



**Magyar Mérnöki Kamara**

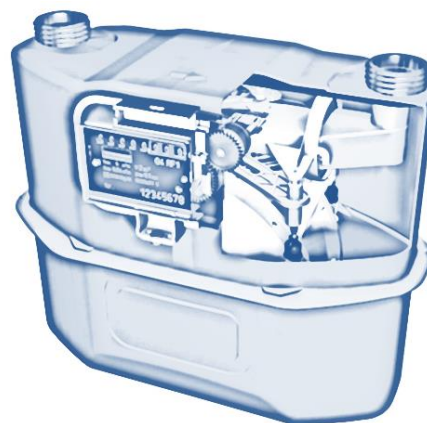
**Gáz- és Olajipari Tagozat**

# Mérések a gáziparban

*Dr. Szilágyi Zsombor*

*Dr. Szunyog István*

**2017**





# Mérések a gáziparban

Budapest, 2017



*Készült a Magyar Mérnöki Kamara Gáz- és Olajipari Tagozatában  
MMK azonosító: 11/2017-GOT*

*Szerzők:*

*Dr. Szilágyi Zsombor, okleveles bányamérnök*

*Dr. Szunyog István, okleveles olaj- és gázmérnök*

*Lektorálta:*

*Blazsovszky László, gázipari szakmérnök*

*Kézirat lezárva*

*2017. szeptember*

*Budapest, 2017. szeptember 30.*

# Tartalomjegyzék

Szerzői előszó.....	1
<b>1. A mérendő közeg jellemzői .....</b>	<b>3</b>
1.1. A földgázok csoportosítása .....	3
1.2. Ideális és valós gázok leírása .....	5
<b>2. A mérési eljárás jellemzői .....</b>	<b>7</b>
<b>3. A gázipari mérésekre vonatkozó előírások.....</b>	<b>10</b>
<b>4. A gázmérő kiválasztás alapelvei .....</b>	<b>12</b>
4.1. Általános alapelvek .....	12
4.2. Kis- és nagyfogyasztói mérőrendszerek .....	14
4.3. Méréstechnikai követelmények .....	15
4.4. Tervezési szempontok .....	15
4.5. Üzemeltetési szempontok .....	19
<b>5. Gázmennyiség mérő eszközök.....</b>	<b>22</b>
5.1. Membrános gázmérő.....	22
5.2. Forgódugattyús gázmérő.....	28
5.3. Mérőperemes mérések .....	30
5.4. Turbinás gázmérő.....	34
5.5. Ultrahangos gázmérés .....	38
5.6. Örvényleválásos mérők.....	40
5.7. Mikrotermikus gázmérő.....	42
5.8. Egyéb elvű mérők .....	43
<b>6. Gáztérfogat korrekció .....</b>	<b>46</b>
6.1. Nyomásmérés.....	46
6.2. Hőmérsékletmérés.....	51
6.3. Eltérési tényező .....	57
6.4. PTZ korrektorok.....	57
6.5. A gázmennyiség meghatározása .....	59
<b>7. Gázminőség mérő eszközök.....</b>	<b>61</b>
7.1. Gázösszetétel mérés .....	61
7.2. Szaghatás mérés .....	66
7.3. Kéntartalom mérés .....	68
7.4. Harmatpont mérés .....	68
7.5. Gázkoncentráció mérés .....	70
<b>8. Zajmérés.....</b>	<b>74</b>

<b>9. A mérési adatok bizonytalansága.....</b>	<b>76</b>
9.1. A mérések igényelt pontossága .....	77
9.2. A mérési eredményt befolyásoló hatások.....	77
9.3. Hibaszámítás .....	78
9.4. Mérési hibák kezelése a gáziparban.....	79
9.5. Gázmérők hitelesítése .....	80
9.6. Hitelesítés és kalibrálás .....	84
<b>10. Elszámolás a gáziparban .....</b>	<b>85</b>
<b>11. Az „okos mérés” eszközei.....</b>	<b>88</b>
<b>12. Mellékletek.....</b>	<b>93</b>
12.1. Fogalomjegyzék.....	93
12.2. Mértékegységek átszámítása, prefixumok .....	95
12.3. A földgáz összetevőinek anyag- és tüzeléstechnikai jellemzői.....	97

## Szerzői előszó

A magyar gáziparban a technikai fejlődés eredményei szinte naponta jelennek meg. Az Európai Unió törekvése a tagországok földgázpiacai elszámolási rendszerének egységesítése, ezért kettős célt tűzött ki:

- a gázipar mértékrendszere legyen egységes,
- épüljön ki a nemzeti gázpiacok műszaki irányítása „okos” mérési rendszerekkel.

A célokhoz tartozó feladatokat a magyar kormány is meghatározta, és elindult az elszámolási célú mérések korszerűsítése. Az EU törekvései mellett fokozatosan épül ki a gázellátó rendszereken a korszerű adatátvitel.

Hazánkban 3,2 millió földgáz felhasználó van. Az éves földgázfogyasztás 8,5 milliárd m<sup>3</sup>. Az üzemelő földgáz vezeték hálózat 90 ezer km hosszú. A földgázrendszer működésének legfontosabb alapelvei:

- a földgáz rendszerbe naponta annyi földgázt kell beadni, mint amennyi ugyanezen a napon a fogyasztóknak szükséges (napi egyensúlytartás),
- az elszámolások méréseken alapulnak, az elszámolás alapja az energia forgalom,
- a felhasználó részére átadott földgáz fajlagos energia tartalma közel állandó kell legyen.

A földgáz rendszerben mintegy 3 millió térfogatáram mérő eszköz működik megfelelő kiegészítő berendezésekkel a gázáram ellenőrzésére, a környezeti hatások érzékelésére, a rendszer üzembiztonságának fenntartására.

Az EU gázellátási rendszerének fejlesztésére programot fogadott el. Ennek a programnak része a gázmérők okos rendszerbe történő kapcsolásának elindítása és az egységes mértékrendszer földgáz elszámolásoknál történő alkalmazása. Mindkét cél újabb mérőeszközök és mérési elvek alkalmazásával jár. A gázellátás rendszerében alkalmazott mérőeszközök között egyre több elektronikus elven működik, adatfeldolgozásra alkalmas, vagy telekommunikációval továbbítja a mért adatokat az engedélyes számára. A mérőeszközök fejlődése látványos és eredményes.

A pályázatban a gáziparban alkalmazott mérőeszközöket tekintjük át: a mérési célokat, a mérési elveket és az alkalmazott eszközöket. Bemutatjuk azokat a közvetlen mérés elvén működő eszközöket is, amelyek alkalmazása már visszaszorult, mert például a gáz összetételének nagy pontosságú mérési eredményeiből egy sor fontos paraméter kiszámítható. Fontos feladat a gázellátás rendszerében az elszámolást segítő mérőeszközök hitelessége, a műszerek hitelesítési rendszere. Már közel húszezer felhasználónál működik távleolvasható gázmérő a mérés pontosságához tartozó nyomás- és hőmérséklet méréssel együtt. További húszezer felhasználó gázmérője kapcsolódik a villamos mérők távleolvasó és adatfeldolgozó rendszeréhez. A felhasználók részére szolgáltatott földgáz fajlagos energia tartalmának állandóságát a szállítói engedélyes hivatott biztosítani a különböző összetételű földgáz források keverésével. A pályaműben a méréselméleti fejezeteket a szükséges szintig csökkentettük, tekintettel a gyakorlatban szükséges ismeretanyagra. Táblázatokat, ábrákat és fotókat is elhelyeztünk, a könnyebb megértés érdekében.

A gázipar mérnökeinek tájékoztatását fontos feladatunknak tekintjük, az új technikai eszközök és rendszerek gyorsabb megismerése érdekében. Ezt a célt szolgálja jelen pályamű is, melyet ajánlunk a gyakorló mérnökök, az egyetemi hallgatók, és minden érdeklődő szakmagyakorló szíves figyelmébe.

*a szerzők*



# 1. A mérendő közeg jellemzői

A közszolgáltatásra kerülő földgáz túlnyomórészt éghető szénhidrogénekből álló gázkeverék. Fontos jellemzője, hogy a levegőnél könnyebb, azzal bizonyos koncentráció határok között robbanóképes elegyet alkot. A gázkeverék összetétele az ország különböző pontjain eltérő lehet, de adott településen a földgáz legfontosabb tüzeléstechnikai jellemzői közel állandóak.

A földgáz tartalmazhat még kisebb mennyiségben szén-dioxidot, nitrogént, oxigént, nehezebb szénhidrogéneket, nemesgázokat és vízgőzt is. A metán, az etán, a propán és a bután nagyon stabil, kiegyensúlyozott szerkezetű szénhidrogének, a földgáztermelés, -előkészítés, -szállítás folyamatában nem változnak. Tipikus hazai földgázösszetételeket mutat az alábbi 1.1. táblázat. A bergedaráci összetétel egy tipikus orosz import gáz összetételt mutat, a kardoskúti pedig egy Magyarországra jellemző S gáz összetételt jelentős szén-dioxid tartalommal.

**1.1. táblázat**  
Tipikus hazai földgázösszetételek

Összetevők			Bregdaróc 2H (mol%)	Hajdúszoboszló 2H (mol%)	Szank 2H (mol%)	Algyő (reg.) 2H (mol%)	Kardoskút(reg.) 2S (mol%)
Éghető összetevők	Metán	CH <sub>4</sub>	97,913%	89,679%	87,708%	87,186%	77,011%
	Etán	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0,814%	3,900%	2,938%	6,428%	1,996%
	Propán	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,284%	0,309%	1,096%	0,385%	0,943%
	i-Bután	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,050%	0,058%	0,242%	0,035%	0,292%
	n-Bután	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,053%	0,087%	0,341%	0,038%	0,326%
	i-Pentán	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,010%	0,033%	0,088%	0,009%	0,142%
	n-Pentán	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,008%	0,023%	0,076%	0,006%	0,123%
	Hexán +	C <sub>6</sub> +	0,009%	0,020%	0,072%	0,018%	0,197%
Inert	Szén-dioxid	CO <sub>2</sub>	0,054%	4,588%	2,905%	4,203%	15,775%
	Nitrogén	N <sub>2</sub>	0,804%	1,304%	4,533%	1,692%	3,196%
Összesen:			100,000%	100,000%	100,000%	100,000%	100,000%

Forrás: Szunyog, 2009.

A magyar szénhidrogén piacon jelen van a kereskedelmi minőségű pébégáz is. Háztartási, kommunális és ipari felhasználók palackos, tartályos ellátásban részesülnek, és 14 településen a vezetékes szolgáltatás formájában is jelen van. A kereskedelmi minőségű pébé általában 50-50% propánt és butánt tartalmaz, más szénhidrogéneket és egyéb szennyező anyagokat (víz, CO<sub>2</sub>) csak nyomokban. A gáz halmazállapotú, pébé elosztó hálózatban szolgáltatott gáz mennyiségének, fizikai-, tüzeléstechnikai jellemzőinek mérése azonos elven, azonos műszerekkel folyik, mint a földgázé.

## 1.1. A földgázok csoportosítása

A földgáz égési jellemzőit a gázkromatográfiás mérésekre vonatkozó MSZ ISO 6974 szabványsorozat, a hőértékek, a sűrűség, a relatív sűrűség és a Wobbe-szám gázösszetételen alapuló számítását pedig az MSZ EN ISO 6976 szabvány szerint kell végezni.

A 19/2009. (I.30.) Korm. rendelet 11. számú melléklete tartalmazza a földgáz minőségi

követelményeit. A rendeletben lévő előírások megegyeznek az MSZ 1648: 2000-es szabvány előírásaival. Meg kell jegyezni, hogy 2016-ban megjelent a szabvány új, nemzetközi előírásoknak megfelelően változata, mely a 2H és 2S gázcsoportba tartozó földgázok szennyezőanyag-tartalmára és egyéb minőségi jellemzőire vonatkozó megszigorodott követelményeket tartalmazza. A Magyarországon szolgáltatásra kerülő földgázcsoportok legfontosabb minőségi követelményeit az 1.2. táblázat tartalmazza a Korm. rendelet előírásainak megfelelően.

1.2. táblázat

Közzolgáltatású földgázokkal szemben támasztott követelmények Magyarországon

Gázcsoport	2H	2S
Jellemzők	Követelmények	
Wobbe-szám <sup>(1)</sup> , MJ/m <sup>3</sup>	45,66 – 54,76	36,29 – 41,58
kWh/m <sup>3</sup>	12,68 – 15,21	10,08 – 11,55
Névleges Wobbe-szám, MJ/m <sup>3</sup>	50,72	39,11
kWh/m <sup>3</sup>	14,09	10,86
Felső hőérték, MJ/m <sup>3</sup>	31,00 – 45,28	
kWh/m <sup>3</sup>	8,61 – 12,58	
Alsó hőérték, MJ/m <sup>3</sup>	27,94 – 40,81	
(kWh/m <sup>3</sup> )	7,76 – 11,34	
A gázellátás	távvezetési	regionális
Oxigén tartalom, %(V/V) maximum	0,2	
Vízgőz tartalom, g/m <sup>3</sup> maximum	0,17	1,0
Szénhidrogén harmatpont, °C, maximum 4 MPa-nál	4	---
engedélyezési nyomásnál	---	4
Szag	Az alsó robbanási határ 20%-ának megfelelő gáz-levegő arány esetén 2-es szagszint a fogyasztói berendezésnél	
Nyomás a fogyasztóknál, (mbar)		
Kisnyomású rendszer	18 – 33	
névleges nyomás	25	
Növelt kisnyomású rendszer	75 – 100	
névleges nyomás	85	
Jellemzők	Követelmények	A vizsgálati módszereket tartalmazó szabványok
Összes illó kéntartalom, mg/m <sup>3</sup> , legfeljebb	100	MSZ 989: 1985 <sup>2)</sup> MSZ ISO 6326-1: 1991 MSZ ISO 6326-2: 1991 <sup>2)</sup> MSZ ISO 6326-3: 1991
Hidrogén-szulfid tartalom, mg/m <sup>3</sup> , legfeljebb	20	MSZ ISO 6326-2: 1991 <sup>2)</sup>
Szilárdanyag-tartalom, mg/m <sup>3</sup> , legfeljebb	5	A szabvány 1. sz. melléklete
Oxigéntartalom, tf%, legfeljebb	0,2	MSZ ISO 6974-1...5: 2001 MSZ ISO 6974-6: 2003

1) A felső hőértékből számítva

2) Visszavonva!

Forrás: 19/2009. (I.30.) Korm. rendelet 11. számú melléklet

Megjegyzendő, hogy az új MSZ 1648: 2016 szabvány értelmében a tüzeléstechnikai jellemzőkre vonatkozó határértékek nem változtak, azonban a kén, hidrogén-szulfid, szilárdanyag és oxigén tartalom vonatkozásában kettéválasztásra került a 2H és 2S minőség. A 2H minőség esetén az MSZ EN 16726: 2016 Gázinfrastruktúra. Gázminőség. H gázcsoport szerinti szigorúbb, és további paraméterekre (merkaptán-kén, szén-dioxid, relatív sűrűség, metánszám) kiterjedő, az S minőség esetén a korábbi magyar előírások maradtak.

## 1.2. Ideális és valós gázok leírása

A valós (reális) gázok tulajdonságai kisebb-nagyobb mértékben eltérnek az ideális gázok tulajdonságaitól, mivel az ideális gázállapothoz képest a molekulák nem pontszerűek, saját térfogattal rendelkeznek, valamint a gázmolekulák között vonzó-taszító hatások is érvényesülnek.

Ideális az a gáz, amelyik követi a gáztörvényt:

$$p \cdot V_m = R \cdot T$$

ahol

$p$  az abszolút nyomás, (Pa)

$T$  az abszolút hőmérséklet, (K)

$V_m$  a gáz molterfogata, ( $\text{m}^3/\text{mol}$ )

$R$  a moláris gázállandó, ( $8,134 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$ )

Az ideális gázok állapotváltozásának leírására a Boyle-Mariotte törvény használható, mely egységnyi térfogatú gáz nyomása és hőmérséklete közötti összefüggésre:

$$p_0 \cdot T_1 = p_1 \cdot T_0$$

ahol

$p_0$  a gáz nyomása kiinduló állapotban, (Pa)

$p_1$  a gáz nyomása az állapotváltozás után, (Pa)

$T_0$  a gáz hőmérséklete kiinduló állapotban, (K)

$T_1$  a gáz hőmérséklete az állapotváltozás után, (K)

Az ideális gázok leírására egyszerűsített modellt használhatunk, termodinamikai viselkedésük így könnyen leírható. Az ideálishoz legjobban közelítő gáz a hélium. Az ideális gázok részecskéi folyamatos mozgást végeznek, ütköznek az edény falával és egymással, azonban ezeknél az ütközéseknél nincs energia veszteség. Ilyen állapot a természetben nem fordul elő. A földgáz és a pégégáz azonban nem ideális gáz, a gázok állapotváltozása nem követi pontosan a Boyle-Mariotte törvényt, hanem attól kissé eltér. A földgázt és a pégét reális gázként kell kezelni.

A valós (reális) gázokra vonatkozó gáztörvény:

$$p \cdot V_m = Z(p, t) \cdot R \cdot T$$

ahol

$p$  az abszolút nyomás, (Pa)

$T$  az abszolút hőmérséklet, (K)

$V_m$  a gáz molterfogata, ( $\text{m}^3/\text{mol}$ )

$R$  a moláris gázállandó, ( $8,134 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$ )

$Z(p,t)$  a reális gáz kompressziós tényezője, (-)

A valós gáz kompressziós tényezője függ a gáz nyomásától és hőmérsékletétől, illetve értéke minden közegre más és más, azaz függ a gáz összetételétől. Más szóval: meghatározott nyomású és hőmérsékletű gáztömeg tényleges (valós) térfogata osztva a fizikai gáztörvényből azonos körülményekre számított térfogatával. Ezt a korrekciót kell használni a gázok hőértékének (égéshő és fűtőérték), valamint a Wobbe-számának számításánál is. A reális

gázra jellemző kompressziós tényező számítása:

$$Z(p, t) = 1 - \left[ \sum_{i=1}^n x_i \sqrt{b_i} \right]^2$$

ahol az összegzés elvégzendő a keverék összes  $n$  db komponensére

$x_i$  az  $i$ -edik komponens móltörtje, (-)

$\sqrt{b_i}$  az un. összegzési tényező (az ISO 6976 szabvány alapján)

A valós gázok állapotváltozásának leírására alkalmas a van der Waals-féle egyenlet:

$$\left( p + \frac{n^2 \cdot a}{V^2} \right) \cdot (V - n \cdot b) = n \cdot R \cdot T$$

ahol

$p$  az abszolút nyomás, (Pa)

$n$  anyagmennyiség, (mol)

$V$  a reális gáz térfogata, ( $m^3$ )

$R$  a moláris gázállandó, (8,134 J/mol·K)

$T$  az abszolút hőmérséklet, (K)

$a$  a kohéziós erőkből eredő nyomáskorrekció mértéke, ((kPa·dm<sup>6</sup>)/mol<sup>2</sup>)

$b$  a gázrészecskék saját térfogata, (dm<sup>3</sup>/mol)

Megj.: Az  $a$  és  $b$  anyagi minőségtől függő állandót van der Waals-állandóknak nevezik.

Néhány gáz van der Waals-állandóját mutatja az 1.3. táblázat.

