozených plynových nebo ropně-plynových ložisek. Zemní plyn je plyná směs uhlovodíků sestávající převážně z metanu, ale obsahuje také etan, propan a vyšší uhlovodíky, jakož i některé nehořlavé plyny, jako je dusík a oxid uhličitý. Zemní plyn může obsahovat také složky nebo nečistoty, jako jsou sloučeniny síry, vodu a/nebo jiné chemické sloučeniny.

4.2.2 Náhradní zemní plyny

Náhradní zemní plyny se připravují buď anaerobní fermentací biomasy s následnou úpravou nebo z vyšších uhlovodíků konverzí či reformingem a vzniklý syntézní plyn je upraven metanizací.

²⁾ Schválení se oznamuje na www.cgoa.cz.

³⁾ Vyhláška č. 108/2011 Sb.

4.2.3 Biometan

Plyn (bioplyn) vyráběný zpravidla fermentací z biomasy, který může být po příslušné úpravě (mj. separace CO₂, odsíření, sušení) vtláčen do plynárenské sítě jako biometan.

Biometan je i skládkový plyn, přičemž ve skládkovém plynu se může vyskytovat celá řada minoritních látek, a to i látky, které nejsou popsány ve vyhlášce o měření³⁾. Záleží na druhu uloženého odpadu a důležité je i stáří konkrétní partie skládky. Z tohoto důvodu, u výroby biometanu ze skládkového nebo kalového plynu, si mohou provozovatel distribuční soustavy a výrobce biometanu na základě analýzy vzorku biometanu dohodnout ve smlouvě o připojení další kvalitativní parametry včetně četnosti jejich měření pro zajištění bezpečného a spolehlivého provozu plynárenské soustavy.

Minoritní sloučeniny ve skládkovém plynu jsou zejména:

- sirné sloučeniny, přičemž hodnota sulfanu může nabývat i vyšších hodnot než reaktorových bioplynů;
- těžké chlorované aromáty;
- freony (v současné době zdroj nadouvadla polyuretanových pěn);
- agropřípravky (spíše historické, např. pentachlorfenol);
- ředidla, rozpouštědla, lepidla (např. 1,1,1-trichlorethan, chlorethen, dichlormethan);
- siloxany.

4.2.4 Záměnné plyny

Záměnné plyny jsou připravovány z plynných paliv ostatních dvou tříd (1. a 3. třídy) přidavkem dalšího plynu tak, aby jejich vlastnosti vyhovovaly kritériím 2. třídy.

4.3 5. třída – Vodík

Vodík může být vyráběn zejména:

- a) Elektrolýzou vody, přičemž hlavní minoritní látky jsou:
 - voda,
 - kyslík,
 - stopy elektrolytu (např. KOH, H₂SO₄) – pokud není dobře separováno.
- b) Biologickými metodami, přičemž hlavní minoritní látky jsou:
 - oxid uhličitý,
 - sulfan,
 - amoniak,
 - těkavé organické látky.
- c) Parním reformingem, přičemž hlavní minoritní látky jsou:
 - oxid uhelnatý,
 - oxid uhličitý,
 - metan,
 - dusík,
 - stopy síry – pokud není vstupní plyn dobře odsířen.

Do plynárenské soustavy může být dodáván vodík tak, aby ve směsi se zemním plynem byl dodržen obsah vodíku uvedený ve vyhlášce o měření³⁾.

Pro distribuční soustavu dále platí pravidlo, že konkrétní hodnota obsahu vodíku bude dohodnuta mezi provozovatelem distribuční soustavy a výrobcem vodíku ve smlouvě o připojení tak, aby bylo zajištěno splnění požadavků na technickou připravenost příslušné části distribuční soustavy a její bezpečný a spolehlivý provoz.

5 FYZIKÁLNÍ A CHEMICKÉ VLASTNOSTI PLYNŮ

Jednotlivé kvalitativní parametry plynu jsou uvedeny ve vyhlášce o měření v příloze 5³⁾:

- Tabulka č. 2 Parametry plynu v přepravní a distribuční soustavě;
- Tabulka č. 3 Parametry biometanu;
- Tabulka č. 4 Parametry vodíku vysokého stupně čistoty.

5.1 Stav

Stav plynu je určen stavovými veličinami, viz kap. 5.2.

Objem plynu a k objemu vztažené fyzikální veličiny jsou v technické praxi běžně vztaženy na tři stavy:

- Normální stav – je označován dolním indexem n a je určen normálním tlakem $p_n = 101,325 \text{ kPa}$ a normální teplotou $T_n = 273,15 \text{ K}$.
- Referenční stav – jedná se o konkrétní hodnoty p a T , jsou určeny dohodou a platí v určitém regionu. Je označován dolním indexem v .

Poznámka: V České republice jsou referenční (vztažené) podmínky pro suchý plyn určeny v TPG 901 01 takto: teplota $T_v = 288,15 \text{ K}$ (15°C) a tlak $p_v = 101,325 \text{ kPa}$. Tento stav bývá často označován jako standardní.

- Provozní stav – je charakterizován provozním tlakem a provozní teplotou. Veličiny vztažené k provoznímu stavu se označují dolním indexem p .

5.2 Stavové veličiny

Stavové veličiny určují stav plynu. Mezi základní stavové veličiny patří objem $V(p, T, x_1, x_2, \dots, x_n)$, teplota T a tlak p .

- Objem $V(p, T, x_1, x_2, \dots, x_n)$ má základní jednotku metr krychlový [m^3].
- Termodynamická (absolutní) teplota T se vyjadřuje v Kelvinech [K], teplota t se vyjadřuje ve stupních Celsia [$^\circ \text{C}$]. Pro jejich vzájemný přepočítání platí následující vztah:

$$t = T - T_n \quad (T_n = 273,15 \text{ K}) \quad (1)$$

- Tlak má základní jednotku Pa. Jako normální tlak p_n je v technické praxi používána hodnota $101,325 \text{ kPa}$. V praxi se používají pojmy barometrický tlak, přetlak a absolutní tlak.

Absolutní tlak p_a je definován jako součet barometrického tlaku a přetlaku

$$p_a = p_b + p_p \quad (2)$$

kde p_b je barometrický tlak (někdy se též nazývá atmosférický);

p_p je přetlak (nebo také efektivní či relativní tlak).

5.3 Faktor kompresibility, stupeň kompresibility

Stavová rovnice pro ideální plyn má tvar:

$$p_a \cdot V(p, T, x_1, x_2, \dots, x_n) = n \cdot R \cdot T \quad (3)$$

Přepočítání na stav reálného plynu je možné provést prostřednictvím faktoru kompresibility Z .

$$p_a \cdot V(p, T, x_1, x_2, \dots, x_n) = Z \cdot n \cdot R \cdot T \quad (4)$$

Poměr faktorů kompresibility pro provozní stav Z_p a pro referenční stav Z_v se nazývá stupeň kompresibility K . Používá se k vyjádření odchylky chování reálného plynu za daných podmínek od chování reálného plynu za referenčních podmínek.

$$K = \frac{Z_p}{Z_v} \quad (5)$$

Podrobně se výpočtem faktoru kompresibility, resp. stupněm kompresibility zabývá TPG 902 01.

5.4 Složení plynu

Zastoupení jednotlivých složek v plynech se vyjadřuje následujícími jednotkami:

- Molární zlomek (označuje se symbolem x_i , bezrozměrná veličina) – poměr látkového množství konkrétní složky i k látkovému množství všech látek ve směsi. Po vynásobení hodnotou 100 se získají molární procenta (% mol.).

$$x_i = \frac{n_i}{\sum n_i} \quad (6)$$

- Objemový zlomek (označuje se symbolem φ_i , bezrozměrná veličina) – poměr objemu konkrétní složky i k objemu všech látek ve směsi. Po vynásobení hodnotou 100 se nazývá objemová procenta (% obj.). Hodnota objemového zlomku závisí na stavových podmínkách, proto je třeba ji udávat spolu s příslušným referenčním stavem.

$$\varphi_i = \frac{V_i}{\sum V_i} \quad (7)$$

- Hmotnostní koncentrace (označuje se symbolem w_i , jednotka $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$) – hmotnost konkrétní látky v jednotce objemu plynu (nejčastěji v 1 m^3). Hodnota hmotnostní koncentrace závisí na stavových podmínkách, proto je třeba ji udávat spolu s příslušným referenčním stavem. Po vynásobení hodnotou 100 se nazývá hmotnostní procenta (% hm.).

$$w_i = \frac{m_i}{V} \quad (8)$$

Obsah vody a vyšších uhlovodíků je vyjádřen prostřednictvím teplot rosných bodů. Limitní hodnoty rosných bodů vody a uhlovodíků jsou uvedeny ve vyhlášce o měření v příloze 5³⁾:

- Tabulka č. 2 Parametry plynu v přepravní a distribuční soustavě;
- Tabulka č. 3 Parametry biometanu;
- Tabulka č. 4 Parametry vodíku vysokého stupně čistoty.

5.4.1 Rosný bod vody

Rosný bod vody (t_{RBV} , jednotka $^{\circ}\text{C}$) je teplota, při které se v plynu saturovaném vodou při daném tlaku začíná formovat kapalná, nebo pevná fáze vody. Rosný bod vody je závislý na tlaku a obsahu vody. Limitní hodnota je uvedena pro vztažný tlak 4 MPa (absolutní tlak).

5.4.2 Rosný bod uhlovodíků

Rosný bod uhlovodíků (t_{RBU} , jednotka $^{\circ}\text{C}$) je teplota, při které se z plynu za daného tlaku začíná oddělovat uhlovodíkový kondenzát. Rosný bod je závislý na tlaku a obsahu uhlovodíků. Limitní hodnota je uvedena v rozsahu absolutních tlaků 0,1-7 MPa.

6 CHARAKTERISTICKÉ VELIČINY PRO SPALOVÁNÍ

Jednotlivé kvalitativní parametry plynu jsou uvedeny ve vyhlášce o měření v příloze 5³⁾:

- Tabulka č. 1 Charakteristické veličiny pro spalování plynných paliv.

6.1 Spalné teplo, výhřevnost

Spalné teplo $\tilde{H}_s[15^{\circ}\text{C}; V(15^{\circ}\text{C}; 101,325 \text{ kPa})]$ a výhřevnost $\tilde{H}_i[15^{\circ}\text{C}; V(15^{\circ}\text{C}; 101,325 \text{ kPa})]$ plynu jsou definovány jako negativní hodnota entalpie reakce, která nastane při spalování plynu za konkrétního tlaku $p = 101,325 \text{ kPa}$. Předpokládá se, že teplota všech produktů reakce je po spálení stejná jako teplota všech reaktantů před spálením, vztažná teplota se dle ČSN EN ISO 6976 označuje symbolem t_1 (první hodnota teploty v hranaté závorce uvedené za symbolem příslušné veličiny). Symbolem t_2 (druhá hodnota teploty v kulaté závorce za symbolem příslušné veličiny) je označena vztažná teplota k objemové jednotce veličiny.

Poznámka: Obě tyto referenční teploty jsou v České republice stanoveny na 15°C .

- Spalné teplo udává množství tepla, které lze získat dokonalým spálením určitého množství plynu se vzduchem tak, že tlak p , při kterém probíhá reakce, zůstává konstantní a všechny produkty spalování jsou vráceny při stejné určité teplotě t_1 , jakou měly reaktanty, a všechny tyto produkty

jsou v plynném stavu s výjimkou vody, která vzniká při spalování, a která zkondenzuje do kapalného stavu při teplotě t_1 .

- Výhřevnost udává množství tepla, které lze získat dokonalým spálením určitého množství plynu se vzduchem tak, že tlak p , při kterém probíhá reakce, zůstává konstantní a všechny produkty spalování jsou vráceny při stejné určité teplotě t_1 , jakou měly reaktanty. Všechny tyto produkty jsou v plynném stavu.

Spalné teplo a výhřevnost jsou nejčastěji vztaženy na objem plynu, jejich jednotkou je tedy kWh.m⁻³ nebo v MJ.m⁻³.

Výpočet spalného tepla a výhřevnosti ze složení plynu je pro obvyklé teploty uveden v ČSN EN ISO 6976.

6.2 Wobbeho číslo

Wobbeho číslo $W[15^\circ\text{C}; V(15^\circ\text{C}; 101,325 \text{ kPa})]$ je hodnota charakterizující vzájemnou záměnnost plynů. Plynná paliva o rozdílném složení, ale stejném Wobbeho čísle, mají obdobné spalovací vlastnosti.

Wobbeho číslo $W[15^\circ\text{C}; V(15^\circ\text{C}; 101,325 \text{ kPa})]$ je definováno jako podíl spalného tepla a druhé odmocniny relativní hustoty $d(15^\circ\text{C}; 101,325 \text{ kPa})$, tedy za stejných referenčních podmínek.

$$W[15^\circ\text{C}; V(15^\circ\text{C}; 101,325 \text{ kPa})] = \frac{\bar{H}_s[15^\circ\text{C}; V(15^\circ\text{C}; 101,325 \text{ kPa})]}{\sqrt{d(15^\circ\text{C}; 101,325 \text{ kPa})}} \quad (9)$$

Jednotka Wobbeho čísla je identická s jednotkou spalného tepla (kWh.m⁻³ nebo MJ.m⁻³).

Poznámka 1: Podrobně se výpočtem Wobbeho čísla zabývá ČSN EN ISO 6976.

Poznámka 2: Wobbeho číslo lze počítat i z výhřevnosti, označuje se W_i . Ve starší literatuře se Wobbeho číslo vypočítané z výhřevnosti označovalo jako Wobbeho číslo dolní (W_i) a Wobbeho číslo vypočítané ze spalného tepla jako Wobbeho číslo horní (W_s).

V Příloze 3 je uveden obrazec záměnnosti pro zemní plyny a biometan. Obrazec záměnnosti vymezuje oblast bezpečného provozu plynových spotřebičů pro příslušnou skupinu plyných paliv v souřadnicích relativní hustota a spalné teplo.