**1.3. táblázat**  
Különböző gázok van der Waals-állandója

Gáz	$a$ ((kPa·dm <sup>6</sup> )/mol <sup>2</sup> )	$b$ (dm <sup>3</sup> /mol)
Hélium (He)	3,45	0,0237
Argon (Ar)	136,30	0,0322
Hidrogén (H <sub>2</sub> )	24,70	0,0266
Nitrogén (N <sub>2</sub> )	140,80	0,0391
Oxigén (O <sub>2</sub> )	137,80	0,0318
Levegő	135,80	0,0364
Szén-dioxid (CO <sub>2</sub> )	363,70	0,0427
Metán (CH <sub>4</sub> )	225,00	0,0428

Forrás: Weast. R. C. (Ed.), 1972.

## Irodalom

FARKAS, T. et al.: Méréstechnika; Energetikai Kiadó Nonprofit Kft., Budapest, 2013. ISBN 068 900 016 909 4

MSZ 1648: 2016 Közszolgáltatású, vezetékes földgáz

MSZ ISO 6976: 1997 Földgáz. A hőértékek, a sűrűség, a relatív sűrűség és a Wobbe-szám számítása a gázösszetételből

SZUNYOG, I.: A biogázok földgáz közszolgáltatásban történő alkalmazásának minőségi feltételrendszere Magyarországon; PhD értekezés, Miskolc, 2009.

VIDA, M. - MESZLÉRY, C.: Gázellátás; Műszaki Könyvkiadó Budapest, 1974. ISBN 071 900 030 677 6

WEAST. R. C. (Ed.), Handbook of Chemistry and Physics (53rd Edn.); Cleveland: Chemical Rubber Co., 1972.

## 2. A mérési eljárás jellemzői

A mérések során mindig számítani kell arra, hogy a mérőműszer által mutatott érték valamilyen hibamennyiséget is tartalmaz, tehát a mutatott érték nem azonos a mért mennyiség tényleges értékével. Ezt különböző külső tényezők okozhatják, mint például a környezeti hőmérséklet változásai, rezgések, a műszer gyártásából adódó pontatlanságok. A pontosságot a műszer végkitéréseinek százalékában szokták megadni. A *pontossági osztály* definíciója szerint: A műszer jelzésének hibája a mérési terjedelemben nem lehet nagyobb, mint a felső méréshatár értékének a pontossági osztályjel százalékos értékével való szorzata.

A műszerek másik fontos jellemzője az érzékenység. A skála egy meghatározott pontjához tartozó érzékenység a hosszegységben leolvasott érték megváltozásának és a mérendő mennyiség egységeiben kifejezett értékének hányadosa, mely az említett változást előidézte. Ha például egy hőfokleolvasó műszer mutatója 150°C közelében 20°C hőmérsékletváltozásra 1 osztásnyit mozdul el, amelynek 6 mm felel meg, akkor a műszer érzékenysége  $6 \text{ mm}/20^\circ\text{C} = 0,3 \text{ mm}/^\circ\text{C}$ .

Az *állékonyság* az a tulajdonság, hogy a műszer változatlan mérési feltételek mellett a mérendő mennyiségnek ugyanazt, vagy a leolvasott értéktől csak meghatározott mértékben eltérő értékét mutatja.

A *mozgékonyosság* a műszernek az a tulajdonsága, hogy a skála bizonyos helyén a mérendő mennyiségnek meghatározott értékkel kell megváltoznia, hogy a műszer kitérése észrevehetően megváltozzon.

A *leolvasás biztonsága* a műszer azon tulajdonsága, hogy a mérendő mennyiség valamely értékénél a mutató és a skála helyzetét határozottan és jól lehet megállapítani.

*A gáziparban a mérések:*

- a gáztechnológiai folyamatok ellenőrzésére, szabályozására,
- új, vagy felújított gázipari berendezés üzembe helyezése előtti hatósági vizsgálatokra,
- a gázfelhasználó berendezések működésének beállítására,
- a gázfelhasználás károsanyag kibocsátás csökkentésére,
- üzemelési anomáliák meghatározására,
- földgáz minőségi bizonylatok kiállítására,
- földgáz kereskedelmi elszámolásokra szolgálnak.

*A mérőeszközöknek ki kell elégíteni a következő követelményeket:*

- feleljen meg a magyar jogszabályokban és a szabványokban foglalt követelményeknek,
- minél kisebb méretű legyen,
- könnyen kezelhető legyen,
- hitelesített vagy használati etalonnal ellenőrzött állapotban legyen,
- lehetőleg széles gázösszetétel változatokat is képes legyen mérni,
- a várható mért érték a mérési határon belül legyen,
- a mérés reprodukálható legyen,
- a mérési hibagörbe a hitelesítés időtartama alatt ne változzon,
- a mérőeszköz a lehetséges környezeti hőmérséklet tartományban használható legyen,
- külön segédeszköz nélkül leolvasható legyen,
- az átáramló gáz jellemzőit ne befolyásolja,
- a mérőeszköz meghibásodása könnyen észlelhető legyen,

- a mérés lehetőleg korlátlan számban, változatlan mérési hibával reprodukálható legyen,
- lehetőleg elektronikus jelet is adjon,
- robbanásveszélyes térben robbanásbiztos (Ex) kivitelű legyen.

A gáziparban a mérések a mindennapi munka fontos elemei. A folyamatokban az anyagok változó fizikai, kémiai jellemzőkkel rendelkeznek, ezek rendszeres mérése a folyamat beszüntetése, ellenőrzése miatt szükséges. Például a gázelőkecsztő üzemekben szénhidrogén, víz, szilárd anyag elegyek vannak a feldolgozási folyamatban. A gázipari mérések másik csoportja az eseti méréseket jelenti, ezek a mérések üzemállapot ellenőrzésénél, üzemzavar behatárolásánál, hatósági vizsgálatoknál kerülnek sorra.

A méréseket az alkalmazott műszerektől elvárható pontosság és ellenőrzöttség szempontjából üzemi mérésekre, hatósági ellenőrző vizsgálatokra és elszámolási célú mérésekre is oszthatjuk.

Az üzemi méréseknél használt mérőeszközöktől nem kell minden esetben elvárni az ellenőrzött/hitelesített állapotot, különösen akkor nem, ha a mérés tájékoztató jellegű, a mért jellemző nagyságrendjének behatárolására szolgál. Ilyen lehet a gázömlés térbeli behatárolása, ahol elegendő a gázkoncentrációt százalékos pontossággal mérni, vagy ilyen mérés az üzemelő kazánba belépő gáz mennyiség mérése rotaméterrel.

A gázipari mérések másik csoportja a hatósági vizsgálatokhoz (üzembe helyezés előtti, időszakos, ellenőrző vizsgálatok) szükséges mérések. Ezeket a méréseket ellenőrzött vagy hiteles eszközökkel végzik.

A gázipar méréseinek harmadik csoportja elszámolási célú, vagy a végtermék gáz minőségi jellemzőinek tanúsítására szolgál. Ezekben az esetekben jogszabályban meghatározott pontosságú, hiteles mérőeszközt kell használni.

### ***Üzemi mérések***

Üzemi mérések folynak a földgáz termelés, -tárolás, -szállítás, -elosztás, -felhasználás területén. A leggyakrabban mért jellemzők: nyomás, hőmérséklet, tömegáram, térfogatáram, gázösszetétel, valamelyik gázkomponens jelenléte. Az üzemi mérésekhez használt mérőeszközök általában hitelesek vagy ellenőrzöttek, de nem feltétlenül szükséges a vizsgált és tanúsított állapot.

### ***Elszámolási mérések, a mérőeszközök hitelesítése***

Az 1991. évi XLV. törvény a mérésügyről rendelkezik a joghatással járó mérések feltételeiről. A törvény 6.§ (1) bekezdése szerint: *joghatással jár a mérés, ha annak eredménye az állampolgárok és/vagy jogi személyek jogát, vagy jogi érdekeit érinti, különösen, ha a mérési eredményt mennyiség és/vagy minőség tanúsítására – a szolgáltatás és ellenszolgáltatás mértékének megállapítására – használják fel.*

A törvény 6.§ (2) bekezdése szerint: *joghatással járó mérést a mérési feladat elvégzésére alkalmas hiteles mérőeszközzel vagy használati etalonnal ellenőrzött (röviden: ellenőrzött) mérőeszközzel kell végezni.*

### ***Mérések a hatósági vizsgálatoknál***

A gáziparban és a felhasználóknál a gázberendezések hatósági vizsgálatát rendszeresen végzik.

#### ***Első üzembe helyezés előtti vizsgálatok***

A gázellátó rendszer minden elemét az első üzembe helyezés előtt hatóság vagy meghatalmazottja vizsgálja meg. A vizsgálatok kiterjednek:

- a beépített anyagok, szerelvények, berendezések megfelelősége igazolásának ellenőrzésére,
- a beépített anyagok, szerelvények, berendezések szemrevételezésére,
- a beépített anyagok, szerelvények, berendezések műszeres vizsgálatára: falvastagság mérés, varrat vizsgálatok, szilárdsági és tömörségi vizsgálatok (nyomáspróbák) funkció próbák,
- nyomástartó edények vizsgálata: szerkezetvizsgálat, varratvizsgálat, repedésvizsgálat,
- próbaüzemelés alatt üzemi jellemző vizsgálatok: nyomás, hőmérséklet, teljesítmény, áramlás, füstgáz, reakció idő, tömörzés, stb.

#### ***Üzemeltetés során végzett vizsgálatok***

- tömörség ellenőrzési vizsgálatok,
- nyomás, hőmérséklet, teljesítmény, áramlás mérések,
- zajhatás, környezeti kibocsátás mérés, stb.

### ***Irodalom***

ERDŐSI, I.: Épületgépészeti laboratóriumi gyakorlatok; Műegyetemi Kiadó, Budapest, 1999.

KÁROLYI, Gy.: A hibaszámítás alapjai; OKGT Gáztechnikai Kutató és Vizsgáló Állomás, Budapest, 1970.

MENYHÁRT, J.: Az épületgépészet kézikönyve; Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1978. ISBN 963 10 2479

SZUNYOG, I: Gázipari laboratóriumi gyakorlatok; Miskolci Egyetem Gázmérnöki Intézeti Tanszék. Oktatási segédlet, 2007.

ÚJHELYI, J. – Haszmann, I.: Mérés és szabályozás; Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1994. ISBN 963 10 3787 8

### 3. A gázipari mérésekre vonatkozó előírások

A gázipari mérésekre közvetlenül és közvetve több Európai Unió irányelv, magyar törvény, kormányrendelet és miniszteri rendelet, valamint érvényben lévő szabványok vonatkoznak. A következőkben ezek közül emeljük ki a legfontosabbakat.

Az Európai Unió több rendelete közvetve foglalkozik a gázipari mérésekkel:

- 2009/73/EK irányelv a földgáz belső piacára vonatkozó közös szabályokról és a 2003/55/EK irányelv hatályon kívül helyezéséről,
- 2012/27/EU irányelv az energiahatékonyságról, a 2009/125/EK és a 2010/30/EU irányelv módosításáról, valamint a 2004/8/EK és a 2006/32/EK irányelv hatályon kívül helyezéséről,
- 715/2009/EK irányelv a földgázszállító hálózatokhoz való hozzáférés feltételeiről és az 1775/2005/EK rendelet hatályon kívül helyezéséről,
- 994/2010/EU irányelv a földgázellátás biztonságának megőrzését szolgáló intézkedésekről és a 2004/67/EK tanácsi irányelv hatályon kívül helyezéséről,
- 1227/2011/EU irányelv a nagykereskedelmi energiapiacok integritásáról és átláthatóságáról,
- 2017/459/EU irányelv a földgázszállító rendszerekben alkalmazott kapacitásallokációs mechanizmusokat szabályozó üzemi és kereskedelmi szabályzat létrehozásáról és a 984/2013/EU rendelet hatályon kívül helyezéséről.

A gázipari mérésekkel közvetlenül foglalkozik:

- 312/2014/EU irányelv a gázszállítási rendszerüzemeltetők közötti rendszeregyensúlyozásra vonatkozó üzemi és kereskedelmi szabályzat létrehozásáról.

Az 1991. évi XLV. törvény a mérésügyről rendelkezik a joghatással járó mérések feltételeiről.

A törvény végrehajtásáról rendelkezik a 127/1991. (X.9.) Korm. rendelet, az azt módosító 266/2006. (XII.20.) Korm. rendelet, a 6/2001. (III.19.) GM rendelet a mérőeszközökről és azok mérésügyi ellenőrzéséről és a 8/2006. (II.27.) GKM rendelet a mérőeszközökről és azok mérésügyi ellenőrzéséről.

Az 1993. évi XLVIII. törvény a bányászatról és az 53/2012. (III.28.) Korm. rendelet több pontban szintén rendelkezik a gázipari mérésekről.

A 2008. évi XL. törvény a földgázellátásról (a továbbiakban: GET), valamint a törvény végrehajtására kiadott 19/2009. (I.30.) Korm. rendelet (a továbbiakban: VHR) több pontban rendelkezik a gázipari mérésekről:

- GET 4. §: *a szállítási rendszerüzemeltetőnek rendelkezni kell mérő- és adatátviteli eszközökkel,*
- GET 14. §: *a földgázelosztónak rendelkezni kell mérő- és adatátviteli eszközökkel,*
- GET 26. §: *földgáztároló engedélyesnek rendelkezni kell saját méréssel,*
- GET 65. § és VHR 58. §: *a szociálisan rászoruló fogyasztót megilleti az előre fizető mérő,*
- GET 99. § és VHR 115. §: *a mérés részletes szabályai,*
- VHR 8. §: *a 20 m<sup>3</sup>/h-nál kisebb névleges teljesítményű fogyasztásmérő berendezés ellátható digitális adatrögzítővel is,*
- VHR 8/A. §: *a Kormány dönt az elektronikus fogyasztásmérési rendszer bevezetéséről,*
- VHR 1. számú melléklete 11. pont: *a felhasználónál üzemelő mérő megfelelő teljesítményéről,*

- VHR 1. számú melléklete 11.14. pont: *a gázmérők időszakos hitelesítéséről*,
- VHR 11. számú melléklete: *a földgáz minőségi követelményeiről*.

A GET és a VHR elrendeli *A magyar földgázrendszer üzemi és kereskedelmi szabályzata* (ÜKSZ) kiadását. A szabályzat kialakítására és rendszeres karbantartására a Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal a Földgázszállító Zrt-t jelölte ki. Az ÜKSZ 4.2., 6.8., 6.10., 6.11. és 13. fejezete foglalkozik a mérésekkel és az adatforgalmazással.

A mérőrendszerek kialakítására további előírásokat tartalmaz a 11/2013. (III. 21.) NGM rendelet a gáz csatlakozóvezetésekre, a felhasználói berendezésekre, a telephelyi vezetésekre vonatkozó műszaki biztonsági előírásokról és az ezekkel összefüggő hatósági feladatokról.

A mérési eljárásokra, mérőeszközökre és a mérőkörök kialakításra további honosított, és magyar szabványok is vonatkoznak:

- MSZ EN 12261: 2002 *Gázmérők. Turbinás gázmérők (angol nyelvű)*
- MSZ EN 12261: 2002/A1:2006 módosítása
- MSZ EN 12480: 2015 *Gázmérők. Forgódugattyús gázmérők (angol nyelvű)*
- MSZ EN 1359: 2001 *Gázmérők. Membrános gázmérők*
- MSZ EN 14236: 2007 *Ultrahangos háztartási gázmérők (angol nyelvű)*
- MSZ EN 12405-1: 2005+A2:2011 *Gázmérők. Átszámító eszközök. 1. rész. Térfogat átszámítás (angol)*
- MSZ EN 12405-2: 2013 *Gázmérők. Átszámító eszközök. 2. rész. Energiaátalakítás (angol)*
- MSZ EN 1776: 2002 *Gázellátó rendszerek. Földgázmérő állomások*
- MSZ 1648: 2000 *Közzolgáltatású, vezetékes földgáz (visszavont)*
- MSZ 1648: 2016 *Közzolgáltatású, vezetékes földgáz*
- MSZ ISO 13686: 1999 *Földgáz. Minőségi jellemzők (visszavont)*

Budapest Főváros Kormányhivatala Metrológiai és Műszaki Felügyeleti Főosztályához (régebben OMH, majd MKEH) hatáskörébe tartozik az egyes mérőtípusok mérésügyi hitelesítési előírásainak megfogalmazása:

- HE 2/1–2006: Membrános gázmérők
- HE 2/2–2006: Ipari gázmérők
- HE 2/3–2006: Számítóegységek gázmérőkhöz

## ***Irodalom***

Lásd a fejezetben szereplő előírásokat.

## 4. A gázmérő kiválasztás alapelvei

A gázmérők kiválasztásánál alapvető fontosságú, hogy mindig az adott hely fogyasztásához legjobban illeszkedő mérési elvű és teljesítményű mérő kerüljön beépítésre, hiszen ekkor biztosítható a legkisebb mérési hiba. A továbbiakban a szerzők a kiválasztás ide vonatkozó elveit mutatják be.

### 4.1. Általános alapelvek

A gázmérők gyártásánál alkalmazott anyagok, gyártási technológiák pontosan követik a kor fejlettségi színvonalát: minden gázmérő gyártó folyamatosan fejleszti a termékeit és a gyártási eljárásait is. Minden gázmérő fejlesztésnél cél:

- a legújabb fejlesztésű anyagok, gyártási technológiák igénybevétele,
- a lehetséges igénybevételnek ellenálló anyagok alkalmazása,
- a szokásos újrahitelesítés időtartama alatt a mérő méréstechnikai jellemzőinek állandó szinten tartása,
- a mérés hamisítás elleni védelemének biztosítása,
- a gyártási költségek csökkentése.

Az azonos mérési elven működő gázmérők minősége függ a gyártó felkészültségétől és igényességétől. Ugyanannak a gyártónak az azonos konstrukciójú mérői között is lehet lényeges méréstechnikai (pontossági) eltérés, mivel a gázmérő minősége és ára szoros kapcsolatban van egymással.

Ma a gázmérők konstrukciójától és névleges teljesítményétől függően állapítják meg a mérő újrashitelesítési időszakát, például a legfeljebb  $6 \text{ m}^3/\text{h}$  teljesítményű membrános gázmérőknél tíz év, a  $6 \text{ m}^3/\text{h}$  teljesítmény feletti membrános gázmérőknél öt év. Ennek az egyszerűsített hitelesítési szabálynak az a következménye, hogy a mérők legtöbbször a hitelesítési ciklus végén is a hitelesítési okmány szerinti pontosságon belül mér. A gáziparban a gázáram mérése:

- a gáztechnológiai folyamatok ellenőrzése, szabályozása,
- hatósági vizsgálatok,
- a gázhálózatok áramlási viszonyainak ellenőrzése, szabályozása,
- mérési anomáliák kiszűrése,
- kereskedelmi elszámolási okmányok kiállítása

céljából szükséges.

A gázmennyiség mérése legtöbbször a csőben áramló gáz nyomásenergiáját felhasználó elvű mérőberendezésekben történik.