6.3 Hustota

Hustota $\rho(p, T, x_1, x_2, \dots, x_n)$ je definována podílem hmotnosti m a objemu $V(p, T, x_1, x_2, \dots, x_n)$ a její hodnota je závislá na tlaku, teplotě a složení.

- Referenční hustota $\rho_v = \rho(p_v, T_v, x_1, x_2, \dots, x_n)$ je hustota za referenčních podmínek.
- Provozní hustota $\rho_p = \rho(p_p, T_p, x_1, x_2, \dots, x_n)$ je hustota za provozních podmínek.
- Relativní hustota (hutnota) $d(p, T, x_1, x_2, \dots, x_n)$ je poměr hustoty plynu k hustotě suchého vzduchu za stejných podmínek (stejného tlaku a teploty).

Poznámka: Podrobně se výpočtem hustoty ze složení plynu zabývají TPG 902 01.

6.4 Metanové číslo

Metanové číslo plynu – kritérium udávající odolnost paliva vůči detonačnímu spalování v motoru (klepání motoru). Metanové číslo plynu je srovnatelné s oktanovým číslem benzínu. Metanové číslo vyjadřuje objemové procento metanu ve směsi metanu a vodíku, které má ve zkušebním motoru za standardních podmínek stejnou odolnost proti klepání jako zkoumaný palivový plyn.

Vysoké metanové číslo znamená vysokou odolnost proti klepání a umožňuje vysokou úroveň účinnosti. Nízké metanové číslo může mít za následek pokles účinnosti a výkonu, případně může vést až k poškození motoru v důsledku klepání.

Poznámka k výpočtu metanového čísla v Tabulce č. 4: Metanové číslo může být stanoveno výpočtem na základě složení paliva. Jednotná metodika výpočtu není stanovena, výrobci plynových spalovacích motorů využívají většinou svoji metodiku a výsledky výpočtů se mohou mezi metodikami lišit.

Metody výpočtu jsou stanoveny normou ISO 17507, část 1: Metoda MN_C a část 2: Metoda PKI. Metanová čísla uvedená v tomto TPG jsou vypočtena podle metody MN_C popsané v ISO 17507-1. Vypočtené hodnoty metanového čísla jsou v souladu s touto metodou zaokrouhleny na celá čísla. Součástí normy ISO 17507-1 je odkaz na nástroj pro výpočet metanového čísla v souladu s popsanou metodou.

6.5 Emisní faktor

Výpočet emisí vznikajících spalováním zemního plynu se provádí v souladu s metodikou GHG Protocol – Corporate Standard a normou ISO 14064-1, která stanovuje zásady a požadavky pro kvantifikaci a vykazování emisí skleníkových plynů. Přepočet emisí na ekvivalent CO_2 (CO_2e) se provádí pomocí hodnot potenciálu globálního oteplování (GWP), převzatých z hodnocení Mezivládního panelu pro změnu klimatu (IPCC). Hodnoty jsou uvedené v tabulce 2.

Tabulka 2 – Zdroje přepočtu emisních faktorů

Vstupní parametry	Hodnota	Jednotka	Zdroj
Emisní faktor CO_2	55 607	kg/TJ	Národní inventarizace skleníkových plynů ČR 2025
Emisní faktor CH_4	1	kg/TJ	IPCC 2006 Guidelines
Emisní faktor N_2O	0,1	kg/TJ	IPCC 2006 Guidelines
GWP CO_2	1	–	IPCC AR6
GWP CH_4	27	–	IPCC AR6
GWP N_2O	273	–	IPCC AR6

Výpočet emisí CO_2e při spálení 1 kWh zemního plynu je uveden v Příloze 1.

7 TECHNICKÉ POŽADAVKY NA VLASTNOSTI A SLOŽENÍ ZEMNÍHO PLYNU

V tabulce 3 jsou uvedeny vybrané parametry plynu podle vyhlášky o měření³⁾

Tabulka 3 – Parametry plynu podle vyhlášky o měření³⁾ a stanovení jejich obsahu

Parametr	Jednotka	Stanovení obsahu
		viz článek
Obsah metanu	% mol.	8.1.1
Obsah etanu	% mol.	8.1.1
Obsah propanu	% mol.	8.1.1
Obsah sumy butanů	% mol.	8.1.1
Obsah sumy pentanů a vyšších uhlovodíků	% mol.	8.1.1
Obsah kyslíku	% mol.	8.1.4
Obsah oxidu uhličitého	% mol.	8.1.5
Obsah dusíku	% mol.	8.1.6
Obsah vodíku	% mol.	8.1.7
Obsah vody vyjádřený jako teplota rosného bodu vody	°C	8.1.2
Obsah vody vyjádřený jako teplota rosného bodu vody	°C	8.1.3
Celkový obsah síry	mg.m ⁻³	8.1.8
Obsah merkaptanové síry	mg.m ⁻³	8.1.8
Obsah sulfanu	mg.m ⁻³	8.1.8
Stanovení obsahu halogenovaných sloučenin a organických sloučenin křemíku	mg.m ⁻³	8.1.9

8 ZKOUŠENÍ PLYNNÝCH PALIV

Na rozsahu, četnosti a použití konkrétních metod zkoušení plyných paliv se dohodnou obchodní partneři (dodavatel a odběratel plyného paliva) v rámci smlouvy o připojení.

8.1 Předpisy pro zkoušení plyných paliv s vysokým obsahem metanu

8.1.1 Stanovení obsahu metanu a vyšších uhlovodíků

Pro stanovení obsahu metanu a vyšších uhlovodíků lze použít některou z následujících norem:

- ČSN EN ISO 6974-3 Zemní plyn – Stanovení složení a přidružené nejistoty pomocí plynové chromatografie – Část 3: Přesnost a vychýlení;
- ČSN EN ISO 6974-4 Zemní plyn – Stanovení složení s definovanou nejistotou pomocí plynové chromatografie – Část 4: Stanovení dusíku, oxidu uhličitého a uhlovodíků C1 až C5 a C6+ pro laboratoře a měřicí systém on-line za použití dvou kolon;
- ČSN EN ISO 6974-5 Zemní plyn – Stanovení složení a přidružené nejistoty pomocí plynové chromatografie – Část 5: Izotermická metoda pro dusík, oxid uhličitý, uhlovodíky C1 až C5 a uhlovodíky C6+;
- ČSN EN ISO 6974-6 Zemní plyn – Stanovení složení s definovanou nejistotou pomocí plynové chromatografie – Část 6: Stanovení vodíku, hélia, kyslíku, dusíku, oxidu uhličitého a uhlovodíků C1 až C8 pomocí tří kapilárních kolon.

Pro stanovení lze využít i jiné metody za předpokladu, že citlivost, nejistota a přesnost je srovnatelná s metodami výše uvedenými.

8.1.2 Stanovení obsahu vody

Pro stanovení obsahu vody vyjádřeného jako rosný bod vody lze použít některou z následujících norem:

- ČSN EN ISO 18453 Zemní plyn – Vztah mezi obsahem vody a rosným bodem vody;
- ČSN EN ISO 6327 Analýza plynů – Stanovení rosného bodu vody v zemním plynu – Vlhkoměry s chlazeným kondenzačním povrchem;
- ČSN EN ISO 10101-1 Zemní plyn – Stanovení vody metodou Karl Fischera – Část 1: Obecné požadavky;
- ČSN EN ISO 10101-2 Zemní plyn – Stanovení vody metodou Karl Fischera – Část 2: Objemová metoda;
- ČSN EN ISO 10101-3 Zemní plyn – Stanovení vody metodou Karl Fischera – Část 3: Coulometrická metoda;
- ČSN EN ISO 11541 Zemní plyn – Stanovení obsahu vody při vysokém tlaku.

Při vyhodnocení výsledků bude zohledňována nejistota měření, zejména v případech, kdy se naměřené hodnoty pohybují v blízkosti stanovených limitů.

8.1.3 Stanovení rosného bodu uhlovodíků

Způsob stanovení rosného bodu uhlovodíků konvenčními způsoby není v současnosti ucelený a výsledky naměřené různými metodami a přístroji se od sebe navzájem liší, konkrétně se jedná o použití chlazených zrcátek různých výrobců, nebo použití různých stavových rovnic při výpočtu ze složení plynu. Rosným bodem uhlovodíků se zabývají následující normy a technické reporty:

- ISO/TR 12148:2009 Natural gas – Calibration of chilled mirror type instruments for hydrocarbon dewpoint (liquid formation);
- ISO/TR 11150:2007 Natural gas – Hydrocarbon dew point and hydrocarbon content;
- ČSN EN ISO 6570 Zemní plyn – Stanovení obsahu kondenzujících uhlovodíků – Vázková metoda.

Při vyhodnocení výsledků bude zohledňována nejistota měření, zejména v případech, kdy se naměřené hodnoty pohybují v blízkosti stanovených limitů.

Poznámka: Stanovení rosného bodu uhlovodíků v současnosti probíhá v souladu s postupy doporučenými výrobci analyzátorů rosného bodu.

8.1.4 Stanovení obsahu kyslíku

Obsah kyslíku je rozdílně uveden pro parametry plyných paliv uvedených v:

- a) Tabulce č. 2 vyhlášky o měření³⁾ – Parametry plynu v přepravní a distribuční soustavě

S ohledem na rozdílné technické a provozní podmínky přepravní a distribuční soustavy je potřeba stanovit dvě mezní hodnoty pro obsah kyslíku. Pro přepravní soustavu se stanovuje limitní hodnota obsahu kyslíku $\leq 0,001$ mol. % jako 24hodinový klouzavý průměr, přičemž okamžitá hodnota nesmí překročit $\leq 0,02$ mol. %. V distribuční soustavě je přípustná vyšší koncentrace kyslíku, a to až do 0,5 mol. %.

b) Tabulce č. 4 vyhlášky o měření³⁾ – Parametry vodíku vysokého stupně čistoty

Pro přepravní a distribuční soustavu se stanovuje stejná limitní hodnota obsahu kyslíku $\leq 0,01$ mol. %.

Pro stanovení obsahu kyslíku lze použít některou z následujících norem:

- ČSN EN ISO 6974-3 Zemní plyn – Stanovení složení a přidružené nejistoty pomocí plynové chromatografie – Část 3: Přesnost a vychýlení;
- ČSN EN ISO 6974-6 Zemní plyn – Stanovení složení s definovanou nejistotou pomocí plynové chromatografie – Část 6: Stanovení vodíku, hélia, kyslíku, dusíku, oxidu uhličitého a uhlovodíků C1 až C8 pomocí tří kapilárních kolon.

Obsah kyslíku lze stanovit také měřením pomocí analyzátorů.

Pro stanovení lze využít i jiné metody za předpokladu, že citlivost, nejistota a přesnost je srovnatelná s metodami výše uvedenými.

8.1.5 Stanovení obsahu oxidu uhličitého

Pro stanovení obsahu oxidu uhličitého lze použít některou z následujících norem:

- ČSN EN ISO 6974-3 Zemní plyn – Stanovení složení a přidružené nejistoty pomocí plynové chromatografie - Část 3: Přesnost a vychýlení;
- ČSN EN ISO 6974-4 Zemní plyn – Stanovení složení s definovanou nejistotou pomocí plynové chromatografie – Část 4: Stanovení dusíku, oxidu uhličitého a uhlovodíků C1 až C5 a C6+ pro laboratoře a měřicí systém on-line za použití dvou kolon;
- ČSN EN ISO 6974-5 Zemní plyn – Stanovení složení a přidružené nejistoty pomocí plynové chromatografie – Část 5: Izotermická metoda pro dusík, oxid uhličitý, uhlovodíky C1 až C5 a uhlovodíky C6+;
- ČSN EN ISO 6974-6 Zemní plyn – Stanovení složení s definovanou nejistotou pomocí plynové chromatografie – Část 6: Stanovení vodíku, hélia, kyslíku, dusíku, oxidu uhličitého a uhlovodíků C1 až C8 pomocí tří kapilárních kolon.

Pro stanovení lze využít i jiné metody za předpokladu, že citlivost, nejistota a přesnost je srovnatelná s metodami výše uvedenými.

8.1.6 Stanovení obsahu dusíku

Pro stanovení obsahu dusíku lze použít některou z následujících norem:

- ČSN EN ISO 6974-3 Zemní plyn – Stanovení složení a přidružené nejistoty pomocí plynové chromatografie – Část 3: Přesnost a vychýlení;
- ČSN EN ISO 6974-4 Zemní plyn – Stanovení složení s definovanou nejistotou pomocí plynové chromatografie – Část 4: Stanovení dusíku, oxidu uhličitého a uhlovodíků C1 až C5 a C6+ pro laboratoře a měřicí systém on-line za použití dvou kolon;
- ČSN EN ISO 6974-5 Zemní plyn – Stanovení složení a přidružené nejistoty pomocí plynové chromatografie – Část 5: Izometrická metoda pro dusík, oxid uhličitý, uhlovodíky C1 až C5 a uhlovodíky C6+;
- ČSN EN ISO 6974-6 Zemní plyn – Stanovení složení s definovanou nejistotou pomocí plynové chromatografie – Část 6: Stanovení vodíku, hélia, kyslíku, dusíku, oxidu uhličitého a uhlovodíků C1 až C8 pomocí tří kapilárních kolon.

Pro stanovení lze využít i jiné metody za předpokladu, že citlivost, nejistota a přesnost je srovnatelná s metodami výše uvedenými.

8.1.7 Stanovení obsahu vodíku

Pro stanovení obsahu vodíku lze použít některou z následujících norem:

- ČSN EN ISO 6974-3 Zemní plyn – Stanovení složení a přidružené nejistoty pomocí plynové chromatografie – Část 3: Přesnost a vychýlení;
- ČSN EN ISO 6974-6 Zemní plyn – Stanovení složení s definovanou nejistotou pomocí plynové chromatografie – Část 6: Stanovení vodíku, hélia, kyslíku, dusíku, oxidu uhličitého a uhlovodíků C1 až C8 pomocí tří kapilárních kolon.

Obsah vodíku lze stanovit také měřením pomocí analyzátorů.

Pro stanovení lze využít i jiné metody za předpokladu, že citlivost, nejistota a přesnost je srovnatelná s metodami výše uvedenými.