A mérőberendezésekben a gáz áramlása legtöbb esetben turbulens, mivel a bennük lévő áramlási út különböző szerelvényekkel, idomokkal, mozgó alkatrészekkel határolt. A legtöbb gázmérő mérési pontosságát befolyásolja a mérő előtti és a mérő utáni vezeték pozíciója, a beépített szerelvények helye és alaki tényezői. Általában a mérő beépítéshez előírják a vízszintes pozíciót, a mérő előtti és utáni egyenes vezetékszakaszhosszát.

A különböző mérési célokra különböző konstrukciójú, működési elvű és különböző pontosságú mérőeszközöket használnak. A legpontosabb gázmérőket a földgázszállító rendszerben célszerű használni, a nagy gázáramok miatt.

Adott mérési feladatnak esetenként egy gázmérő az elvárt pontossággal nem tud eleget tenni, ekkor több, különböző teljesítményű gázmérőt szoktak párhuzamosan beépíteni, és a mérőköröket a várható terhelés függvényében váltva üzemeltetik.

Az áramlásméréssel meghatározható a gáz térfogatárama vagy tömegárama. A térfogatáram mérés eszköze a gáziparban széles körben alkalmazott mérőperemes mérő, ami tulajdonképpen egy szűkítőelemes berendezés a csőben áramló gáz mennyiségének meghatározására. Térfogat kiszorítás elvén működik a legszélesebb körben használt membrános vagy lemezhasas gázmérő, és a forgódugattyús gázmérő is. Közvetlen sebességmérés elvén működik a legtöbb mérési feladatnál használható turbinás mérő. A térfogatáram mérők pontossága a megkívánható érték alatt van, ha az áramló gáz nyomása, vagy esetleg az összetétele is változik a mérés során. Ezt a gondot oldhatja meg a tömegáram mérés, ahol a térfogatáram mérés kiegészül folyamatos sűrűségméréssel. Az egyetlen gond, hogy jelen pillanatban nincs olyan közvetlen sűrűségmérő berendezés, mely elfogadható pontosságot tudna biztosítani folyamatosan változó sűrűségű és összetételű gáz esetén.

A mérőberendezés kiválasztásánál tekintettel kell lenni az áramló gáz esetleges (változó) szilárd szennyezőanyag tartalmára. Az egyes mérési elvek por és folyadék érzékenysége jelentősen eltérő. Ugyancsak kiválasztási szempont lehet a jelentősen változó térfogatáram is. Az ideális gázmérő tulajdonságait a következőkkel jellemezhetjük:

- olcsó,
- nagyfokú a megbízhatósága,
- nagy a mérés pontossága,
- kis pneumatikus ellenállással bír (nyomásvesztés),
- kis karbantartási igényű,
- széles áramlási tartományban a mérési hiba kis mértékű (nagy átfogási tartomány),
- közvetlenül gáztechnikai (fizikai) normál köbmétert mutat,
- nem nyúlik a csővezetékbe, nem zavarja az áramlást,
- meghibásodás esetén nem zárja a gáz áramlását,
- nem érzékeny kisebb mértékű szennyeződésre,
- segédenergia nélkül működik,
- kisméretű, könnyű,
- alacsony a zajszintje,
- könnyen szerelhető, kompatibilis az előző rendszerekkel,
- rövid be- és kivezető csővezeték hosszok jellemzik.

Ezeknek a követelményeknek az egyes mérők azonban csak nagyrészt felelnek meg.

Magyarországon a legnagyobb számú gázmérőt a felhasználók adott időszakban vételezett földgáz mennyiségének mérésére üzemeltetik.

2016. év végén

3,2 millió háztartási,

továbbá

200 ezer 20 m<sup>3</sup>/h alatti,

13 ezer 20-100 m<sup>3</sup>/h közötti,

3 ezer 101-500 m<sup>3</sup>/h közötti,

0,5 ezer 500 m<sup>3</sup>/h feletti

teljesítmény lekötésű fogyasztó volt Magyarországon.

Van Magyarországon 412 ezer olyan háztartási gázfogyasztó, akiknél nincs gázmérő felszerelve, mert csak főzés céljára használnak földgázt. Ezek a fogyasztók általában távfűtésre csatlakoznak és központi melegvíz ellátásban részesülnek. A becsült gázfelhasználásukat átalány formában fizetik meg.

Mintegy ezer felhasználó vezetékessé ellátásban részesül. Ezeknél a felhasználóknál vagy kimondottan pébé szolgáltatáshoz gyártott gázmérők kerültek felszerelésre, vagy normál

földgáz mérők, melyek megfelelő korrekciós átszámító egységek segítségével üzemelnek.

A Magyarországon az elszámolási célra üzemelő gázmérők között mintegy

- 3 millió membrános, lemezházas gázmérő,
- 15 ezer turbinás gázmérő,
- 3 ezer forgódugattyús gázmérő,
- 1 ezer egyéb elven működő gázmérő üzemel.

A gázmérő kiválasztásánál a következőkre kell figyelemmel lenni:

- a gáz összetételére:
  - szilárd szennyező tartalma,
  - esetleges korrozív, erózió hatása,
- a mért gáz nyomására, a nyomás lehetséges változására,
- a mért mennyiség lehetséges változására,
- a mért mennyiség változási sebességére,
- a folyamatos gázáram fenntartásának igényére,
- a gázmérő pontosságára, hibahatárára,
- a hiteles működés időtartamára,
- kiegészítő mérések (hőmérséklet, nyomás) szükségességére,
- a mérő zajterhelésére,
- a gázmérő árára.

A tervezett gázellátási rendszerhez szükséges méretű és típusú gázmérőt a rendszer tervezője választja ki. A mérő kiválasztásban a végső döntést az elosztói engedélyes hozza.

## 4.2. Kis- és nagyfogyasztói mérőrendszerek

Általában a következő mérőtípusokat használják ezen felhasználóknál.

A háztartási felhasználók esetében alkalmazott gázmérők:

*kisnyomásnál:*

- hőfokkompenzált 4 m<sup>3</sup>/h (G4) vagy 6 m<sup>3</sup>/h (G6) névleges teljesítményű membrános, szabadba telepített mérő,
- 4 m<sup>3</sup>/h – 20 m<sup>3</sup>/h névleges teljesítményű membrános (normál) mérő,
- 4 m<sup>3</sup>/h (S4) vagy 6 m<sup>3</sup>/h (S6) névleges teljesítményű ultrahangos mérő,
- előre fizetéses kártyás, membrános gázmérő védett fogyasztóknak, a jogszabályban előírt feltételek esetén.

A 160 m<sup>3</sup>/h teljesítmény alatti, nem háztartási felhasználók esetében alkalmazott gázmérők:

*kisnyomásnál:*

- 4 m<sup>3</sup>/h – 40 m<sup>3</sup>/h névleges teljesítményű membrános (normál) mérő, szabadtéri elhelyezés esetén is.
- kisnyomás, középnyomás, nagyközepnyomás esetén:
  - 40 m<sup>3</sup>/h és 160 m<sup>3</sup>/h teljesítmény tartományban és gyakran széles sávban változó órai terhelés esetén általában forgódugattyús mérő,
  - 40 m<sup>3</sup>/h és 160 m<sup>3</sup>/h teljesítmény tartományban és szűk sávban változó órai terhelés esetén általában turbinás mérő.

A 160 m<sup>3</sup>/h teljesítmény feletti felhasználók esetében alkalmazott gázmérők:

*kisnyomás, középnyomás, nagyközepnyomás esetén:*

- turbinás gázmérő,
- ultrahangos mérő,
- mérőperemes mérő (ilyen típusú új mérő beépítésre egyre ritkábban kerül sor).

Általában a következő mérőtípusokat használják a földgázelosztásban:

- forgódugattyús mérők,
- turbinás mérők.

Általában a következő mérőtípusokat használják a földgázszállításban:

- mérőperemes mérők,
- turbinás mérők,
- forgódugattyús mérők,
- ultrahangos mérők.

A 20 m<sup>3</sup>/h névleges teljesítmény feletti gázmérőket ellátják hőmérséklet-, nyomás- és bizonyos esetekben eltérési tényező korrekttal, valamint a mérési adatokat távadóval továbbítják az elosztói engedélyes diszpécser szolgálatának. 2017 év elején minden 20 m<sup>3</sup>/h feletti teljesítménnyel rendelkező mérő bekötésre került az elosztói engedélyesek távfelügyeleti központjaiba.

### 4.3. Méréstechnikai követelmények

A számlázás alapját képező gázértékesítés csak a mérésügyi törvény szerinti mért adatokon alapulhat, a méréshez csak érvényes hitelesítéssel vagy tanúsított ellenőrzött állapot igazolással ellátott mérő használható.

A betervezett gázmérőnek meg kell felelni az 1991. évi XLV. törvény és a 127/1991. (X.9.) Korm. rendelet, valamint az adott gázmérő típusára vonatkozó szabvány előírásainak. A membrános gázmérőkre az MSZ EN 1359: 2001, a turbinás gázmérőkre az MSZ EN 12261: 2002, az ultrahangos gázmérőkre az MSZ EN 14236: 2007, a forgódugattyús mérőkre az MSZ EN 12480: 2015 szabvány vonatkozik.

Magyarországon minden gázipari elszámolás energiatartalomban (átvett-átadott hőmennyiségben) történik, ehhez a földgáz (fizikai normál) térfogatát és felső hőértékét (égéshőjét) hiteles/ellenőrzött mérőeszközzel kell mérni.

### 4.4. Tervezési szempontok

A gázmérők elhelyezési feltételeit részletesen tartalmazza a 11/2013. (III. 21.) NGM rendelet 2. melléklete a gáz csatlakozóvezetékekre, a felhasználói berendezésekre, a telephelyi vezetékekre vonatkozó műszaki biztonsági előírásokról és az ezekkel összefüggő hatósági feladatokról (továbbiakban MBSZ).

#### *A 100 m<sup>3</sup>/h névleges teljesítmény alatti gázmérők elhelyezése*

A háztartásokban felszerelt gázmérő membrános (esetleg ultrahangos) rendszerű. A legnagyobb névleges teljesítménye 20 m<sup>3</sup>/h lehet, de többségében 4 és 6 m<sup>3</sup>/h teljesítményű van felszerelve. A gázmérő az elosztói engedélyes tulajdona. A mérő típusát és névleges teljesítményét az elosztói engedélyes határozza meg, a felhasználó feladata a mérőhely kialakítása.

A gázmérő névleges teljesítményét a beépített összes gázkészülék egyidejűségi tényezővel figyelembe vett névleges hőteljesítménye alapján kell kiválasztani. A beépíthető legkisebb mérő teljesítmény 4 m<sup>3</sup>/h.

A gázmérő elé minden esetben zárószerelvényt (általában gömbcsap) kell beépíteni, egyetlen kivétel, ha a mérő a nyomásszabályozóval közös védőszekrényben kerül elhelyezésre. Ekkor elegendő a szabályozó előtti elzáró megléte. 6 m<sup>3</sup>/h névleges teljesítményt meghaladó mérők esetében a kilépő csomagnál is el kell helyezni egy elzárót. A

mérőhöz kerülő vezeték nem építhető, és kizárólag érvényes hitelesítéssel rendelkező gázmérő szerelhető fel. A 4.1. ábra egycsonkú membrános gázmérő felszerelését, a 4.2. ábra kétcsonkú gázmérő kötésének kialakítását mutatja.



**4.1. ábra** Egycsonkú gázmérő beépítése

Forrás: [www.tga-fachplaner.de](http://www.tga-fachplaner.de)



**4.2. ábra** Kétcsonkú gázmérő kötésének kialakítása

Forrás: [vezuv.hu](http://vezuv.hu)

A beépített gömbcsapoknak meg kell felelniük az MSZ EN 1106: 2010 *Kézi működtetésű csapok gázkészülékekhez* előírásainak:

- megfelelőségi tanúsítvánnyal rendelkezzen,
- földgáz vagy pégé használatra minősített legyen,
- nyomásfokozata az üzemi nyomással legyen azonos.

A 100 m<sup>3</sup>/h névleges teljesítménynél kisebb gázmérő elhelyezhető az épület egyes helyiségeiben (figyelembe véve az alábbiakban ismertetett tilalmakat), vagy a szabadban is. Az elosztói engedélyes tilthatja a gázmérő szabadba helyezését, vagy előírhatja hőfokkompenzált mérő telepítését kültéri elhelyezés esetében. A nem háztartási gázmérőket el szokták látni az MSZ EN 12405 szabványsorozat szerinti elektronikus gáztérfogató átszámító egységekkel is.

A 100 m<sup>3</sup>/h névleges teljesítmény alatti gázmérőt magába foglaló helyiséget "D" tűzveszélyességi osztályba kell sorolni, és az 54/2014. (XII. 5.) BM rendelet az Országos Tűzvédelmi Szabályzatról (továbbiakban OTSZ) valamint az MSZ EN 12186: 2015 szabvány szerint kell kialakítani. A tűzveszélyességi osztályba sorolást és az arra vonatkozó kialakítási elveket az MBSZ ide vonatkozó részében behivatkozott OTSZ-t érintő részek alkalmazásakor

hatályos változata alapján kell végezni.

A gázmérőt úgy kell elhelyezni, hogy

- gázkészüléktől legalább 1 m legyen a távolság (ez a távolság 0,5 m-re csökkenthető megfelelő hőszigetelő szerkezet beépítésével),
- meleg vezetéktől (melegvíz vezeték, gőzvezeték, füstcső) legalább 0,5 m távolságra legyen,
- a mérő kötése a talajtól vagy a padozattól 0,9-1,6 m magasságban kerüljön beépítésre, hogy a mérő könnyen leolvasható, ellenőrizhető legyen. Előkertbe telepített nyomásszabályozó-mérő egység esetén a védőszelektől alsó éle a talaj felett legalább 30 cm magasságban legyen. Ekkor a mérő kötése 0,9 m-nél alacsonyabbra is kerülhet,
- a szabadban elhelyezett gázmérőt megfelelő, mechanikai és káros hőhatás, valamint csapadék elleni védelemmel kell ellátni,
- a külső falra elhelyezett mérő szekrényének zárható ajtaja legyen,
- a gázmérő közvetlen környezetében ne legyen gyúlékony falszerkezet vagy anyag.

A gázmérő általában nem helyezhető el:

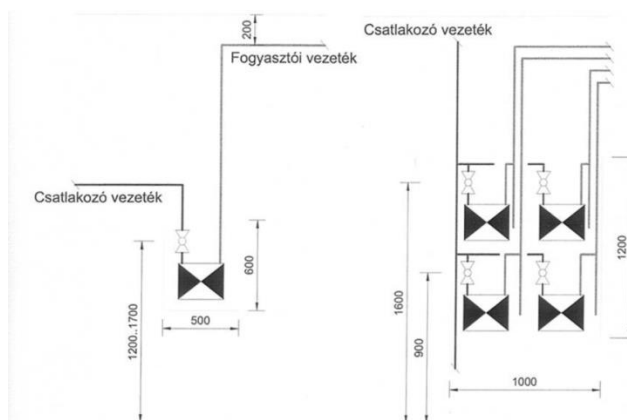
- lakószobában (alvás céljára szolgáló helyiségben),
- fürdőszobában, mosókonyhában, WC-ben,
- garázsban, gépkocsi tárolóban,
- „A” vagy „B” tűzveszélyességi osztályba sorolt helyiségben,
- kazánházban, 140 kW feletti együttes hőterhelésű tüzelőberendezés helyiségében,
- olyan helyiségben, ahol 400 V-nál nagyobb feszültségű villamos berendezés üzemel,
- épületben, ha a mérő membrános és középnyomású nyomásszabályozóról ellátott, de a nyomásszabályozó nem kétfokozatú, vagy nem védőmembrános,
- épületben, ha nagyközépnyomású nyomásszabályozóról ellátott a membrános mérő.

A gázmérőt magában foglaló helyiség nem szellőztethető össze olyan helyiséggel (például lakószobával, garázzsal) ahol a gázmérő nem helyezhető el.

Pincében, alagsorban akkor helyezhető el membrános gázmérő, ha:

- a pince úrszelvénye legalább 1,7x0,8 m,
- nem nedves,
- fala, mennyezete vakolt,
- a pince átszellőzése biztosított,
- szilárd, talajvíz ellen védett padozata van.

Kerülni kell a gázmérő elhelyezését olyan helyiségben, amely az épület több szintjét köti össze (például többszintes lakás előszobája, belső feljáró). Lépcsőházban a gázmérő szintenként fülkében vagy szekrényben elhelyezhető, ha a lépcsőház nem fagyveszélyes és a fülke vagy szekrény szellőztetése a lépcsőház felé megoldható. Egyedi és csoportosan elhelyezett mérők kialakítását mutatja a 4.3. ábra.



**4.3. ábra** Egyedi és csoportosan elhelyezett gázmérők

Forrás: MBSZ, 2016.

A gázmérők csoportosan is felszerelhetők, ha:

- a mérők az épület közös használatú helyiségében vannak,
- a mérők egyenként, vagy csoportosan kulccsal zárható szekrénybe kerülnek,
- ha a mérő nem a fogyasztási helyiségben van, akkor a fogyasztási helyiségbe lépő vezetékbe zárószerelvényt kell beépíteni, mely könnyen elérhető helyen. Ezt a zárószerelvényt - ha szükséges - illetéktelen beavatkozás ellen védeni kell,
- ha a gázmérők közös használatú lépcsőházban vagy zárt folyosón vannak, akkor a lépcsőház vagy folyosó felső szintjén nyitható nyílászárót kell létesíteni.

A felhasználó kérheti almérő felszerelését, ha a fogyasztásának egy részét külön akarja mérni. Az almérő az elszámoló mérő után, az elszámoló mérővel sorba kötve építhető be. Az almérő elhelyezésére ugyanazok a szabályok vonatkoznak, mint az elszámoló mérőre. Az almérő a felhasználó tulajdona, és a felhasználó köteles gondoskodni az almérő megfelelő állapotáról. Az almérő hitelesítése nem kötelező, ha a felhasználó hiteles almérőt akar, akkor annak újrahitelesítéséről is a felhasználónak kell gondoskodni. Az almérőn mért bármilyen mennyiség nem befolyásolhatja az elszámoló mérőn mért mennyiségen alapuló elszámolást.

Ügyelni kell arra, hogy a gázmérő vízszintesen legyen beállítva. A kétcsenkű gázmérők mechanikai feszültség mentes felszerelése nagyon fontos. A gázmérő kötésébe az MSZ EN 549: 1999 *Gázkészülékekben és gázberendezésekben használatos tömítések és membránok elasztomer anyagai* szabványnak megfelelő tömítőanyag használható.

A 30-100 mbar közötti, ún. emelt kisnyomású gázszolgáltatásnál alkalmazott mérőszabályozót közvetlenül a mérő bemenő csomágyára kell szerelni. Ez a szabályozó a mérő tartozékának számít, és bárhol felszerelhető, ahol egyébként a gázmérő is elhelyezhető, mivel nem tartalmaz lefúvató szelepet.

A kommunális felhasználók részére a 4-6 m<sup>3</sup>/h kapacitású, membrános gázmérők mellett nagyobb teljesítményű mérőket is használnak. Az alkalmazott mérő működése szerint lehet membrános, forgódugattyús vagy turbinás. A háztartási gázmérők elhelyezésére vonatkozó előírásokat be kell tartani a kommunális felhasználók gázmérői esetében is. A legfeljebb 100 m<sup>3</sup>/h teljesítményű gázmérőket a háztartási gázmérőkre vonatkozó szabályok szerint lehet elhelyezni.