8.1.8 Stanovení obsahu sirných sloučenin

Parametr síry je klíčovým parametrem kvality plynu z hlediska ochrany infrastruktury a emisních limitů, a proto je nutné jeho stanovení přizpůsobit různým typům vstupních plynů do plynárenské soustavy – zejména zemnímu plynu, biometanu a směsí zemního plynu s vodíkem.

K stanovení celkového obsahu síry a identifikaci jednotlivých sirných sloučenin v zemním plynu a jeho směsích se doporučuje využívat analytické metody dle ČSN EN ISO 19739, především plynovou chromatografií s plamenově fotometrickým (FPD) nebo sírově chemiluminiscenčním (SCD) detektorem. Tato metoda umožňuje spolehlivou kvantifikaci sirných složek, jako jsou sulfan (H_2S), karbonylsulfid (COS), merkaptany (R-SH) a další, a to v rozsahu jednotek $\text{mm}^3\cdot\text{m}^{-3}$ až $\text{cm}^3\cdot\text{m}^{-3}$, resp. $\mu\text{l}\cdot\text{m}^{-3}$ až $\text{ml}\cdot\text{m}^{-3}$ (popř. ppb až ppm)¹⁾. Hodnocení výsledků by mělo zohledňovat nejen celkový obsah síry, ale i specifické limity pro jednotlivé sloučeniny vzhledem k jejich koroznímu, toxickému či katalyticky inhibujícímu působení na technologická zařízení.

Poznámka: Obsah sulfanu lze ve výrobnách biometanu stanovit také měřením pomocí analyzátorů.

8.1.9 Stanovení obsahu halogenovaných sloučenin a organických sloučenin křemíku

Stanovení obsahu halogenovaných sloučenin a organicky vázaného křemíku v plynných palivech je instrumentálně velmi náročné (obvykle je třeba plynový chromatograf ve spojení s hmotnostním detektorem – GC-MS). V současnosti nejsou dostupné normované metody.

9 BIOMETAN V UZAVŘENÉ OBLASTI A PROPANIZOVANÝ BIOMETAN

9A DOPORUČENÉ POSTUPY PRO STANOVENÍ SPALNÉHO TEPLA A VÝHŘEVNOSTI BIOMETANU V UZAVŘENÉ OBLASTI

Uzavřenou oblastí se rozumí dodávka biometanu od výroby biometanu zákazníkovi přímým plynovodem nebo prostřednictvím virtuálního plynovodu (mobilní trailer).

Výrobce biometanu vždy měří objem vyrobeného biometanu stanoveným měřidlem. K určení spalného tepla a výhřevnosti je pak doporučen tento postup:

- Obsah metanu je měřen nestanoveným měřidlem, které má odchylku přesnosti měření nižší než 1 % a maximální četností měření nejdéle jednou za 6 minut (tedy 10 naměřených hodnot do hodiny);
- Výrobce biometanu udržuje toto nestanovené měřidlo správně kalibrované a provádí pravidelné kontrolní rozbor biometanu nejméně 1x za kalendářní rok. V případě, že dojde k nárazové změně vsázky odpovídající 30 % vstupů, je doporučené provádět mimořádný kontrolní rozbor biometanu;
- Výrobce následně použije software Managas 3.0.2, který je dostupný na webu ČPS, dále zvolí v tomto software metodu ČSN EN ISO 6976, kde vyplní průměrnou měsíční hodnotu metanu a do 100 % doplní obsah oxidu uhličitého (CO_2) a dusíku (N_2) v poměru podle posledního rozboru biometanu z laboratoře a stanoví spalné teplo a výhřevnost.

Tento postup lze aplikovat za předpokladu, že vyráběný biometan má minimální obsah metanu 93 % mol.

9B STANOVENÍ VÝHŘEVNOSTI BIOMETANU PŘED PROPANIZACÍ

V Příloze 4 je uveden výpočet výhřevnosti ze složení propanizovaného biometanu. Tento postup je určen pro výrobce biometanu, kteří využívají propanizaci pro svůj vyrobený biometan před dodávkou do plynovodu. Pro výpočet, jehož příklad je v Příloze 4, je možné využít soubor “STANOVENÍ VÝHŘEVNOSTI BIOMETANU PŘED PROPANIZACÍ”, který je umístěn na stránkách ČPS.

10 ZÁVĚREČNÁ A PŘECHODNÁ USTANOVENÍ

Činnosti a zařízení provedené podle technických pravidel odpovídající stavu vědeckých a technických poznatků. Odchýlení se od těchto pravidel při zajištění alespoň stejné úrovně bezpečnosti a spolehlivosti, která je deklarována ustanoveními těchto pravidel, činí příslušný subjekt na vlastní odpovědnost s vědomím skutečnosti, že splnění bezpečnosti a spolehlivosti musí prokázat.

11 CITOVANÉ A SOUVISEJÍCÍ PŘEDPISY**11.1 Technické normy**

ČSN EN 45020 (01 0101)	Normalizace a související činnosti – Všeobecný slovník
ČSN EN ISO/IEC17000 (01 0106)	Posuzování shody – Slovník a základní principy
ČSN ISO 23550 (075871)	Bezpečnostní a řídicí přístroje pro hořáky a spotřebiče plyných a/nebo kapalných paliv – Obecné požadavky
ČSN EN 437 (06 1001)	Zkušební plyny – Zkušební tlaky – Kategorie spotřebičů
ČSN EN ISO 6974-1 (38 5506)	Zemní plyn – Stanovení složení a přidružené nejistoty pomocí plynové chromatografie – Část 1: Obecné směrnice a výpočet složení
ČSN EN ISO 6974-2 (38 5506)	Zemní plyn – Stanovení složení a přidružené nejistoty pomocí plynové chromatografie – Část 2: Výpočty nejistoty
ČSN EN ISO 6974-3 (38 5506)	Zemní plyn – Stanovení složení a přidružené nejistoty pomocí plynové chromatografie – Část 3: Přesnost a vychýlení
ČSN EN ISO 6974-4 (38 5506)	Zemní plyn – Stanovení složení s definovanou nejistotou pomocí plynové chromatografie – Část 4: Stanovení dusíku, oxidu uhličitého a uhlovodíků C1 až C5 a C6+ pro laboratoře a měřicí systém on-line za použití dvou kolon
ČSN EN ISO 6974-5 (38 5506)	Zemní plyn – Stanovení složení a přidružené nejistoty pomocí plynové chromatografie – Část 5: Izotermická metoda pro dusík, oxid uhličitý, uhlovodíky C1 až C5 a uhlovodíky C6+
ČSN EN ISO 6974-6 (38 5506)	Zemní plyn – Stanovení složení s definovanou nejistotou pomocí plynové chromatografie – Část 6: Stanovení vodíku, hélia, kyslíku, dusíku, oxidu uhličitého a uhlovodíků C1 až C8 pomocí tří kapilárních kolon
ČSN EN ISO 19739 (38 5506)	Zemní plyn – Stanovení sirných sloučenin plynovou chromatografií
ČSN EN ISO 13734 (38 5549)	Zemní plyn – Organické sloučeniny používané jako odoranty – Technické požadavky a metody zkoušení
ČSN EN ISO 11541 (38 5560)	Zemní plyn – Stanovení obsahu vody při vysokém tlaku
ČSN EN ISO 18453 (38 5566)	Zemní plyn – Vztah mezi obsahem vody a rosným bodem vody
ČSN EN ISO 13686 (38 6101)	Zemní plyn – Označování kvality
ČSN EN ISO 6976 (38 5572)	Zemní plyn – Výpočet spalného tepla, výhřevnosti, hustoty, relativní hustoty a Wobeho čísla ze složení
ČSN EN ISO 6327 (38 5573)	Analýza plynů – Stanovení rosného bodu vody v zemním plynu – Vlhkoměry s chlazeným kondenzačním povrchem
ČSN EN ISO 10101-1 (38 5576)	Zemní plyn – Stanovení vody metodou Karl Fischera – Část 1: Obecné požadavky
ČSN EN ISO 10101-2 (38 5576)	Zemní plyn – Stanovení vody metodou Karl Fischera – Část 2: Objemová metoda
ČSN EN ISO 10101-3 (38 5576)	Zemní plyn – Stanovení vody metodou Karl Fischera – Část 3: Coulometrická metoda
ČSN EN ISO 13443 (38 6110)	Zemní plyn – Standardní referenční podmínky

ČSN EN ISO 6570 (385575)	Zemní plyn – Stanovení obsahu kondenzujících uhlovodíků – Vážková metoda
ISO/TR 11150:2007	Natural gas – Hydrocarbon dew point and hydrocarbon content
ISO/TR 12148:2009	Natural gas – Calibration of chilled mirror type instruments for hydrocarbon dewpoint (liquid formation)

11.2 Technická pravidla

TPG 901 01	Přepočty dodávek plynu na energetické jednotky
TPG 902 01	Přepočet a vyjadřování objemu zemního plynu, software MANAGAS
TPG 918 01	Odorizace zemního plynu, obnovitelných plynů (biometan, vodík, syntetický metan) nebo jejich směsí

11.3 Právní předpisy

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
108/2011 Sb.	Vyhláška o měření plynu a způsobu stanovení náhrady škody při neoprávněném odběru, neoprávněné dodávce, neoprávněném uskladňování, neoprávněné přepravě nebo neoprávněné distribuci plynu, ve znění pozdějších předpisů
110/2022 Sb.	Vyhláška o stanovení druhů a parametrů podporovaných obnovitelných zdrojů a kritérií udržitelnosti a úspory emisí skleníkových plynů, ve znění pozdějších předpisů
413/2025 Sb.	Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 108/2011 Sb., o měření plynu a o způsobu stanovení náhrady škody při neoprávněném odběru, neoprávněné dodávce, neoprávněném uskladňování, neoprávněné přepravě nebo neoprávněné distribuci plynu, ve znění pozdějších předpisů

11.4 Zahraniční předpisy

DVGW G 260	Gasbeschaffenheit (Vlastnosti plynů)
------------	--------------------------------------

VÝPOČET EMISNÍHO FAKTORU CO₂

Výpočet emisního faktoru je proveden následujícím způsobem, přičemž základní vstupní veličinou je Q_{ZP} , což je energie spáleného zemního plynu. Tato veličina se získá součinem spotřebovaného množství plynu (V_v) a spáleného tepla při identických vztažných podmínkách $\tilde{H}_s[15^\circ\text{C}; V(15^\circ\text{C}; 101,325 \text{ kPa})]$

Všeobecný vzorec:

$$E_{CO_2e} = Q_{ZP} \cdot 3,6 \cdot 10^{-6} \cdot (EF_{CO_2} + EF_{CH_4} \cdot GWP_{CH_4} + EF_{N_2O} \cdot GWP_{N_2O})$$

Dosazení:

$$E_{CO_2e} = Q_{ZP} \cdot 3,6 \cdot 10^{-6} \cdot (55607 + 1 \cdot 27 + 0,1 \cdot 273)$$

$$E_{CO_2e} = Q_{ZP} \cdot 3,6 \cdot 10^{-6} \cdot (55607 + 27 + 27,3)$$

$$E_{CO_2e} = Q_{ZP} \cdot 3,6 \cdot 10^{-6} \cdot 55561,3$$

$$E_{CO_2e} = Q_{ZP} \cdot 0,20038 \text{ kg/kWh}$$

Výsledek:

$$E_{CO_2e} \approx 0,200 \text{ kg/kWh}$$

Při spálení 1 kWh zemního plynu je emitováno cca 0,2 kg CO₂e.

Ve výpočtu nejsou zahrnuty tzv. upstream emise, tj. emise spjaté s těžbou, přepravou atd.

Tento výpočet je orientační, u vstupních parametrů vycházejte vždy z aktuálních hodnot.

SLOŽENÍ A VLASTNOSTI VYBRANÝCH PLYNŮ

V Tabulkách 4, 5 a 6 je uvedeno složení sedmnácti vzorků plyných směr zastupujících plyná paliva 2. třídy: zemního plynu ZP1 – směs norského plynu a LNG, zemního plynu ZP2 – ruský zemní plyn, biometanu BM1 – bez karburace, biometanu BM2 – s karburací propan-butanem, jejich směsí s deseti a dvaceti mol. procenty vodíku a pěti vzorků zemního plynu těžných společností MND. Pro tyto plyny jsou zde uvedeny vlastnosti: hutnota, spalné teplo, Wobbeho číslo a metanové číslo. Všechny v Tabulkách 4, 5 a 6 uvedené plyny jsou uvažovány jako suché, obsahy vyšších uhlovodíků než hexany jsou uvedeny jako hexan a jsou jako hexan uvažovány při výpočtu vlastností. Někdy se proto místo hexanu uvádí symbol C6+, např. v Tabulce 7 v Příloze 4. Obrázec záměnosti je uveden v Příloze 3.

Tabulka 4 – Složení a vlastnosti vzorových zemních plynů a jejich směsí s vodíkem

Značení plynu / složení + vlastnosti	ZP1	ZP1 + 10 % H ₂	ZP1 + 20 % H ₂	ZP2	ZP2 + 10 % H ₂	ZP2 + 20 % H ₂
Metan (% mol.)	88,71	79,839	70,968	96,1693	86,552	76,936
Etan (% mol.)	6,93	6,237	5,544	2,889	2,6	2,311
Propan (% mol.)	1,25	1,125	1	0,059	0,053	0,047
n-Butan (% mol.)	0,26	0,234	0,208	0,089	0,08	0,071
i-Butan (% mol.)	0,01	0,009	0,008	0,039	0,035	0,031
n-Pentan (% mol.)	0,05	0,045	0,04	0,002	0,002	0,001
i-Pentan (% mol.)	0,01	0,009	0,008	0,003	0,003	0,002
Neopentan (% mol.)	0	0	0	0,001	0,001	0,001
Hexan (% mol.)	0,02	0,018	0,016	0,022	0,02	0,018
Oxid uhličitý CO ₂ (% mol.)	1,94	1,746	1,552	0,441	0,397	0,353
Dusík N ₂ (% mol.)	0,82	0,738	0,656	0,2857	0,257	0,229
Helium He (% mol.)	0	0	0	0	0	0
Vodík (% mol.)	0	10	20	0	10	20
Součet	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Hutnota (-)	0,6286	0,5730	0,5170	0,5780	0,5270	0,4760
Spalné teplo (kWh/m ³)	11,04	10,29	9,52	10,70	9,97	9,24
Wobbeho index (kWh/m ³)	13,93	13,59	13,24	14,08	13,73	13,39
Metanové číslo (-)	77	73	66	88	80	72

Poznámka: Platí pro vztažné podmínky: suchý plyn, teploty $T_1 = T_2 = 288,15 \text{ K}$ (15 °C) a tlak $p_v = 101,325 \text{ kPa}$.