### ***A 100 m<sup>3</sup>/h névleges teljesítmény feletti gázmérők elhelyezése***

A 100 m<sup>3</sup>/h teljesítmény feletti gázmérők telepítésére további előírások vonatkoznak:

- a 100 m<sup>3</sup>/h feletti összes névleges térfogatáramúnál nagyobb mérőket külön helyiségben kell elhelyezni,
- a helyiséget "A" „Fokozottan tűz- és robbanásveszélyes” tűzveszélyességi osztályba kell sorolni, és villamos berendezéseit A2 villamos veszélyességi fokozatnak megfelelően, az MSZ EN 1776: 2017, az MSZ EN 12186: 2015 szabvány és az 54/2014. (XII. 5.) BM rendelet előírásai szerint kell elkészíteni, mely robbanásbiztos villamos szerelvényezés lehet csak.

A gázmérő helyisége:

- külső fal mentén legyen elhelyezve, könnyen megközelíthető helyen,
- bejárata a szabadból vagy jól szellőztethető közös helyiségből nyíljon,
- bejáratánál az 54/2014. (XII. 5.) BM rendelet szerinti, a helyiség „A” tűzveszélyességi osztályára figyelmeztető táblákat és 1 db 43A, 233B, és C oltási teljesítményű tűzoltó készüléket kell elhelyezni,
- rendelkezzen alsó-felső, szabadba nyíló szellőző nyílással, amelyek együttes felülete nagyobb legyen, mint a helyiség alapterületének 1%-a. A szellőző nyílást ráccsal kell ellátni madár, állat és illetéktelen személy behatolása ellen, és úgy kell elhelyezni, hogy a helyiség nyílászárójától legalább 1 m távolságra legyen. Az alsó szellőző nyílás alsó éle a külső terepszintnél legalább 30 cm-el magasabban legyen,

- a helyiség szellőzésére szolgáló szellőző kürtő, szellőző csatorna csak a mérő helyiségét szolgálhatja ki,
- padozata nem éghető, szikrát nem adó és elektrosztatikusan nem feltöltődő legyen,
- a helyiség villám védelmét az 54/2014. (XII. 5.) BM rendelet szerint kell tervezni és megépíteni,
- fűtésére csak közvetett, vagy robbanásbiztos kivitelű (a mérő helyisége felé teljesen zárt) fűtőberendezés használható, amely felületi hőmérséklete nem éri el a 300°C-t,
- nem nyílhat olyan helyiségbe, ahol 140 kW egység- és 1400 kW össz-hőterhelés feletti tűzelőberendezés üzemel,
- ha a mérő helyisége nyomásszabályozó állomás védőtávolságán belül épül, akkor a mérő helyiségére a nyomásszabályozó állomás létesítési előírásait kell alkalmazni,
- gázmérő helyiségében tűzveszélyes tevékenységet csak a gázmérő, csővezeték és szerelvények teljes gázmentesítése után szabad végezni.

A helyiséget tűzvédelmi okok miatt célszerű úgy kijelölni, hogy alatta pince-, és fölötté további épületszint ne legyen. A helyiség határoló falai és nyílászárói a vonatkozó Tűzvédelmi Műszaki Irányelvek szerint kerüljenek kialakításra.

A gázmérő elhelyezhető a szabadban is. Ha a mérő a nyomásszabályozó védőtávolságán belül van elhelyezve, akkor a nyomásszabályozó védőtávolságát a mérőtől mérve ki kell egészíteni. A kiegészített védőövezetben a nyomásszabályozóra vonatkozó telepítési előírásokat kell betartani.

A 100 m<sup>3</sup>/h névleges teljesítmény feletti felhasználó is kérheti almérő beépítését. Az almérő az elosztói engedélyes számlázási alapját képező úgynevezett elszámoló mérő után (sorba) bekötött mérő, amely a felhasználó készülékek egy részének fogyasztás mérésére szolgál. Az almérő a felhasználó tulajdona, üzemeltetése, hitelesítése a felhasználó feladata. Az almérő elhelyezésére vonatkozó szabályok azonosak az elszámoló mérőkre vonatkozókkal.

Általában a gázmérő közelében alakítják ki gázrendszer épület egyenpotenciálra hozó (villamos) hálózatahoz történő csatlakozási pontját (EPH). Ez a csatlakozás a villamos hálózat egyenpotenciál vezetékének és a gázellátó rendszer fém vezetékének villamos összekötését jelenti. Az EPH csatlakozás helyét a gázellátási terven fel kell tüntetni. Az egyenpotenciál hálózathoz történő csatlakozást csak erre jogosult villamos szakember készítheti.

## 4.5. Üzemeltetési szempontok

A gázmérők hitelesítési időszakon belüli pontos mérési eredményeire nem csak a tervezési és telepítéskori, hanem az üzemeltetés során fennálló állapotok is jelentős hatással bírhatnak.

### A gázmérő védelme

A gázmérő a felhasználónál elhelyezett eszköz, állapotának megőrzése a felhasználó kötelessége. Mindig voltak és vannak olyan felhasználók, akik a gázmérő mérését megkísérlik befolyásolni.

A gázmérőt úgy kell kialakítani, hogy minden olyan mechanikai behatás, amely képes a mérési pontosságot befolyásolni, maradandó, látható nyomot hagyjon a mérőberendezésen vagy a hitelesítő, illetve védelmi jelzéseken.

A gázmérő olyan részeit, amellyel a mérő teljesítményi jellemzőit meg lehet változtatni, a gyártók és az elosztói engedélyes igyekeznek hatékony védelemmel ellátni. Ennek érdekében a gázmérő konstrukciója olyan, hogy a mérőház vagy a mérő számlálószerkezetének ablaka megbontása, megsértése nélkül a mérő pontossága nem befolyásolható. A gázmérőt jogi zárral

látják el: általában egyszer használatos műanyag zár (lakat) burkolja a mérő be- és kilépő hollandi vagy karimás kötését, a számláló szerkezet ablakát el nem távolítható, nehezen hamisítható, hologramos fóliával is lezárják a mérés hitelesítés ólom plombázárján kívül. A jogi zár eltávolítása vagy eltávolítási kísérlete ez által jól látható, maradandó sérülését eredményez.

A membrános gázmérők a mérő befolyásolás elsődleges célpontjai. A mérő számláló szerkezetének megállítása úgy, hogy a gázáram fennmaradjon, a számlálószerkezet fékezése, a gázáram egy részének átvezetése a megfelelő záróelemek megfűrésével gyakran előforduló szabálytalan vételezési technikák.

A gázelosztói engedélyesek állandó versenyben állnak a mérő hamisítókkal, komoly erőfeszítéseket tesznek a lopási technikák megismerésére és a kialakított mérési befolyásolások bizonyítására. A bizonyított mérő befolyásolás miatt a felhasználónak kötbért kell fizetniük. A 4.4. ábrán egy háztartási gázmérő látható, a mérés befolyásolását gátló záró szerkezetekkel.



#### **4.4. ábra** A szokásos védelmi eszközökkel felszerelt membrános gázmérő leolvasása

*Forrás: www.tigaz.hu*

A szabadban elhelyezett membrános gázmérőt védeni kell a ráhulló csapadéktól. Erre a célra bármilyen anyagú, zárható ajtajú szekrény megfelelő. A szekrény kialakítását illetően (pl. az utcáról leolvasható mérő kijelző egység) az elosztói engedélyesek további előírásokat támaszthatnak.

A forgódugattyús vagy membrános ipari gázmérőknél, ahol a technológia miatt kiemelt fontosságú a folyamatos gázellátás, sokszor építenek be a mérőt megkerülő vezetékét gömbcsappal arra az esetre, ha a mérő meghibásodik, hogy a gázáram akkor is fenntartható legyen. Ezt a gömbcsapot értelem szerűen zárt állapotban kell tartani, ehhez megfelelő jogi zárat (plombát) használnak.

### **A gázmérő üzemeltetése**

#### **Állagmegóvás**

A gázmérő konstrukciója biztosítja, hogy a szabályszerűen felszerelt és üzemeltetett gázmérő az újrathitelesítés időpontjáig szabályosan működjön. A gázmérő elhelyezése során a tervező gondoskodik arról, hogy a környezetben fellépő hatások ne legyenek károsak a mérő állapotára és működésére. Ha a tervezéskor felmérhető környezeti hatások idő közben megváltoznak, akkor a mérő tulajdonosának (elosztói engedélyes) vagy üzemeltetőjének kell gondoskodni a mérő védelméről. A gázmérő ne legyen erős napsütésnek kitéve, nem érje

csapadék, ne érje mechanikai sérülés, környezetében ne legyen a mérőre is kiható állandó rezgés. Az elosztói engedélyes évente legalább egyszer ellenőrzi a mérőt, és ha a mérő állapotát befolyásoló környezeti hatások változását állapítja meg, intézkedik a mérő védelmének helyreállításáról.

#### *Túlterhelés*

Ha a gázfogyasztás a mérő beépítésekor megállapított mértéket idő közben meghaladja, akkor a mérő túlterhelése következhet be. A mérő konstrukciójától függő mértékben a mérő a névleges teljesítmény feletti terheléssel is járatható, általában rövid ideig. A felhasználó köteles arról gondoskodni, hogy a mérőt tartósan nem érje túlterhelés. Rendszeres, vagy nagymértékű túlterhelés esetén a mérőt nagyobb teljesítményűre vagy más konstrukciójúra kell cserélni.

#### *Kenés*

A turbinás- és a forgódugattyús mérőt rendszeresen kenni kell. A szakszerű kenés az elosztói engedélyes feladata.

#### *Akkumulátor csere*

Az elektronikus jelátalakítóval vagy távadóval ellátott gázmérőkben az akkumulátor élettartama legalább öt év szokott lenni. A mérő jelzi az akkumulátor lemerülését. Az akkumulátor cseréje az elosztói engedélyes feladata, de a lemerülést a felhasználó is köteles figyelni és jelenteni az elosztónak.

#### *Meghibásodás jelentése*

A felhasználó köteles jelenteni az elosztói engedélyesnek, ha a mérő működését rendkívülinek találja: zajosabb lett, kattog, vagy éppen teljes csendben van. Azonnal köteles jelenteni azt is, ha a mérő bármilyen okból megsérült.

#### *Korrektíós jel kimaradás*

A közületi és nagyfogyasztóknál felszerelt korrektorok a bemenő jelek bármelyikének kiesése esetén helyettesítő értékkel működnek tovább. A korrektor ezt kijelzi. A felhasználó lehetőleg naponta ellenőrizze a korrektort, és bármilyen meghibásodás, vagy helyettesítő érték használat kijelzése esetén jelentse az elosztói engedélyesnek.

### ***Irodalom***

11/2013. (III. 21.) NGM rendelet a gáz csatlakozóvezetékekre, a felhasználói berendezésekre, a telephelyi vezetékekre vonatkozó műszaki biztonsági előírásokról és az ezekkel összefüggő hatósági feladatokról

MSZ EN 1106: 2010 Kézi működtetésű csapok gázkészülékekhez

MSZ EN 12186: 2015 Gázinfrastruktúra. Gáznyomás-szabályozó állomások gázszállításhoz és gázelosztáshoz. Műszaki követelmények (angol nyelvű)

MSZ EN 12261: 2002 Gázmérők. Turbinás gázmérők (angol nyelvű)

MSZ EN 12405-1: 2005+A2: 2011 Gázmérők. Átszámító eszközök. 1. rész: Térfogat-átszámítás (angol nyelvű)

MSZ EN 12480: 2015 Gázmérők. Forgódugattyús gázmérők (angol nyelvű)

MSZ EN 1359: 2001 Gázmérők. Membrános gázmérők

MSZ EN 14236: 2007 Ultrahangos háztartási gázmérők (angol nyelvű)

MSZ EN 1776: 2016 Gázinfrastruktúra. Gázmérő rendszerek. Működési követelmények (angol nyelvű)

MSZ EN 549: 1999 Gázkészülékekben és gázberendezésekben használatos tömítések és membránok elasztomer anyagai

VIDA, M. - MESZLÉRY, C.: Gázellátás; Műszaki Könyvkiadó Budapest, 1974. ISBN 071 900 030 677 6

## 5. Gázmennyiség mérő eszközök

A gázmennyiség mérésének adott feladathoz legjobban illeszkedő fizikai módja erőteljesen függ a mérendő közeg fizikai-kémiai tulajdonságaitól, időegység alatt áthaladó mennyiségétől, a mérés nyomástartományától, a mérő elhelyezési lehetőségeitől, a mérési feladat pontossági igényeitől. Ennek megfelelően különböző gázmennyiség mérési elveket különböztethetünk meg. A közvetlen áramlásmérő berendezések valamilyen térfogat kiszorításos (köbözéses) elvet alkalmaznak, mint:

- a membrános mérők,
- a forgódugattyús mérők,
- a forgódobos mérők.

A közvetett elvű mérők általában az áramlási sebesség meghatározására vezetik vissza a térfogat mérését:

- a turbinás mérők,
- az örvénylevélés mérők,
- az ultrahangos mérők,
- a különböző nyomjelzős berendezések.

Vannak olyan közvetett elven működő mérők is, melyek legalább kétféle áramlástan jellemző együttes hatásából adódó kimenőjelet szolgáltatnak:

- mérőperem, illetve Venturi-cső,
- torlósövek (Pitot-cső),
- rotaméter.

A gáziparban használatos gázmennyiség mérési technikák kerülnek bemutatásra alább.

### 5.1. Membrános gázmérő

A membrános gázmérők kialakításra az MSZ EN 1359: 2001 *Gázmérők. Membrános gázmérők* c. szabvány vonatkozik.

#### *Kialakítása*

Sajtolt acél lemezházban, vagy sajtolt alumínium házban mechanikus szerkezet méri az átáramló gázmennyiséget. A szerkezet mozgását segédenergia nélkül a gáz nyomása biztosítja.

#### *Általános jellemzői*

G4...G65...G100 a mérő névleges teljesítményét adja meg,  $\text{g}\cdot\text{m}^3/\text{h}$  mértékegységben. A továbbiakban a  $\text{g}\cdot\text{m}^3$  jelölés alatt a gáztechnikai normál állapotban ( $15^\circ\text{C}$  és  $1013,25\text{ mbar}$ ) kifejezett térfogatot értjük. Az acéllemez házas mérők általában 0,5 bar-ig, az alumínium házas mérők 1,5 bar-ig használhatók. Kétcsonkos kivitelben készül mindegyik méret, a háztartási (G4, G6) méret egycsonkos kivitelben is készül. G40 mérettől oldalcsonkos, karimás csatlakozással is gyártják. A háztartási méretek 110 mm, 152,4 mm, 250 mm vagy 280 mm csonktávolsággal készülnek. A mérők vagy hollandi kötéssel, vagy karimás kötéssel (G40 méret felett) csatlakoznak a gázvezetékhez. A membrános gázmérők jellemző adatait mutatja be az 5.1. táblázat.

**5.1. táblázat***A membrános gázmérők jellemző adatai*

	Qnévl (m <sup>3</sup> /h)	Qmin (m <sup>3</sup> /h)	Qmax (m <sup>3</sup> /h)	Átfogás	Mérési hiba (%)	Nyomás veszteség <sup>1)</sup> (mbar)
<b>(G 1,6)</b>	1,6	0,016	2,5	1:160	±2%	1,0
<b>(G 2,5)</b>	2,5	0,025	4	1:160	±2%	1,1
<b>G 4</b>	4	0,040	6	1:150	±2%	1,1
<b>G 6</b>	6	0,060	10	1:170	±2%	1,6
<b>G 10</b>	10	0,100	15	1:150	±2%	1,2
<b>G 16</b>	16	0,150	25	1:170	±2%	1,4
<b>G 25</b>	25	0,250	40	1:160	±2%	2,5
<b>G 40</b>	40	0,400	60	1:150	±2%	2,0
<b>G 65</b>	65	0,650	100	1:150	±2%	2,5
<b>(G 100)</b>	100	1,000	150	1:150	±2%	2,0

<sup>1)</sup> maximális terhelésnél

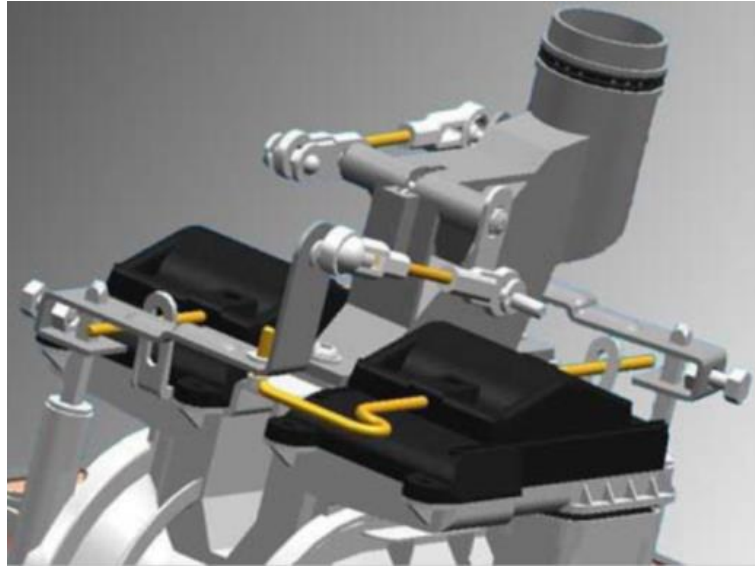
Megj.: A zárójeles méretek ma még forgalomban vannak, de általában már nem gyártják.

Forrásalap: OMH, 2006.

A gázmérő névleges teljesítménye alatt a mérő optimális térfogatáramát értjük, amit m<sup>3</sup>/h mértékegységgel mérünk. A háztartási méretek készülnek mechanikus hőfokkompenzált változatban is. Az 5.1. ábra egy G4-es membrános gázmérő metszeti képét mutatja. Néhány mérő típusban visszaforgás gátló is be van építve (5.2. ábra), a mérés befolyásolásának megakadályozására. Több gyártmány felszerelhető elektronikus jeladóval és adattárolóval (datalogger) is (5.3. ábra).

**5.1. ábra** G4-es membrános gázmérő robbantott ábrája

Forrás: Szunyog ea., 2009.