Tabulka 5 – Složení a vlastnosti vzorových bioplynů a jejich směsí s vodíkem

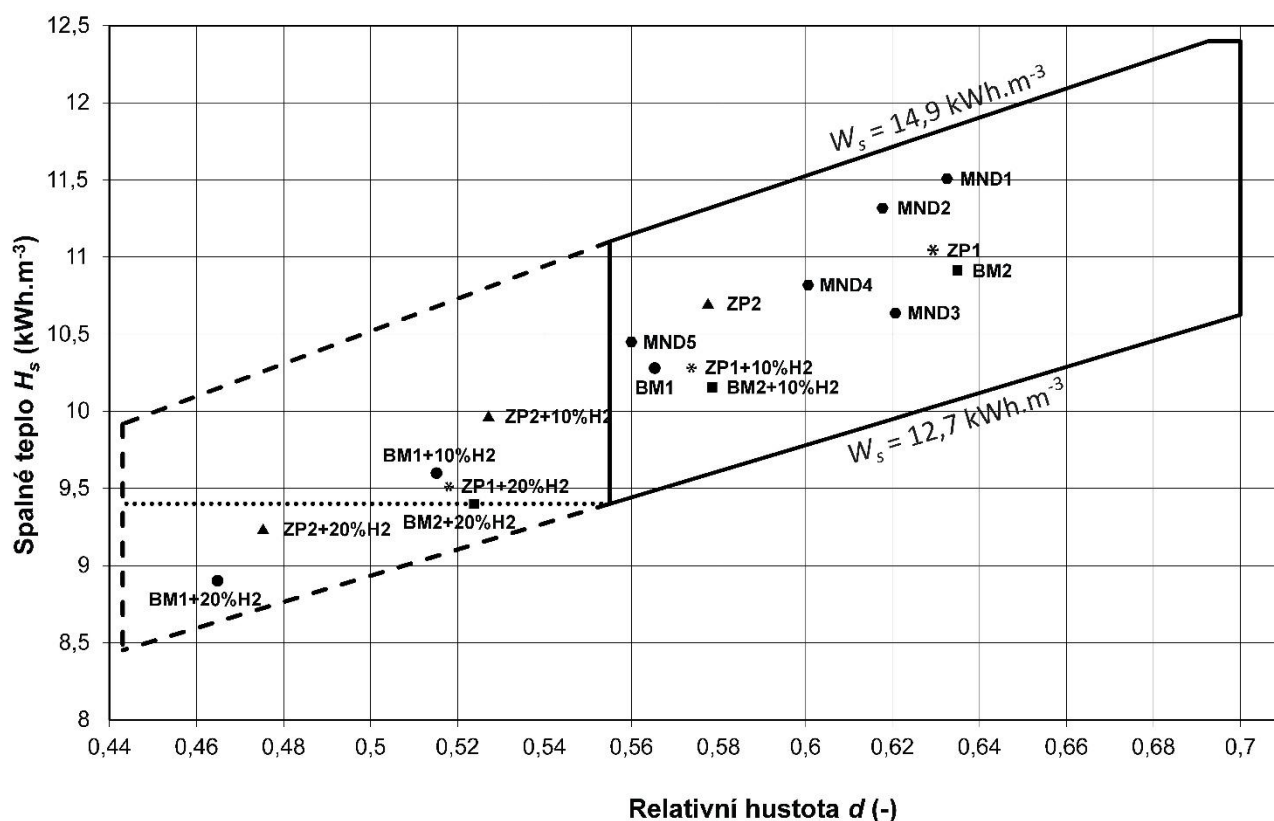
Značení plynu / složení + vlastnosti	BM1	BM1 + 10 %H ₂	BM1 + 20 % H ₂	BM2	BM2 + 10 % H ₂	BM2 + 20 % H ₂
Metan (% mol.)	97,879	88,091	78,303	90,364	81,328	72,291
Etan (% mol.)	0	0	0	0,036	0,032	0,029
Propan (% mol.)	0	0	0	5,143	4,628	4,114
n-Butan (% mol.)	0	0	0	0,164	0,148	0,132
i-Butan (% mol.)	0	0	0	0,000	0,000	0,000
n-Pentan (% mol.)	0	0	0	0,005	0,004	0,004
i-Pentan (% mol.)	0	0	0	0,000	0,000	0,000
Neopentan (% mol.)	0	0	0	0,000	0,000	0,000
Hexan (% mol.)	0	0	0	0,000	0,000	0,000
Oxid uhličitý CO ₂ (% mol.)	0,229	0,206	0,183	1,437	1,294	1,150
Dusík N ₂ (% mol.)	1,892	1,703	1,514	2,851	2,566	2,281
Helium He (% mol.)	0	0	0	0,000	0,000	0,000
Vodík (% mol.)	0	10	20	0,000	10,000	20,000
Součet	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Hutnota (-)	0,5650	0,5150	0,4660	0,6344	0,5779	0,5214
Spalné teplo (kWh/m ³)	10,27	9,58	8,89	10,91	10,16	9,41
Wobbeho index (kWh/m ³)	13,67	13,35	13,03	13,70	13,36	13,03
Metanové číslo (-)	99	89	79	77	71	65

Tabulka 6 – Složení a vlastnosti vzorových zemních plynů z těžby MND

Značení plynu / složení + vlastnosti	MND1	MND2	MND3	MND4	MND5
Metan (% mol.)	90,605	91,402	90,438	93,826	98,91
Etan (% mol.)	5,024	4,819	2,359	2,778	0,313
Propan (% mol.)	1,76	1,813	1,152	0,926	0,009
n-Butan (% mol.)	0,598	0,405	0,343	0,234	0
i-Butan (% mol.)	0,396	0,335	0,332	0,197	0,003
n-Pentan (% mol.)	0,153	0,079	0,088	0,031	0
i-Pentan (% mol.)	0,221	0,105	0,183	0,08	0
Neopentan (% mol.)	0,006	0,003	0,005	0,003	0
Hexan (% mol.)	0,239	0,07	0,14	0,046	0,018
Oxid uhličitý CO ₂ (% mol.)	0,811	0,415	0,759	1,216	0,084
Dusík N ₂ (% mol.)	0,185	0,549	4,163	0,657	0,652
Helium He (% mol.)	0,002	0,005	0,038	0,006	0,011
Vodík (% mol.)	0	0	0	0	0
Součet	100	100	100	100	100
Hutnota (-)	0,6329	0,6184	0,6206	0,6015	0,5604
Spalné teplo (kWh/m ³)	11,51	11,32	10,64	10,82	10,45
Wobbeho index (kWh/m ³)	14,47	14,40	13,51	13,95	13,96
Metanové číslo (-)	67	88	83	79	90

OBRAZEC ZÁMĚNNOSTI – INFORMATIVNÍ

Obrazec záměnnosti pro plyny 2. třídy je uveden na Obrázku 1. Jsou do něj zakresleny body odpovídající sedmácti vzorkům plynů uvedených v Tabulkách č. 4 až 6 v kapitole 9B.