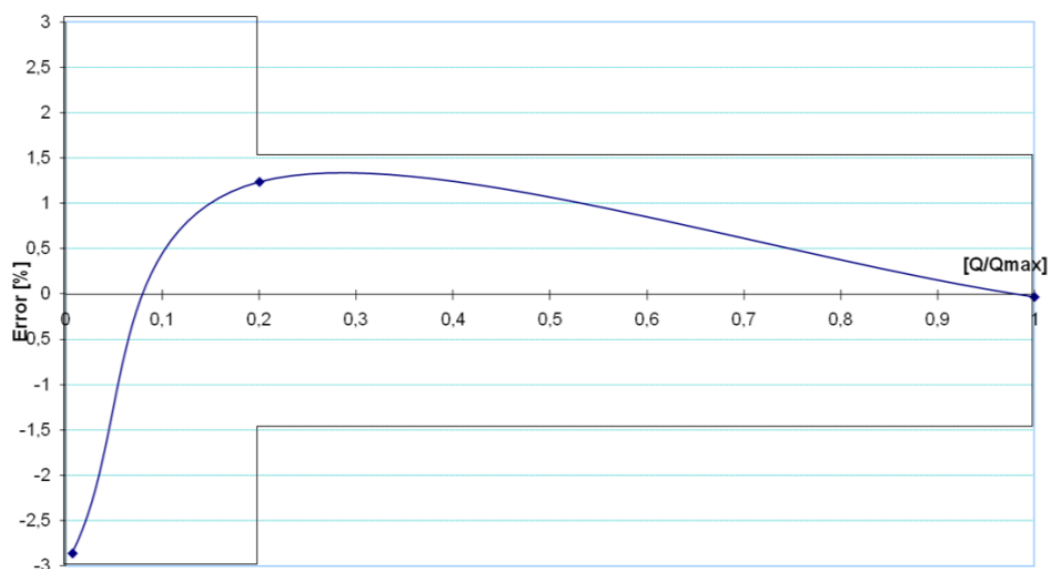


**5.2. ábra** G4 méretű, membrános gázmérő belső mérőegysége, visszaforgatás gátlóval  
Forrás: metcom.org



**5.3. ábra** G16 méretű, membrános gázmérő elektronikus számlálóművel és korrektorral  
Forrás: www.heathungary.hu

Egy membrános mérő hibagörbéjét mutatja a mérő névleges teljesítményének függvényben az 5.4. ábra a hitelesítési időszak közelében. Látható, hogy a hiteles mérési tartomány kezdete alatti gázhozamnál a mérés igen jelentős hibával terhelt, mivel ebben a szakaszban relatíve nagyobb a mérő elindítását és mozgásban tartását biztosító mechanikai, súrlódási erők aránya a mozgást előidéző nyomási energiához képest.

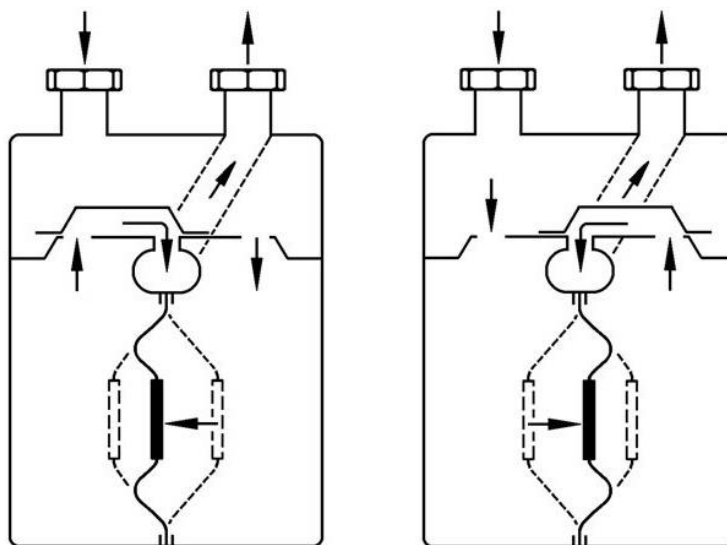


**5.4. ábra** Membrános gázmérő tipikus hibagörbéje a hitelesítési időszak közelében

Forrás: Vörös, 2009.

### Működési elve

Térfogat kiszorítás elvén működik. A mérőházban két kalibrált mérőkamra között rugalmas műanyag membrán mozog. Amíg az egyik mérőkamrába áramlik a méretlen gáz, addig a másik mérőkamrából távozik a mért gáz. A membrán végállásban váltja a gáz útját a két kamra között vezérlő tolattyút vagy szelepet. A két kamra szerepe szakaszosan váltakozik. A gáz útját a kamrák között a membrán vezérli, szelep vagy tolattyú mozgásával. A membrán mozgása mechanikus szerkezettel kapcsolódik a fogaskerekes számlálóhoz. A membrán szélső helyzetbe érkezése meghatározott gázmennyiség átáramlását jelenti, és a számláló szerkezet ezeket a szélső helyzetbe érkezések számát számolálja. Az 5.5. ábra mutatja a mérő működésének sematikus vázlatát.



**5.5. ábra** Tolattyús membrános mérő működési elve

Forrás: Homonnayné, 2001.

A gázmérő mechanikus nyomásveszteség értékét az un. RPF tényezővel (geometriai méretek hányadosa) lehet megfelelő határok között tartani. A mérőben a mechanikus nyomásveszteség a működés közben fellépő ellenállások (a számlálómű meghajtása, csapágyak súrlódása, membránok deformálása, tolattyú-tolattyútükör súrlódása) csökkentésével érhető el. Az áramlási nyomásveszteség csökkentése az áramlási keresztmetszetek bővítésével, az irányváltások minimalizálásával, és az irányváltási profilok áramlástechnikailag kedvezőbb kialakításával oldható meg.

### ***Csatlakozás a gázhálózathoz***

A  $Q_{\max} = 2,5 - 40 \text{ m}^3/\text{h}$  legnagyobb térfogatáramú (G1,6 - G25) gázmérőkön a gázmérő tetején elhelyezett (szerelési helyzetben) függőleges, külső menetes egy vagy két darab csonek van, amelyek lehetővé teszik a gázvezetékhez hollandi anyával történő csatlakoztatást. A csonekok olyan kialakításúak, hogy a csatlakoztatáshoz szükséges nyomaték nem okoz károsodást ellentartás nélkül sem. A csonekok tengelyei a párhuzamostól legfeljebb  $0,5^\circ$ -kal térhetnek el, a csonekok felső végének síkjai közötti távolság legfeljebb 1 mm lehet.

Kétcsonekú,  $2,5 - 10 \text{ m}^3/\text{h}$  legnagyobb térfogatáramú (G1,6 - G6) gázmérők esetében a csonekátmérő DN 25, a csonektávolság 110 mm, 152,4 mm vagy 250 mm.

Kétcsonekú,  $16 - 40 \text{ m}^3/\text{h}$  legnagyobb térfogatáramú (G10 - G25) gázmérők esetében a csonekátmérő DN 40; vagy DN 50 a csonektávolság 152,4; 250 vagy 280 mm.

A  $Q_{\max} = 65 \text{ m}^3/\text{h}$  legnagyobb térfogatáramú (G40) gázmérőkön a gázmérő oldalán (szerelési helyzetben) vízszintes, PN 10 bar-nak megfelelő méretű, karimás csonekok vannak, amelyek lehetővé teszik a gázmérőkötéshez a karimás csatlakozást.

A gázmérő előlapján elhelyezett adattáblán vagy a mérő számlálószerkezetének számlapján jól láthatóan és letörölhetetlenül a következő adatokat kell feltüntetni:

- megjelölés (típusjel),
- gyártó vállalat neve és/vagy bejegyzett gyári jele,
- gázmérő gyártási száma, gyártási éve,
- gázmérő pontossági osztálya,
- legnagyobb térfogatáram,
- határ térfogatáram,
- legkisebb térfogatáram,
- üzemi nyomás,
- üzemi hőmérséklet,
- hitelesítési engedély száma,
- hitelesítés éve.

Amennyiben a mérő

- magas hőmérsékletet ( $650^\circ\text{C}$ ) is elvisel, akkor „T” jelzéssel,
- hőfokkompenzátorral rendelkezik, akkor „TC” jelzéssel, valamint a bázishőmérséklet (pl.  $t_b=15^\circ\text{C}$ ) megadásával,
- tűzvédelmi szeleppel rendelkezik, akkor „F” jellel egészítik ki az adattáblát.

A gázmérő számlálószerkezetének számlapján a gázmérő gyári számát, a gyártó kódszámát, a gázmérő típusát és méretét, valamint a gyártás évét vonalkódban is fel kell tüntetni, általában az elosztói engedélyes által megadott rendszer szerint.

### ***Alkalmazási terület***

A gázszolgáltatásban a membrános mérőt elszámolási célra alkalmazzák, nagy számban a háztartásokban van felszerelve. A felhasználóknál lévő mérő az elosztói engedélyes tulajdona. A mérők általában csereszabatosak, ugyanarra a mérőkötésre a különböző gyártmányú, azonos csonektávolságú mérők felszerelhetők.

A mérő hitelesítése a tulajdonos, azaz az elosztói engedélyes kötelessége. Az elosztói engedélyes sokoldalúan védekezik a mérő szándékos befolyásolása ellen (sárga, jogi zár a hollandi csatlakozón, ólomzár és hologramos zárószalag a számláló szerkezet fedelén, stb.).

### ***Előnyök, hátrányok***

A hagyományos, membrános mérő előnyei:

- az alap mérő egyszerű, mechanikus szerkezet, segédenergia nélkül működik,
- karbantartást nem igényel,
- megbízható működés,
- pontossága megfelel az elszámolási mérés követelményeinek,
- olcsó,
- érzéketlen a belépőoldali nyomásváltozásra,
- induláskor, leálláskor a szekunder hálózatot nem terheli,
- a névleges teljesítmény kb. 50%-kal túlléphető,
- a háztartási méretet (G6-ig) tízévente kell hitelesíteni,
- széles átfogási tartománya van (akár 1:160),
- a mérő pneumatikus ellenállása kicsi,
- elektronikus funkciókkal kiegészíthetők.

Hátrányai:

- nem esztétikus lakás berendezési tárgy,
- G25 méret felett jelentős térfogata van,
- a mérő elé gázszűrő beépítése szükséges,
- kissé zajos,
- a kétcsonkos kivitelnél gyakori a csatlakozó csonk repedése, ami a mérőkötés hibás kialakításának következménye,
- általában a felhasználói gázberendezés leggyengébb pontja a gázszivárgás lehetősége szempontjából,
- csak pontosan vízszintes helyzetben működik a hiteles hibán belül,
- viszonylag nagy a hiteles hibahatár,
- a névleges teljesítmény 150%-a felett a mérő meghibásodik,
- por- és cseppfolyós szennyezésre érzékeny,
- távleolvasása viszonylag nehezen oldható meg,
- meghibásodáskor lezárhatja a gázáramot.

### ***Különleges membrános mérők***

#### ***Hőfokkompenzált mérő***

Ha a háztartási felhasználónál a mérőt a szabadban helyezik el, akkor az elosztó általában hőfokkompenzált mérőt épít be. A hőfokkompenzált mérő működési elve és alap szerkezete azonos a hagyományos membrános mérőével, de mechanikus hőmérséklet érzékelővel (általában bimetállal) rendelkezik, amely mechanikus úton korrekciót visz be a számlálóműbe, az üzemi gázhőmérséklettől függően.

#### ***Előrefizető kártyás mérő***

2016. év végén mintegy 20 ezer kártyás (előre fizető) mérő üzemelt az országban. Ezeknek a mérőknek a mechanikus szerkezete hasonló a hagyományos, membrános mérőkéhez, de elektronikus kiegészítő berendezés is tartozik hozzá. Chip kártyával indíthatók, és chip kártyán előre fizetéssel megvásárolt gázmennyiség kimérésére szolgálnak. A mérő sok járulékos szolgáltatást is tud nyújtani, például jelzi a még felhasználható gáz mennyiségét, hitelezhet a következő kártya feltöltéshez, vagy jelzi az akkumulátor töltöttségét. A mérő az előre kifizetett gázmennyiség felhasználása után lezár, és csak újabb

feltöltő kártya használatával indítható. Esetenként a mérő kisebb gázmennyiséget hitelez, a következő feltöltés terhére.

Főleg a védett fogyasztóknál szerelik fel, a jogszabályokban meghatározott esetekben. Egyes elosztói engedélyesek a gázszámlát nehezen fizető felhasználóknál is használják. A mérő felszerelése, hitelesítése, karbantartása, cseréje az elosztói engedélyes kötelessége a védett fogyasztónál. A mérőhöz szükséges feltöltő kártya forgalmazása az egyetemes szolgáltató, vagy a védett fogyasztót ellátó kereskedő feladata. Az 5.6. ábrán G4 típusú, háztartási kártyás, előre fizető mérő látható.



**5.6. ábra:** G4 méretű, membrános gázmérő előre fizető egységgel

Forrás: [www.delmagyar.hu](http://www.delmagyar.hu)

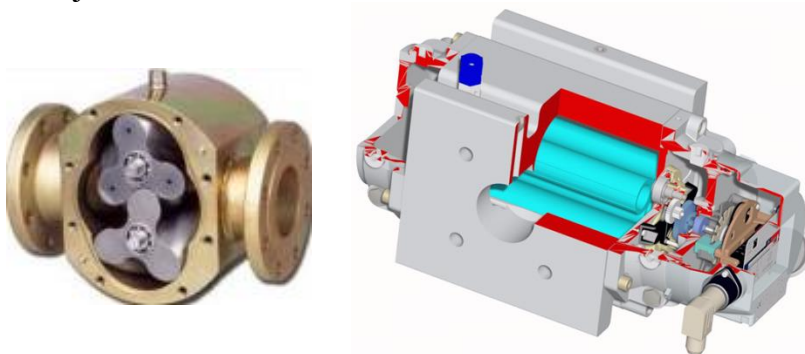
## 5.2. Forgódugattyús gázmérő

A mérési elvet a Roots fivérek dolgozták ki a 1854-ben. Eredetileg a vízimalmakban alkalmazták sikeresen. A gázmérés területén 1920-ban Dresser alkalmazta elsőként.

### Kialakítása

A forgódugattyús mérők kialakítására az MSZ EN 12480: 2015 *Gázmérők. Forgódugattyús gázmérők* szabvány vonatkozik. A forgódugattyús gázmérő volumetrikus mérőeszköznek számít és a kizorítós rendszerű mérőkészülékek csoportjába sorolható.

Az 5.7. ábrán látható mérőszerkezet két forgódugattyúból áll, melyek két félkör alakú csészealakban futnak. A mérőszerkezet forgása közben a mérőkamrák periodikusan telnek meg és ürülnek ki. A mért térfogat a mérőkamra térfogatából számítható, mégpedig annak figyelembe vételével, hogy a dugattyúk egy teljes fordulatukkal ennek a térfogatnak a négyszeresét továbbítják.



**5.7. ábra** Forgódugattyús gázmérő belseje és robbantott ábrája

Forrás: [epa.oszk.hu](http://epa.oszk.hu)

### Általános jellemzői

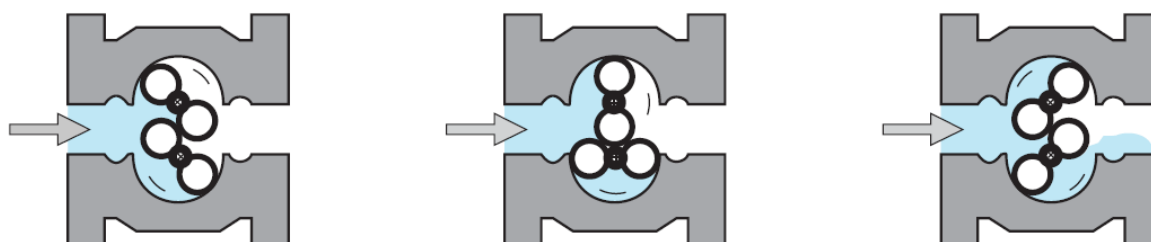
Jellemzően olyan mérőrendszerekben alkalmazzák, ahol a nagy pontosság elengedhetetlen. Részei: mérődoboz, nyomásálló mérőház, kijelző fej, mágneses tengelykapcsoló. A mérődoboz, egy különálló egység, a nyomásálló mérőházba elasztomer tömítéssel beszerelve. Ezen felül a mérődoboz elemei gondosan kiválasztott hőtágulási tényezővel rendelkező anyagokból készülnek, hogy a beépítéskori és a működés közben fellépő hőtágulás okozta feszültségek ne eredményezzék a rotorok megszorulását, illetve szivárgást. A mérő hibagörbéje lényegesen kiegyenlített, mint más mechanikus elv alapján működő gázmérő műszeré. A méréstartomány kezdeti szakaszában (5-10%) megjelenik a mechanikai működés okozta kezdeti tehetetlenség, ezért ezen a tartományon belüli mérés kerülendő.

A műszer jól alkalmazható nagy méréstartományú fogyasztások megmérésére. Speciális esetekben már készülnek 1:250 átfogású műszerek is. Minél nagyobb átfogással készül egy műszer annál precízebb és érzékenyebb a mechanikája, annál kevésbé viseli el a hirtelen mennyiségi változásokat. A kilépő gáz kisebb fogyasztások esetén pulzáló lehet a mérési elvből következően. Amennyiben ez problémát okoz a műszer után egy megfelelő méretű puffer szakaszt szükséges beépíteni.

### Működési elve

A működési elv lényege a két egymással szemben forgó nyolcas keresztmetszetű dugattyú, melyek egy beömlő és kilépő oldallal ellátott hengeres házban forognak. A műszer bemeneti oldalát a kimeneti oldalától a dugattyúk „gáztömören” választják el. A dugattyúkat felváltva mozgatja a két oldal közötti nyomáskülönbségből származó energia. A dugattyúk tengelyvégein elhelyezett egymásba kapcsolódó fogaskerekek biztosítják a dugattyúk folyamatos mozgását. Egy-egy dugattyú fél fordulataival kiszorított gáztérfogat egyenlő a mérőkamra belső fala és a függőleges helyzetű dugattyú által bezárt térfogattal (5.8. ábra).

A forgódugattyús gázmérő mechanikus számkijelzővel van egybeépítve, melyre a forgó mozgását egy mágneses tengelykapcsoló viszi át. Erre egy egyszerű relé kimenet vagy nagyfrekvenciás jeladó is illeszthető a további mérési elektronika számára.



5.8. ábra A forgódugattyús gázmérő működésének szemléltetése

Forrás: [www.heathungary.hu](http://www.heathungary.hu)

### Csatlakozás a gázhálózathoz

A forgódugattyús mérők általában G10 és G400 mérettartományban érhetők el DN 25 és DN 100 csatlakozási mérettartományban. A kisebb méreteknél szabványos menetes, a nagyobbaknál karimás csatlakozás lehetséges. Maximálisan 20 bar üzemi túlnyomáshoz alkalmasak. Általában a nyomásszabályozó előtti, primer oldalra építik be.

### ***Alkalmazási terület***

A gázszolgáltatásban a forgódugattyús mérőt jellemzően elszámolási célra alkalmazzák, nagy számban a kommunális és ipari létesítményekben van felszerelve. Az iparágban alkalmazott teljes méretsor kapható, ezért az installálása viszonylag egyszerű. A mérési jelek illeszthetők a korrekciót végző műszerekhez. Az általa mért mennyiség könnyen leolvasható.

### ***Előnyök, hátrányok***

A forgódugattyús gázmérők előnyei:

- nagy mérési pontosság még a nagyobb terhelési tartományokban is,
- kis mérőellenállás,
- igen nagy átfogható mérési tartomány (1:80, 1:250),
- csekély indulási érzékenység,
- a mérők kalibrálási jelleggörbéje lapos, a nulla vonalhoz konvergál,
- a mérő hosszú távon megtartja pontosságát (stabilitás),
- nagyfokú ismételhetőség,
- érzéketlen a belépő oldali áramlási zavarokra (a mérők közvetlen közelében elhelyezett ívek, elzárók, szűrők és egyéb szerelvények a mérő pontosságát nem befolyásolják),
- nincs szükség megelőző egyenes csőszakasz beépítésére,
- nagyobb gáznyomás (25 bar) esetén is alkalmazhatók,
- induláskor és leálláskor az időálló kicsi és azonos nagyságú.

A forgódugattyús gázmérők hátrányai:

- érzékenyek a hirtelen gáznyomás változásokra (pulzációra),
- érzékenyek a szennyeződésekre (a mérő elé szűrő beépítése szükséges),
- leállás esetén megszűnik a gázvételezés,
- leürült hálózat esetén csak előzetes nyomásfeltöltés után indítható újra,
- ügyelni kell beépítésnél a mechanikai feszültségek elkerülésére (általában mechanikai kompenzátor beépítése szükséges),
- rendszeres (évenkénti) olajozást igényel.

## ***5.3. Mérőperemes mérések***

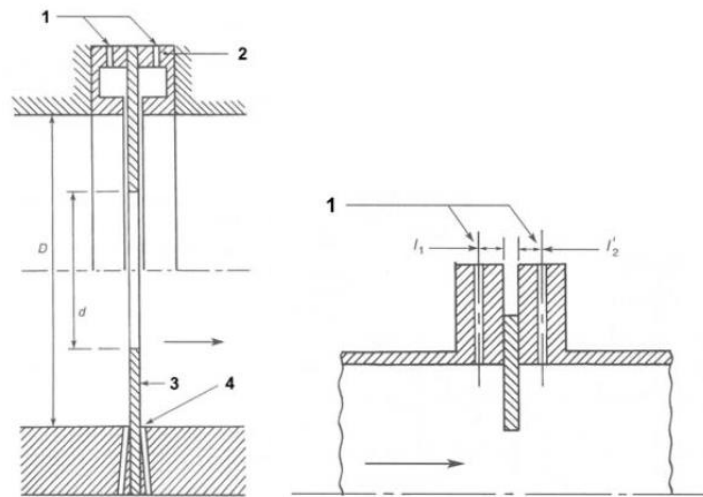
A földgázszállítási gyakorlatban az egyik legnagyobb múltra visszatekintő mérési eljárás. Régebben mechanikus számláló és regisztráló szerkezettel volt ellátva, jelenleg korszerű elektronikus mérő- és számláló egységekkel vannak felszerelve. A mérési elrendezés kialakítására és a mérés pontosságára az MSZ EN ISO 5167 szabványsorozat vonatkozik.

### ***Kialakítása***

A vízszintes gázvezetékbe pontosan méretezett, gondosan megmunkált, koncentrikus nyílással ellátott torlótárcsát építenek be. A torlótárcsa kilépő élét 30...45°-os szögben lemunkálják. A torlótárcsa vastagsága legfeljebb 0,1 d lehet, ahol d a torlótárcsa furatának átmérője. A torlótárcsa furatának áramlási iránnyal párhuzamos felülete legfeljebb 0,05 d hosszúságú. A torlótárcsa előtt a gázáram statikus nyomása megnő, a tárcsa után a nyomás lecsökken. A tárcsa hatására a gáz áramlási sebessége, azaz dinamikus nyomása megnő. A tárcsa előtti és utáni gáznyomás méréseiből az áramló közeg sebessége számítható. A mérőperemes mérési pontossága  $\pm 0,8...2\%$ . A mérési átfogás: 1:2...1:10. A térfogatáram a szűkítő nyílás keresztmetszetéből és az áramlási sebességből számolható ki. Csak olyan esetben alkalmazható,elynél az áramlás a teljes mérőszakaszon belül a hangsebesség alatti

tartományba esik, stacioner jellegű, vagy időben csak rendkívül lassan változik.

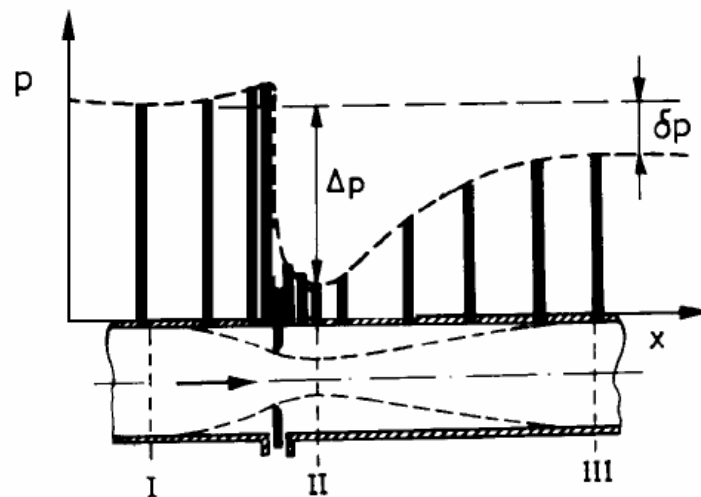
Az 5.9 ábra egy mérőperemes mérő szabványos elrendezését mutatja be, az 5.10. ábra pedig a nyomáseloszlást a mérőperem körül.



**5.9. ábra** Szabványos mérési elrendezés a mérőperemnél

1 a nyomáskülönbség mérés csatlakozási pontjai, 2 speciális tartógyűrű, 3 mérőperem, 4 a nyomásmérés egyszerűsített módja

Forrás: MSZ EN ISO 5167



**5.10. ábra** Nyomáseloszlás a mérőperem körül

Forrás: Tihanyi-Zsuga, 2012.

### Általános jellemzői

A mérőperemes mérőket nagyobb gázáramok mérésére használják, jellemzően földgázszállítói és földgáztárolói engedélyeseknél találkozhatunk velük.

### Működési elve

A mérőperem működése azt a fizikai jelenséget használja ki, hogy ha egy csőben áramló gáz útjába szűkítő elemet helyezünk el, akkor a szűkítőelem eláramlási oldalának közvetlen közelében nyomáscsökkenés lép fel és ez arányos az áramlási sebességgel. Ennek magyarázata az,

hogy a mérőperemen átfolyó gáz nyomásenergiájának egy része mozgási energiává alakul át és a szűkített keresztmetszetben az átlagos áramlási sebesség megnő. A mérőperem két oldala közötti nyomáskülönbség és a megnövekedett áramlási sebesség között a Bernoulli-egyenlet adja meg az összefüggést. A keletkező nyomásesésből lehet kiszámítani az időegység alatt átfolyó gáz mennyiségét. A mérőperem kimenő jele a  $\Delta p$ , a mérőperem előtt és után meghatározott helyen mért nyomás különbség arányos a térfogatáram négyzetével. A mérőperem fontos jellemzője az átfolyási szám:

$$\alpha = \frac{4 \cdot q_v}{d^2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\rho}}}$$

ahol

- $\alpha$  az átfolyási szám, (-)  
 $d$  a szűkítőnyílás átmérője, (m)  
 $\Delta p$  a  $p_1 - p_2$  nyomáskülönbség, (Pa)  
 $\rho$  a gáz sűrűsége, (kg/m<sup>3</sup>)  
 $q_v$  a mért térfogatáram, (m<sup>3</sup>/s)

Ha a sűrűség mérésre nincs lehetőség, akkor az az általános gáztörvényből számolható:

$$\rho = \frac{p \cdot M}{R \cdot T \cdot Z}$$

Ezt behelyettesítve a mérőperemen átfolyó gáz térfogata számítható:

$$q_v = \alpha \cdot \varepsilon \cdot \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p \cdot R \cdot T \cdot Z}{p_1 \cdot M}}$$

ahol

- $q_v$  a gáz térfogatárama, (m<sup>3</sup>/s)  
 $d$  a mérőperem furat átmérője, (m)  
 $\rho$  a gáz sűrűsége, (kg/m<sup>3</sup>)  
 $\varepsilon$  expansziós szám, (-)  
 $\alpha$  átfolyási szám, (-)  
 $\Delta p$  a  $p_1 - p_2$  nyomáskülönbség, (Pa)  
 $R$  moláris gázállandó, (8,314 J/mol·K)  
 $T$  abszolút hőmérséklet, (K)  
 $M$  moláris tömeg, (kg/kmol)  
 $Z$  a gáz kompressziós tényezője, (-)

Az  $\alpha$  és  $\varepsilon$  meghatározására különböző összefüggések vannak, attól függően, hogy a mérőperem előtt és után a nyomást mely ponton mérik. Szabványos mérési elrendezések:

- mérőperem sarokban elhelyezett nyomásmérő megcsapolással,
- primer megcsapolás a mérőperem előtt  $l_1$  távolságra, mérőperem után az ún. Vena Contracta ponton (azon a ponton, ahol az áramlási sebesség a legnagyobb),
- a mérőperem karimán kialakított megcsapolással,
- a mérőperem előtt  $d$  távolságra, a mérőperem után  $d/2$  távolságra kialakított megcsapolással, ahol  $d$  a gázvezeték belső átmérője.

Fontos beépítési követelmény, hogy a torlótárcsa nyílása és a csővezeték koncentrikusak legyenek. A mérőperem belépő éle a gázzal szállított kondenzátum, szilárd szennyezés hatására eltompul, a ráakódott szennyezés a mérés eredményét torzítja. Szennyezett gáz

szállítása esetén a torlótárcsát rendszeresen ellenőrizni és tisztítani kell. További követelmény, hogy a mérőperem előtt egyenes, minden hidraulikai zavartól mentes bevezető szakasz szükséges az áramlás előrendezésére, és a mérőperem után is kell egy kifutó szakaszt hagyni. Ha a bevezető szakasz nem biztosítható, akkor általában gázvezetékbe beépített vékony csőköteggel biztosítják az áramlás előrendezését. Kalibrálása a geometriai méretek ellenőrzésével folyik.

### **Alkalmazási terület**

Ipari felhasználóknál, lehetőleg állandó gázáram mérésére kiválóan alkalmas a műszer. Bármilyen nyomáson használható. A mérőperem alkalmazási korlátai:

- csak bizonyos Reynolds-szám határok mellett üzemeltethető,
- csőátmérő korlát:  $50 \text{ mm} \leq d \leq 1000 \text{ mm}$ ,
- beépítési korlát: a mérőperem előtt  $30 \cdot D$ , utána  $6 \cdot D$  vízszintes, egyenes, szerelvénytől mentes ún. mérési szakaszt kell biztosítani, ahol  $D$  a cső belső átmérője,
- fáziskorlát: csak egyfázisú közegben alkalmazható,
- átmérő és szűkítési viszony korlát:

$$\beta = \frac{d}{D}$$

ahol

$$0,22 \leq \beta^2 \leq 0,75$$

$d$  a furat átmérője, (m)

$D$  a cső belső átmérője, (m)

$$\text{az átfolyási korlát: } K = \frac{q_{\max}}{q_{\min}} = \frac{\sqrt{\Delta p_{\max}}}{\sqrt{\Delta p_{\min}}}$$

$K$  értéke az egyes konstrukcióknál 10:1, 5:1, 4:1, 3:1, 2:1 lehet.

### **Előnyök, hátrányok**

A mérőperemes mérés előnyei:

- az alap mérő egyszerű szerkezet, mozgó alkatrész nélküli,
- a számítóműről pillanatnyi mennyiségek levehető, az adatok tárolhatók, távadhatók,
- helyigénye minimális,
- mérőperem cserével a teljesítmény határ könnyen változtatható,
- szabadtéren is elhelyezhető,
- a pillanatnyi gázáram leolvasható, regisztráló alkalmazásával az előző gázfogyasztás megállapítható,
- tiszta gáz esetén kevés karbantartást igényel,
- olcsó,
- meghibásodáskor nem zárja a gáz útját,
- elektronikus funkciókkal kiegészíthető.

Hátrányai:

- korlátai vannak az alkalmazásának (lásd fentebb),
- viszonylag bonyolult számítómű tartozik hozzá,
- segédenergia szükséges hozzá,
- csak pontosan vízszintes helyzetben működik a hiteles hibán belül,
- hosszú befutó, és viszonylag rövid kifutó szakasz kell a mérőhöz,
- kicsi az átfogási tartomány, település nagyságrendű téli és nyári fogyasztás minél pontosabb méréséhez párhuzamosan beépített mérőperem ágak kellenek.

Tipikus hibaforrások:

- a mérőperem fordított behelyezése 9...20% hibahatárt eredményezhet,
- a mérőperem előtt összegyűlt szilárd szennyeződés 6% körüli hibához vezethet,
- a mérőperem után összegyűlt szennyeződés hatása 2% nagyságrendű hibát okoz,
- a mérőperem homlok oldalára tapadó folyékony szennyeződés hatására a mérési hiba 20% körül is lehet,
- a mérőperem élkopása 10% körüli hiba növekedéshez vezethet.

## 5.4. Turbinás gázmérő

A mérési elrendezés kialakítására és a mérés pontosságára az MSZ EN 12261:2002 *Gázmérők. Turbinás gázmérők* c. szabvány ad irányutatást.

### Kialakítása

A 10 m<sup>3</sup>/h feletti gázáramok mérésére talán a legelterjedtebben alkalmazott műszer. Széles hőmérséklet és nyomástartományban működtethető. Az axiális elrendezésű, turbinakerekes gázmérők legnagyobb előnye a nagy pontosság és a nagy pontosságú ismételhetőség. Tranziens áramlási feltételek mellett is igen gyors reagáló képességgel rendelkeznek, ami kis mérőknél 5-10 ms, a nagyobb készülékeknél 20 ms körüli érték.

Egy jól tervezett és kiegyensúlyozott turbinakerekes mérő mérési pontossága a leolvasott érték 0,1%-a, ipari mérőknél 0,25%-a lehet.

### Általános jellemzői

A mérőturbinák nyomáosztálya jellemzően P16 és P110 közötti, 50 és 600 mm névleges átmérő között gyártják őket, a mérőtestük öntöttvas vagy szénacél, az átáramló maximális gázmennyiség DN50 méret esetén 5-100 m<sup>3</sup>/h, DN600 méret esetén 1 000 - 25 000 m<sup>3</sup>/h mérési tartománnyal jellemezhető. A mérőturbina által okozott maximális nyomásvesztésnek jellemző értéke DN50 méret esetén kb. 5,5 mbar, DN600 méret esetén kb. 14 mbar.

### Működési elve

A turbinás mérők speciális rendeltetésű axiális átömlésű turbinának tekinthetők. A műszerben a gáz nyomásenergiájának egy része mozgási energiává alakul át. Az áramló közeg ezért az áramlási sebességgel arányosan forgatja a szárnykereket, amelynek fordulatszáma az állandó átömlési keresztmetszet miatt a térfogatárammal arányos:

$$q_v = n \cdot k \cdot A$$

ahol

- $q_v$  térfogatáram, (m<sup>3</sup>/s)  
 $n$  azt impulzusok száma, (imp/s)  
 $k$  arányossági tényező, (m/imp)  
 $A$  az átömlési keresztmetszet, (m<sup>2</sup>).

Turbinás gázmérőket robusztus, többnyire öntött alumínium, de nagyobb nyomások esetén acél házba szerelik (5.11. ábra). A ház közvetlenül alkalmas a csővezetéki csatlakozó peremek közötti elhelyezésre, szabványos kiosztású furatokon keresztül. A mérő háza önhordó kivitelű ezért nem szükséges egyéb mérőtartó szerkezet beépítése.

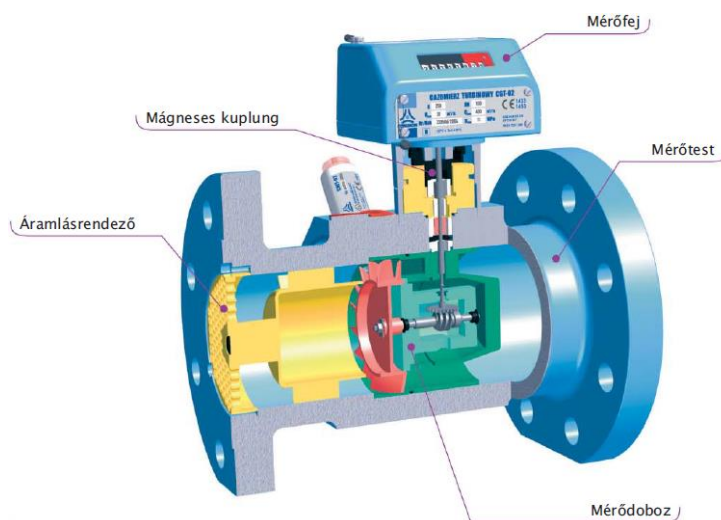


**5.11. ábra** Mérőturbina képe

Forrás: [www.techrite.com.au](http://www.techrite.com.au)

A turbina belsejében kis súrlódású csapágyakon kiegyensúlyozott, könnyű szárnykerék helyezkedik el. A szárnykerék csapágyait tartó bordák egyúttal a turbina áramlásvezető lapátjai, ezáltal áramlásrendező szerepük is van.

A turbina lapát tengelye speciális áttételeken keresztül mozgatja a turbina testre épített mechanikus számláló szerkezetet, amelyről az összegzett effektív gázmennyiség olvasható le. A számláló szerkezet mágnes kuplunggal kapcsolódik a turbina lapát tengelykihajtásához. Ennek több előnye is van, egyrészt rugalmas kapcsolódást biztosít, másrészt nem kell gondoskodni egy esetleges tengelykivezetés gáztömörtségi problémáinak megoldásáról. A számláló és jeladók közös jellemzői, hogy lehetőleg egyáltalán nem, vagy csak nagyon kevésbé terheljék a turbina lapát forgását (5.12. ábra).



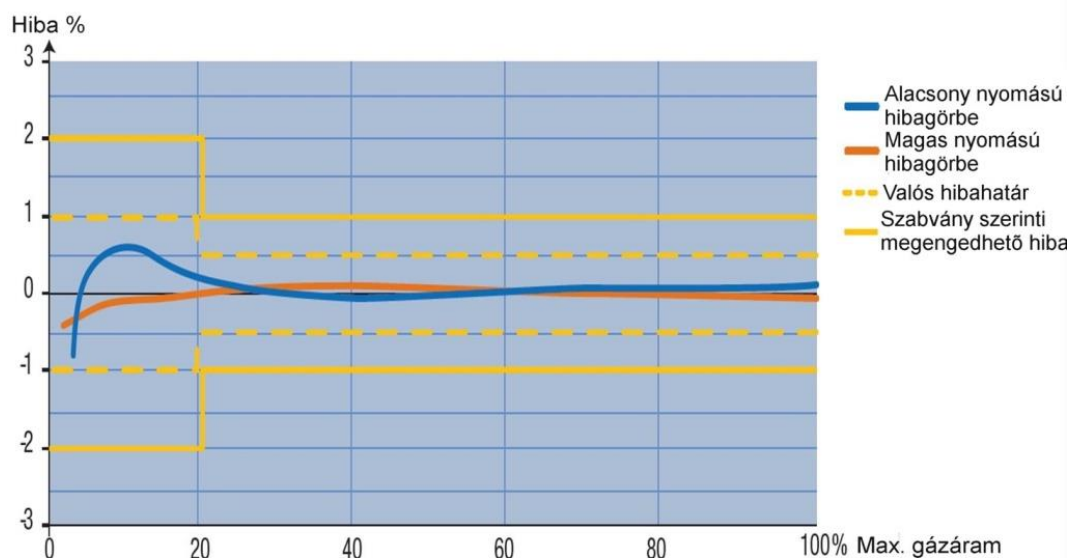
**5.12. ábra** Mérőturbinás gázmérő metszeti képe

Forrás: [www.heathungary.hu](http://www.heathungary.hu)

A számláló szerkezetet az egyszerűbb jeladói igények kielégítésére relé kimenettel szerelik fel. Az RK jeladó áll az egyik számkerékbe épített miniatűr mágnesből és egy reed kapcsolóból. Amikor a mágnes a reed kapcsoló előtt tartózkodik a mágnes hatására a kapcsoló érintkezői záródnak, miután tovább halad nyitja azokat.