Obrázek 1 – Obrazec záměnnosti pro plyny 2. třídy

Obrazec vykreslený plnou čarou je ohraničením podle mezních hodnot relativní hustoty, spalného tepla a Wobbeho čísla dle vyhlášky č. 108/2011 Sb.³⁾ Do této oblasti spadají a limitům této vyhlášky³⁾ vyhovují plyny ZP1, ZP2, BM1, BM2 a všech pět plynů MND. Tyto plyny byly zvoleny tak, aby pokryly co největší plochu Obrazce záměnnosti. Do obrazce se dostaly i směsi s 10 % mol vodíku se ZP1 a BM2. Směsi ZP1 + 20 % H₂, ZP2 + 10 % H₂, BM1 + 10 % H₂ a BM2 + 20 % H₂ jsou pod spodním limitem relativní hustoty. Plyny ZP2 + 20 % H₂ a BM1 + 20 % H₂ jsou navíc, tedy k podkročení spodního limitu relativní hustoty, i pod spodním limitem spalného tepla.

Aby bylo možné překročit nebo nedodržet relativní hustotu, musí být ověřena bezpečnost a spolehlivost dotčené plynárenské infrastruktury a odběrných plynových zařízení. Z hlediska Wobbeho čísla vyhovují všechny vzorky plynů. Je pravděpodobné, že tyto plyny bude možné na plynových spotřebičích bezpečně spálit, je to však třeba provozně ověřit.

V rámci zkušebnictví jsou plynové spotřebiče podrobeny zkoušce s plynem G222, který je směsí metanu (77 % obj.) a vodíku (23 % obj.) a má hodnotu relativní hustoty 0,443, a všechny touto zkouškou prověřené spotřebiče by měly provoz s tímto plynem za předpokladu jejich dobrého provozního stavu zvládnout. Konkrétní hodnota vodíku bude dohodnuta mezi provozovatelem distribuční soustavy a výrobcem vodíku ve smlouvě o připojení tak, aby bylo zajištěno splnění požadavků na technickou připravenost příslušné části distribuční soustavy a její bezpečný a spolehlivý provoz.

Vzhledem k nižší hodnotě energetického obsahu (výhřevnosti a spalného tepla) bude třeba pro dodání energie odpovídající původnímu plynu bez příměsi vodíku spálit úměrně větší objem plynu.

STANOVENÍ VÝHŘEVNOSTI BIOMETANU ZE SLOŽENÍ PROPANIZOVANÉHO BIOMETANU

Zadání: Vypočítejte výhřevnost biometanu (BM) před propanizací na základě složení propanizovaného BM (PBM). Složení PBM v % mol., složky: metan, etan, propan, n-butan, i-butan, n-pentan, i-pentan, vyšší uhlovodíky vyjádřené jako suma izomerů hexanu a vyšších uhlovodíků (C6+), oxid uhličitý, dusík, kyslík, sulfan.

Postup:

A. Výpočet složení BM z PBM:

1. Vynulování obsahu těchto položek PBM: C2+, tedy etanu, propanu, butanů, pentanů a C6+.
2. Normalizace – přepočet obsahu metanu, CO₂, N₂, O₂, H₂S na 100 % jejich vynásobením poměrem 100/suma obsahů (% mol.) metanu, CO₂, N₂, O₂, H₂S.

B. Výpočet výhřevnosti dle ČSN ISO 6976:

3. Hodnota ideální molární výhřevnosti metanu (při $t_2 = 15\text{ °C}$) $((H_i(\text{CH}_4))_{\text{id}})_{\text{mol}} = 802,69\text{ kJ/mol}$ je vynásobena molárním zlomkem metanu. Pokud je v PBM obsažen sulfan, pak obdobně je jeho molární zlomek vynásoben molární výhřevností sulfanu při $t_2 = 15\text{ °C}$. Proveďte se součet obou součinů: $((H_i)_{\text{id}})_{\text{mol}} = x(\text{CH}_4) * ((H_i(\text{CH}_4))_{\text{id}})_{\text{mol}} + x(\text{H}_2\text{S}) * ((H_i(\text{H}_2\text{S}))_{\text{id}})_{\text{mol}}$.
4. Proveďte se přepočet na objemové jednotky při $t_1 = 15\text{ °C}$ pomocí vztahu: $((H_i)_{\text{id}})_{\text{obj}} = ((H_i)_{\text{id}})_{\text{mol}} * P_v / (R * T_v) = ((H_i)_{\text{id}})_{\text{mol}} * 101325 / (8,31451 * 288,15)$.
5. Vypočítejte se kompresibilitní faktor směsi za standardních podmínek podle Tabulky 6 z odmocnin b_i všech složek: $Z_{\text{mix}} = 1 - (\sum (x_i \cdot \sqrt{b_i}))^2$.
6. Výpočet výhřevnosti BM pro reálné stavové podmínky se provede: $((H_i)_{\text{real}})_{\text{obj}} = ((H_i)_{\text{id}})_{\text{obj}} / Z_{\text{mix}}$.

Příklad výpočtu je uveden v následující Tabulce 7:

Tabulka 7 – Příklad výpočtu výhřevnosti BM na základě chemického složení PBM

Plyn	PBM	odečet C2+	BM	BM	BM	BM	BM	BM
složka	x_i (= mol.)	x_i (= mol.)	x_i (= mol.)	$((H_i(i))_{\text{id}})_{\text{mol}}$ (kJ/mol)	$x_i * ((H_i(i))_{\text{id}})_{\text{mol}}$ (kJ/mol)	odm(b_i)	$x_i * \text{odm}(b_i)$	
metan	87,678	87,678	93,9219	802,69	753,9019391	0,0447	0,041983103	
etan	0,198	0	0,0000					
propan	6,288	0	0,0000					$((H_i)_{\text{id}})_{\text{obj}}$ (kJ/m ³)
i-butan	0,059	0	0,0000					31884,25
n-butan	0,102	0	0,0000					$((H_i)_{\text{id}})_{\text{obj}}$ (kWh/m ³)
i-pentan	0,001	0	0,0000					8,85674
n-pentan	0	0	0,0000					$((H_i)_{\text{rea}})_{\text{obj}}$ (kWh/m ³)
C6+	0	0	0,0000					8,874
CO ₂	1,831	1,831	1,9614			0,0748	0,001467122	
N ₂	3,84	3,84	4,1135			0,0173	0,000711629	
O ₂	0,003	0,003	0,0032			0,0283	0,000000909461	
H ₂ S	0	0	0	517,95	0			
suma	100,00000	93,35200	100,00000		753,9019391		0,04416	
						Z_{mix}	0,99805	

Výsledná hodnota výhřevnosti BM je podbarvena šedě.