A turbina lapátkerék forgásának érzékelésére elektronikus érzékelő és jeladó fej van a mérőházba építve. Két fajtája ismeretes, az áram jelkimenetű, vagy a „hall” elemekből épített un. solid state transmitter. A turbinalapát forgása elektromos impulzusokat indukál a műszer külső házában elhelyezett jeladóban. Az impulzusok frekvenciája a pillanatnyi gázárammal, összegük pedig a gázmennyiséggel arányos. A nagyfrekvenciás jeladók (HF) impulzusai a maximális teljesítmény esetén elérhetik a 1,5-2,0 kHz frekvenciát is.

A biztonságosabb működés érdekében a műszerek többségét két jeladóval is felszerelik, ahol az egyik jeladó közvetlenül a lapát jeleit továbbítja, míg a másik jeladó egy külön erre a célra beépített turbinatengelyhez rögzített referencia kerék impulzusait adja tovább. A két jel impulzus aránya a mechanikus kényszer miatt soha nem változhat. Az arány megváltozása többnyire a turbina lapát sérülésének következménye, ezért ezt a jelet használják a turbina folyamatos felügyeletére. Az alábbi 5.13. ábrán a mérőturbina jellemző kalibrációs hibagörbéje látható.



**5.13. ábra** Mérőturbina kalibrációs görbéje

Forrás: [www.itron.com](http://www.itron.com)

A hibagörbe jól mutatja, hogy a mérőturbina a teljesítmény 20%-ának eléréséig lényegesen bizonytalanabb, mint a teljesítményének további szakaszában. Ez abból ered, hogy a kezdeti szakaszban a szerkezet súrlódási energiái még összemérhetők a gáz áramlása következtében fellépő kinetikus energiájával, majd amikor már a súrlódás mértéke arányait tekintve elhanyagolhatóvá válik (20-100% közötti szakasz) a gáz áramlási energiájához képest, akkor éri le a műszer a jellemző 1% mérési bizonytalanságot, míg az ezt megelőző szakaszban ez nem jobb, mint 2%. A műszer súlyozott mérési pontossága teljes tartományra nézve kisebb, mint 0,4%.

A műszer átfogása általánosságban 1:20, de mérettől függően 1:30 – 1:50 átfogásút is gyártanak. Ezek a kalibrációk levegővel történő mérésre vonatkoznak. Amennyiben a fenti pontosság nem elegendő, egyedi kalibrációval is készülnek műszerek. Ez esetben a műszert egyedileg a tervezett üzemi nyomáson és közeggel (földgáz) kalibrálják. A mérés során egyedi, csak azt az egy mérőt jellemző kalibrációs hibagörbét kapunk, ezzel kompenzálható a mérés, amelynek következtében a mérés pontossága 0,5%-ig fokozható.

A hibagörbék monoton növekvő és monoton csökkenő teljesítmény viszonyok között vannak megállapítva. Ez a mérési elv nem alkalmas a mérő dinamikus teljesítmény viszonyok közötti hiba behatárolására. A mérő dinamikus viselkedésének nyoma a hibagörbe első szakaszának a 10%-os teljesítmény határ környékén van, ahol egy közel + 0,5%-os hibaérték látható. Ennek oka az, hogy a turbina lapát álló helyzetből történő kimozdításához több energiára van szükség, mint a lapát mozgásban tartásához, ezért ameddig a mérő ilyen helyzetben van, pozitív hibával mér.

### ***Alkalmazási terület***

Alkalmazásukat tekintve a gázipar minden szereplőjénél előfordulhatnak, de igazi jelentőségük a földgázszállító rendszerekben van. A mérőeszköz kiválasztásánál figyelembe kell venni, hogy az áramlási sebesség 30 m/s-nál ne legyen nagyobb.

Üzemeltetés közben rövid ideig maximum 20%-kal túlléphető a felső sebességhatár, de nagyobb sebességek károsítják a mérőeszközt. A mérőturbina nem alkalmas előkészítés nélküli nyers-, illetve szilárd szennyeződést tartalmazó gázáramok mérésére. A mérés előtt olyan szűrőt kell beépíteni, amely legalább az 5  $\mu\text{m}$ -nél nagyobb szennyeződéseket eltávolítja a gázáramból.

### ***Előnyök, hátrányok***

A turbinakerekes mérők előnyei:

- legnagyobb előnye a nagy pontosság és az ismételhetőség,
- tranziens áramlási feltételeknél mutatott gyors reagáló képesség,
- az újabb konstrukciókban megfelelő áramlásterelővel a mérő előtti és utáni szükséges egyenes csőszakaszok hossza jelentősen csökkenthető (akár előtte 2D, utána 1D),
- mérési tartományuk 1:10 és 1:50, de akár 1:100 is lehet,
- a hibagörbe jellegéből látható, hogy a hiba széles mérési tartományban állandó, és igen csekély,
- nagy nyomástartományban is alkalmazhatók (100 bar),
- az iparágban alkalmazott teljes méretség kapható, így könnyen installálható,
- a mérési jelek jól illeszthetők elektronikus korrektorokhoz, számítóművekhez és távadókhoz,
- meghibásodás esetén nem zárják a gázáram útját,
- minimális karbantartási igény.

A turbinakerekes mérők hátrányai:

- gyenge pontjuk a csapágyazás,
- rendkívül érzékenyek a gázsűrűség változására,
- a dinamikus mennyiségváltozásokat csak kis mértékben tűri,
- a gyári pontosság csak stacioner áramlási viszonyoknál érvényes,
- érzékenyek az áramlási zavarokra,
- nincs elfogadott módszer a helyszíni hitelesítésre,
- kisnyomású hálózatokban alkalmazásuk nem célszerű nagy nyomásellenállásuk miatt,
- nagy a beépítési helyigényük,
- hosszú a reakcióidő indításkor és leálláskor (túlfutás),
- túlterhelésre érzékenyek.

## 5.5. Ultrahangos gázmérés

Az ultrahangos gázmérők kialakítására, mérési elrendezésére és mérési bizonytalanságára az MSZ EN 14236: 2007 *Ultrahangos háztartási gázmérők* c. szabvány vonatkozik.

### *Kialakítása*

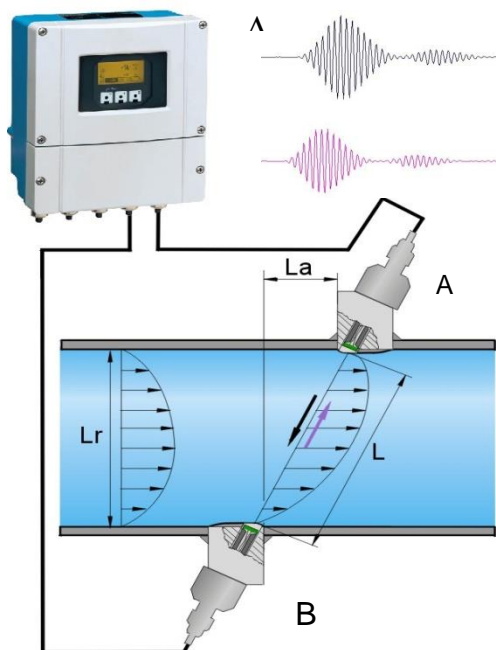
Az ultrahangos gázmennyiség mérők elve az ultrahang által létrehozott jelek és idők feldolgozásán alapszik. Ha egy közegben a hang állandó sebességgel terjed, akkor a rögzített forrás esetén a megfigyelő szempontjából a mozgó közegben haladó hang sebessége a mozgásnak megfelelően módosul. Amennyiben ismert a közegben mért hangsebesség, valamint a forrás és érzékelő közötti távolság, a sebességnövekedésből, illetve csökkenésből meghatározható az áramlási sebesség. A két ultrahangkeltő egység között oda-vissza haladó ultrahang sugárzási idő különbsége, valamint a sugárzási szög és a sugárzási távolság ismeretében a csővezetékben áthaladó gázáram közepes sebessége számítható.

### *Általános jellemzői*

Az ultrahangos mérők a hagyományos mérőktől eltérően nem tartalmaznak mozgó alkatrészt, így az elemcserén kívül (10-13 év) egyéb karbantartást sem igényelnek. A mérők képesek mérni az ellenkező irányba áramló gáz mennyiségét is, illetve érzékelik a mérőbe kerülő levegőt, az elektromos és ultrahangos zavarokat. Képesek továbbá jelezni a nem megfelelő üzemállapotokat, a túlterhelést, illetve túlhevülést is. Mivel elektronikus elven működnek, a mért értékek kompenzációja és a távadat átvitel is könnyen megoldható, de az iparban rendszeresített protokollok bármelyike beépíthető a műszer kimenetébe. Mérési tartományukat tekintve alkalmasak háztartási, közületi, ipari, de akár a földgázszállításban előforduló gázmennyiségek mérésére is. Bizonyos kivitelek akár 200 bar nyomásig is használhatók. A gázmérő pontossága beállítástól függően, de lényegesen 1% alatt is lehet. A műszer átfogása 1:30-tól 1:150-ig, beépítési méret DN 100-tól DN 1200-ig terjedhet.

### *Működési elve*

Az ultrahangos áramlásmérő műszer működése a Doppler effektuson alapszik. A műszer egy a csőrendszerbe beépíthető peremes csődarab, amelyre kétoldalt ultrahang adó/vevő (A, B) van szerelve (5.14. ábra). Az adó/vevőket nem egymással szemben helyezik el, a két adó/vevő  $\alpha$  szöget zár be a cső átlójával. Az adó/vevők piezoelektromos kristályokat tartalmaznak, amelyek - ha megfelelő frekvenciájú ( $f > 20$  kHz) szinuszos váltakozó feszültségen vannak működtetve - mechanikus rezgésbe jönnek és ultrahangot bocsátanak ki. Ekkor adóként működnek. Ha viszont periodikus mechanikus hatás, például ultrahang éri őket, kivezetésükön a behatással azonos frekvenciájú elektromos jelet generálnak. Ekkor vevőként működnek. Ugyanaz a piezokristályos fej átkapcsolható adóból vevőbe és fordítva.



**5.14. ábra** Az ultrahangos gázmérő működési elve

Forrás: Szunyog ea., 2009.

Az átáramló mennyiség számítása az időkülönbség mérésén alapulva az alábbi képlet alapján számítható az átáramlási keresztmetszet és a közeg sebességének szorzataként.

$$q_v = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot \frac{L^2}{2 \cdot L_a} \cdot \frac{(t_a - t_b)}{t_a \cdot t_b}$$

ahol

$q_v$  a mérendő közeg effektív térfogatárama, ( $m^3/s$ )

$d$  a mérő belső átmérője, (m)

$L$  a két piezokristály fej közötti távolság, (m)

$L_a$  a két érzékelő közötti vízszintes távolság, (m)

$t_a$  az impulzus áthaladási ideje egyik irányban, (s)

$t_b$  az impulzus áthaladási ideje az ellentétes irányban, (s)

A műszer pontossága alapvetően az alapparaméterek pontos megadásán múlik. Néhány speciális paraméterre vonatkozólag a gyártók már rendelkeznek laboratóriumi beállítási értékekkel, ezek nagy segítséget nyújtanak a beállításoknál. Speciális esetekben előfordulhat, hogy csak egyedi bemérés alapján adathatók meg a beállítási adatok.

### **Alkalmazási terület**

Alkalmazásukat tekintve a háztartási mérettartománytól egészen a földgázszállításban alkalmazott mennyiségekig található ilyen elven működő mérő. A háztartási szektorban előny, hogy könnyen kiegészíthető előre fizető rendszerrel, tartalmazhat beépített távműködtetésű zárószelepet, mely tűzvédelmi szelepként is funkcionál 200°C feletti környezeti hőmérsékletnél. Kiválóan alkalmas mintavételes hitelesítési rendszerekhez is. Az ipari alkalmazásban egyszerűsége, és a mozgó alkatrészek hiányából adódó gondozásmentessége, illetve nem változó méréstechnikai jellege igen kedvező.

### ***Előnyök, hátrányok***

Az ultrahangos gázmérők előnyei:

- egyszerű működési elv,
- nem tartalmaznak mozgó alkatrészeket,
- könnyen beépíthetők,
- nagyon kis nyomásveszteség jellemzi őket,
- az áramlási irány megfordítható,
- kialakításuknál fogva eleve biztosított a hőmérséklet kompenzáció,
- nagyobb teljesítményű mérőknél biztosított a nyomás- és eltérési tényező kompenzáció lehetősége is.

Az ultrahangos gázmérők hátrányai:

- nem rendelkeznek a membrános mérők kitűnő porleválasztó hatásfokával, így porra nagyon érzékenyek,
- rövid az újrahitelesítési idejük (5 év),
- a mérő előtt az áramlási kép rendezésére 5 D - 20 D egyenes csőszakasz szükséges,
- a hitelesítést és kalibrálást többnyire csak a gyártó tudja elvégezni,
- háztartási mérési tartományban az áramlás lelassul (megjegyzendő, hogy a piacon jelenleg elérhető ultrahangos háztartási mérők már egy gyújtóláng fogyasztását is kellő pontossággal képesek mérni),
- nagyon kis áramlási sebességek és az adott érzékelő távolságok mellett olyan kicsi lesz az áramlási sebesség okozta terjedési idő változás, hogy az már mérési problémát okozhat,
- létesítési költségei csak a nagyobb méretek felett (DN400) vannak arányban a mért mennyiség piaci értékével.

## ***5.6. Örvényleválásos mérők***

Az örvényleválásos elvű, vagy más néven „vortex” mérőkkel szemben támasztott követelményeket az ISO 12764: 2017 szabvány tartalmazza.

### ***Kialakítása***

A műszerben az áramlás útjába egy torló idom van beépítve, amely az áramlást megzavarja és ennek következtében örvények válnak le róla. Ezek a Kármán-féle örvények alternáló fázisban jelentkeznek a zavaró test utáni nyomásérzékelőben. Az érzékelés lehet kapacitív, vagy piezoelektromos elvű. Egy meghatározott Reynolds-szám tartományban az örvények frekvenciája egyenesen arányos az áramlási sebességgel (5.15. ábra).

### ***Általános jellemzői***

A műszer túlnyomórészt elektronikus mérő eszköz, az átáramló mennyiséget a beépített számítógység számítja ki és jelzi ki a műszerbe épített LCD kijelzőn. Elektronikai egysége nagyon fejlett, ezért a jeltovábbítás szinte minden módja lehetséges. Így az egyszerű áramjel kimenettől kezdve az iparban rendszeresített protokollok bármelyike beépíthető a műszer kimenetébe.

### Működési elve

Az 5.15. ábra szerinti örvényérzékelő elektronika kapacitív elven érzékeli a mozgó elem mozgását és számlálja a mozgásból adódó frekvenciát.

$$v = \frac{f}{St} \cdot d$$

ahol

$f$  az örvényfrekvencia, (1/s)

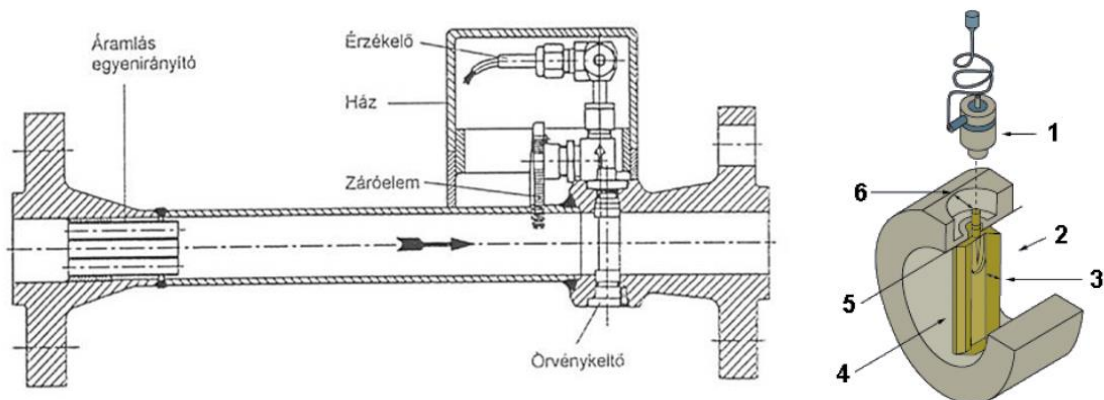
$d$  átmérő, (m)

$v$  a közeg sebessége, (m/s)

$St$  Strouhal szám, (-)

A Strouhal szám kör keresztmetszetű hosszú testeknél egy empirikus formulával számítható  $250 < Re < 2 \cdot 10^5$  Reynolds-szám tartományban.

$$St = 0,198 \cdot \left(1 - \frac{19,7}{Re}\right)$$



### 5.15. ábra Az örvényleválós mérő felépítése

1 érzékelő, 2 áramlási irány, 3 örvényleválás helye, 4 torlóelem,

5 felfüggesztési tengely, 6 érzékelő csatlakozása

Forrás: Vida, 2001., Tihanyi-Zsuga, 2012.

A mérési pontossága  $\pm 1\text{-}2\%$  a teljes mérési tartományra vonatkoztatva. A beállási időállandója gyártmánytól függően erősen változó, ezért többnyire csak stabil áramlási viszonyok között garantálható a gyártói specifikáció. 10 bar-nál nagyobb nyomáson a mérési tartomány 1:50 terjedelmű részén a mérési pontosság jobb, mint  $\pm 1\%$ . Kisebb nyomásokon a mérési tartomány érzékelhetően csökken.

### Alkalmazási terület

Az alkalmazhatósági területe nagyjából megegyezik a turbinás mérőkével. A telepítési követelmények nem egységesek, de a mérő előtt legalább 15 D, utána pedig 5 D hosszúságú egyenes csőszakasz már elegendő lehet a megfelelő áramlási viszonyok kialakulásához. A mérő érzékeny a külső forrásból származó turbulenciára és örvényekre.

### ***Előnyök, hátrányok***

Az örvényleválásos mérő előnyei:

- $\pm 1\%$ -os pontossági határ,
- széles hőmérséklet határok között alkalmazható,
- nem érzékeny az áramló közeg minőségi jellemzőinek változására,
- nem tartalmaz mozgó alkatrészt,
- kicsi a nyomásvesztesége,
- akár 100%-al is túlterhelhető,
- meghibásodás esetén nem zárja a gázáram útját,
- időben változó áramlások mérésére is alkalmazható.

Hátrányaként felvethető, hogy:

- a laminárisan érkező áramlás biztosításához viszonylag nagy beépítési hosszúságot igényel,
- érzékeny a zavaró mechanikai rezgésekre,
- érzékeny a szennyeződésekre, melyek az érzékelő kopását okozzák,
- a mérési elv és a működés nehezen ellenőrizhető,
- a hitelesítést és kalibrálást többnyire csak a gyártó tudja elvégezni,
- telepítési költségei jelen pillanatban még nincsenek arányban a mért mennyiség piaci értékével.

## ***5.7. Mikrotermikus gázmérő***

A mérési elvet nevezik még másképpen termometriás (hőelvonásos) áramlásmérésnek is.

### ***Kialakítása, működési elve***

Nevezik elektrokalorikus mérőnek is. A mérés tulajdonképpen a gázban történő hőterjedésen alapul. A gázmérő működési elve az, hogy a gázáram olyan érzékelő membrán felett halad át, amelybe centrálisan fűtőelem, és körülötte hőelemes hőmérséklet érzékelők vannak beépítve. A gázáram hatására az érzékelő membrán felületi hőmérséklete csökken. Az érzékelt hőmérséklet változása arányos a gázárammal (a gáz sebességével). A mérő közvetlenül fizikai normálköbméterben vagy gáztechnikai normál köbméterben adja meg a gázáramot. Az 5.16. ábra egy ilyen mérőt mutat.



**5.16. ábra** Mikrotermikus G4 mérő kialakítása

Forrás: [www.vgfszaklap.hu](http://www.vgfszaklap.hu)

### Előnyök, hátrányok

Előnyei közé sorolható:

- kis mérete,
- kicsi nyomásvesztesége,
- nem tartalmaz mozgó, kopó alkatrészeket,
- pontossága lényegében azonos marad a teljes hitelesítési időszakon belül,
- folyamatosan pontos, egzakt mérési eredményeket biztosít, nincs szükség további korrekcióra,
- zajtalan,
- meghibásodás esetén nem zárja a gázáram útját.

Hátránya:

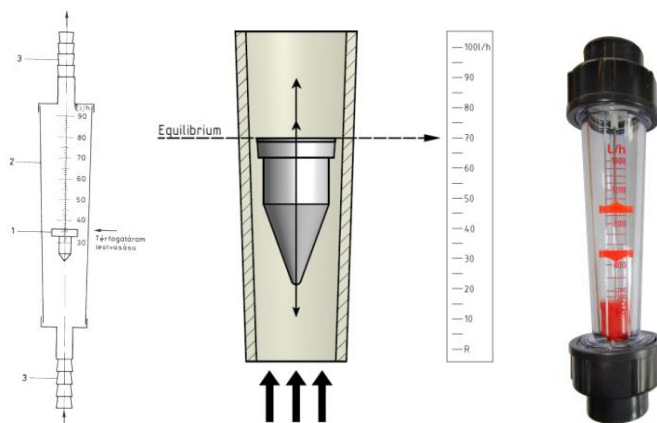
- jelenleg csak háztartási méretben gyártják,
- szennyeződésre érzékeny,
- drága.

## 5.8. Egyéb elvű mérők

### Rotaméter

A vegyiparban, a gyógyszergyártás területén, az élelmiszeriparban, a gáziparban széles körben használják folyadék és gáz halmazállapotú anyagok térfogatáramának mérésére. A gáziparban leginkább a gázfelhasználó berendezések előtt, a gázáram közelítő meghatározására alkalmazzák.

Az eredeti rotaméterek függőleges beépítésű, felfelé bővülő átmérőjű üvegcsőben forgó kónuszos fém testtel (úszó) mértek. A gáz a cső alján lépett be, és megemelte a kónuszos, forgó fémtestet, a gáz az üvegcső és a fémtest közötti résgyűrűn át áramlik. A fémtest felemelkedésének magassága arányos az átáramló gázárammal. A kalibrált üvegcsővön a fémtest helyzetével leolvasható a gázáram nagysága. A ma használatos műszerek a mérési elvet megtartva már beépíthetők vízszintes is, nyomás és hőmérséklet határaik is megnöttek. Nagyobb nyomásnál nemesacél házban nemesacél lebegőtest mozog. Méréstartományuk folyadékra 25 - 100 000 liter/h, gázra: 0,7 - 600 m<sup>3</sup>/h. Átfogási tartományuk jellemzően 1:100, nyomásfokozatuk legfeljebb 40 bari-ig. Alkalmazási hőmérsékletük: -200°C - +400°C, hibahatáruk: 1,3 - 4,0% között mozog. Az 5.17. ábra a rotaméter metszetét és képét mutatja be.



5.17. ábra Rotaméter

Forrás: Halász, 2008.

*Előnyei:*

- az alap mérő egyszerű, mechanikus szerkezet,
- karbantartást nem igényel,
- olcsó,
- széles átfogási tartománnyal rendelkezik,
- segédenergia nélkül működik,
- elektronikus funkciókkal kiegészíthető.

*Hátrányai:*

- legfeljebb 40 bar nyomásig használható,
- csak az üzemi gázáram mérésre használható,
- nem hitelesítik,
- hibahatára nagy,
- meghibásodáskor nem zárja a gáz útját.

***Tömegáram-mérő eszközök***

Ezek jellemzője, hogy a mérőmű és/vagy mérőjel-képző szerkezet kimenőjele közvetlenül az áthaladó tömegárammal arányos. A felhasznált fizikai jelenségek alapján nevezik el a mérőket:

- Termometriás (hőelvonásos, DT-szenzoros stb.) áramlásmérők,
- Coriolis erő hatását használó mérők,
- Giroszkópos mérők,
- Hangsebességű (szónikus) mérőtorok és Venturi-fúvóka.

A giroszkópos mérő és a hidraulikus Wheatstone híd nálunk (és általában Európában) a ritkán használatos eszközök közé tartozik. Főleg folyadékok tömegáramának mérésére használják. A hidraulikus Wheatstone híddal 50...100-szoros átfogás is megvalósítható, és elérhető a 0,5% relatív mérési hiba.

***Közvetett vagy összetett működésű mérők***

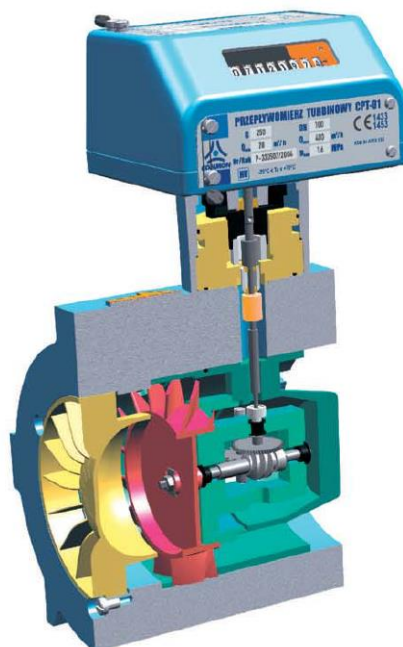
Az elnevezés onnan adódik, hogy az ide sorolt jelképző eszközök legalább kétféle fizikai, pontosabban áramlástan jellemző együttes hatásából képződő kimenőjelet szolgáltatnak. Általában összetett hidromechanikai és kinematikai jelenségek illetve folyamatok zajlanak le a primer eszközben és annak áramlástechnikailag mérvadó környezetében. Ilyenek:

- Mérőtorok, Venturi cső, mérőperem,
- Torlócsövek (átlagoló Pitot-cső).

Az első típusba tartozó három eszköz az iparban eléggé elterjedt, nagy hagyománnyal rendelkező, kipróbált és bevált áramlásmérőnek számít. A mérőperemet, mérőtorkot, Venturi csövet és torlócsövet  $D_p$  (nyomáskülönbség) elvű mérőknek is nevezik. A velük kiépített mérőkörök  $dp$ -távadót és intelligens hozamszámító készüléket igényelnek. Az ilyen típusú mérőrendszerek képezik az elszámolási mennyiségmérések 65 - 80%-át szerte a világon!

***Kvantométerek***

A kvantométerek jellemzően másodlagos áramlásmérési feladatokra alkalmasak (5.18. ábra), a forgó turbinakerék elve alapján működnek, melynek fordulatszáma egyenesen arányos az átáramló gáz mennyiségével. Metrológiai tulajdonságuk és működési teljesítményük megközelíti a turbinás áramlásmérőkéét. Jellemzően DN50 és DN150 mérettartományban érhetők el, PN16 és PN20 bar nyomású közegeknél. Mérési tartományuk 1:20, vízszintes és függőleges helyzetben is beépíthetők. Főbb részei: nyomásálló mérőház, áramlásrendező a bemeneti oldalon, mérőegység turbina lapátokkal, mágneskuplung, kijelző.



**5.18. ábra** Kvantométer robbantott ábrája

Forrás: metcom.hu

### ***Irodalom***

FÖGÁZ Földgázelosztási Kft.: Ultrahangos gázmérők. Műszaki követelmények; 2007. FG-III-B31-MK008-2007

HALÁSZ, I.: Tüzeléstechnika; Tankönyvmester Kft., 2008. ISBN 978 963 966 868 3

HOMONNAY GY.NÉ. (szerk.): Épületgépészet 2000. II. Fűtéstechnika; Épületgépészeti Kiadó Kft., Budapest, 2001. ISBN 963 00 8367 1

ISO 12764: 2017 Measurement of fluid flow in closed conduits - Flowrate measurement by means of vortex shedding flowmeters inserted in circular cross-section conduits running full

MSZ EN 12261: 2002 Gázmérők. Turbinás gázmérők (angol nyelvű)

MSZ EN 12480: 2015 Gázmérők. Forgódugattyús gázmérők (angol nyelvű)

MSZ EN 1359: 2001 Gázmérők. Membrános gázmérők

MSZ EN ISO 5167-1: 2003 Anyagárammérés nyomáskülönbség elvén működő eszközökkel olyan kör keresztmetszetű csővezetékben, amelyet az áramló anyag teljes keresztmetszetében kitölt. 1. rész: Alapelvek és alapkövetelmények (angol nyelvű)

MSZ EN ISO 5167-2: 2003 Anyagárammérés nyomáskülönbség elvén működő eszközökkel olyan kör keresztmetszetű csővezetékben, amelyet az áramló anyag teljes keresztmetszetében kitölt. 2. rész: Mérőperemek (angol nyelvű)

TIHANYI, L. – ZSUGA, J.: Földgázszállító rendszerek üzemeltetése; Miskolci Egyetem, Gazdász Elasztik, Kft. 2013. ISBN 978-963-358-010-3

VIDA, M. - MESZLÉRY, C.: Gázellátás; Műszaki Könyvkiadó Budapest, 1974. ISBN 071 900 030 677 6

VIDA, M. (főszerk.): Gáztechnikai kézikönyv; Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1984. ISBN 963 10 5687 2

VÖRÖS, F. (Metcom): Dunagáz Szakmai Napok előadás, 2009.

## 6. Gáztérfogat korrekció

Az adott üzemi állapotok (nyomás és hőmérséklet) mellett megmért gáztérfogat még nem elegendő a fogyasztónak átadott tényleges energiatartalom megállapításához, mivel egy adott (megmért) térfogatban lévő anyagmennyiség más és más lesz különböző nyomáson és hőmérsékleten. A tényleges körülmények között mért mennyiséget át kell számítani az elszámoláskor alkalmazott egyezményes állapotra, a normálállapotra. Amennyiben ismerjük a gáz összetételét, a két adatból az energiatartalom is meghatározható. A térfogati átszámításhoz az alábbi képlet alkalmazható:

$$V_n = V_{eff} \cdot \frac{p}{p_n} \cdot \frac{T_n}{T} \cdot \frac{Z_n}{Z}$$

ahol

$V_n$  az egyezményes normálállapotra vonatkoztatott gáztérfogat, ( $m^3$ )

$V_{eff}$  az effektív, azaz üzemi körülmények között mért gáztérfogat, ( $m^3$ )

$p$  a gáz üzemi körülmények közötti abszolút nyomása, (Pa)

$p_n$  a fizikai normálnyomás értéke, (101 325 Pa)

$T$  a gáz üzemi körülmények közötti abszolút hőmérséklete, (K)

$T_n$  a fizikai vagy gáztechnikai normálhőmérséklet értéke, (273,15 K vagy 288,15 K)

$Z$  a gáz eltérési tényezőjének értéke adott üzemi nyomáson, (-)

$Z_n$  az ideális gáz eltérési tényezője, (=1)

A fenti átszámítás elvégzéséhez tehát pontosan ismerni kell az aktuális hőmérsékleti, nyomás és eltérési tényező értékeit. Az átszámítás elvégezhető a közeg sűrűségének ismeretében is:

$$V_n = V_{eff} \cdot \frac{\rho}{\rho_n}$$

ahol

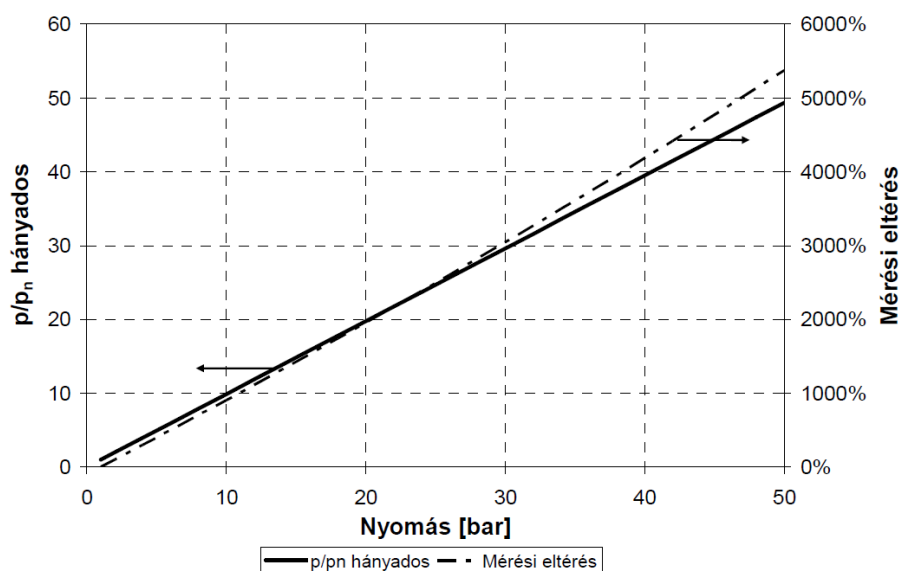
$\rho$  a gáz sűrűsége üzemi körülmények között, ( $kg/m^3$ )

$\rho_n$  a gáz sűrűsége a vonatkoztatási (fizikai vagy gáztechnikai) normálállapotban, ( $kg/m^3$ )

Látszólag ez az átszámítási eljárás egyszerűbb, viszont tudnunk kell azt is, hogy a földgáz sűrűségének megfelelő pontosságú mérése napjainkig is igen komoly kihívást jelent. A szerzők a továbbiakban ezen tényezők mért gáztérfogatra gyakorolt hatását és a mérési módszereiket mutatják be.

### 6.1. Nyomásmérés

A 6.1. ábra mutatja a nyomás növekedésének hatását ( $p/p_n$  hányados) az átszámítási egyenletből. Látható, hogy a nyomáshányados a nyomással lineárisan változik, ezért a nyomáskorrekciós tényező figyelmen hagyása a méréseknél igen jelentős hibát eredményez. Például 50 bar nyomáson  $1 m^3$  mért gázmennyiség  $50 m^3$  gáztechnikai normálállapotú gázt jelent.



**6.1. ábra** A nyomás hatása az átszámításnál

Forrás: Tihanyi-Zsuga, 2012.

A műszaki gyakorlatban a folyadékok, gázok és gőzök nyomása igen széles tartományban fordul elő. A mérendő nyomás lehet abszolút nyomás vagy túlnyomás. Az abszolút nyomás vonatkoztatási alapja az abszolút légüres tér, a vákuum, míg a túlnyomásé leggyakrabban az atmoszféra nyomása, a barometrikus nyomás.

$$p_{\text{abszolút}} = p_{\text{barometrikus}} + p_{\text{túl}}$$

A nyomást vagy nyomáskülönbséget mérő műszerek két fő csoportba sorolhatók, a közvetlen és a közvetett nyomásmérők csoportjába. A közvetlen nyomásmérők a mérendő nyomást közvetlenül leolvasható elmozdulássá alakítják át. Ilyen a folyadékoszlopos vagy a dugattyús nyomásmérő. A közvetett nyomásmérők, mint a csőrugós, vagy a membrános, nem közvetlenül leolvasható jellé alakítják a mérendő nyomást, vagy további áttételen keresztül teszik azt leolvashatóvá. A 6.1. táblázat a nyomás-mértékegységek közötti összefüggéseket szemlélteti.

**6.1. táblázat**

A nyomás mértékegységei közötti összefüggések

Nyomás	N/m <sup>2</sup> =Pa	bar	mbar=hPa	mm v.o.	kp/cm <sup>2</sup> =at	Torr	atm
1 N/m <sup>2</sup> = =1 Pa=	1	10 <sup>-5</sup> 0,00001	10 <sup>-2</sup> 0,01	0,101972	1,02·10 <sup>-5</sup> 0,0000102	7,5·10 <sup>-3</sup> 0,0075	9,87·10 <sup>-6</sup> 0,00000987
1 bar=	10 <sup>5</sup> 100 000	1	10 <sup>3</sup> 1 000	1,02·10 <sup>4</sup> 10 197,2	1,020	7,5·10 <sup>2</sup> 750	0,987
1 mbar=	10 <sup>2</sup> 100	10 <sup>-3</sup> 0,001	1	10,1972	1,02·10 <sup>-3</sup> 0,00102	0,750	9,87·10 <sup>-4</sup> 0,000987
1 mm v.o.=	9,81	9,81·10 <sup>-5</sup> 0,0000981	9,81·10 <sup>-2</sup> 0,0981	1	10 <sup>-4</sup> 0,0001	7,355·10 <sup>-2</sup> 0,07355	9,68·10 <sup>-5</sup> 0,0000986
1 kp/cm <sup>2</sup> =	9,81·10 <sup>4</sup> 98 066,5	0,981	9,81·10 <sup>2</sup> 981	10 <sup>4</sup> 10 000	1	7,355·10 <sup>2</sup> 735,55	0,968
1 Torr=	1,333·10 <sup>2</sup> 133,322	1,333·10 <sup>-3</sup> 0,001333	1,333	13,6	1,36·10 <sup>-3</sup> 0,00136	1	1,32·10 <sup>-3</sup> 0,00132
1 atm=	1,013·10 <sup>5</sup> 101 325	1,013	1,013·10 <sup>3</sup> 1 013	1,033·10 <sup>4</sup> 10 330	1,033	7,6·10 <sup>2</sup> 760	1

Megfelelő pontossággal számítható: 1 mbar = 10 mm v.o.

Forrás: Cséki, 1997.

Az alábbiakban a gáz nyomásának mérésére leggyakrabban használt eszközöket mutatják be a szerzők.

## ***Közvetlen nyomásmérők***

### ***U-csöves manométerek***

A folyadékkal töltött U alakú üvegcső egyik szárára csatlakoztatjuk a mérni kívánt nyomású gázt vagy levegőt, az U cső másik szára a szabad levegővel érintkezik. A nyomás hatására a folyadék a mért oldalon lesüllyed, a szabadon lévő oldalon felemelkedik. A mért gáz levegőhöz (aktuális barometrikus nyomás) képesti túlnyomása egyenlő az U cső két ágában lévő folyadékoszlop különbségének hidrosztatikus nyomásával. A pontos leolvasást a folyadékoszlop felületi görbületének mélypontján kell végezni.

A két szárra ható nyomások különbsége:

$$p_2 - p_1 = \rho \cdot g \cdot h$$

ahol

$p_1$ és $p_2$	az üvegcső szárak végén mért nyomások, (Pa)
$\rho$	a mérőközeg sűrűsége, (kg/m <sup>3</sup> )
$g$	nehézségi gyorsulás, (9,80665 m/s <sup>2</sup> )
$h$	a mérőfolyadék szintkülönbsége, (m)

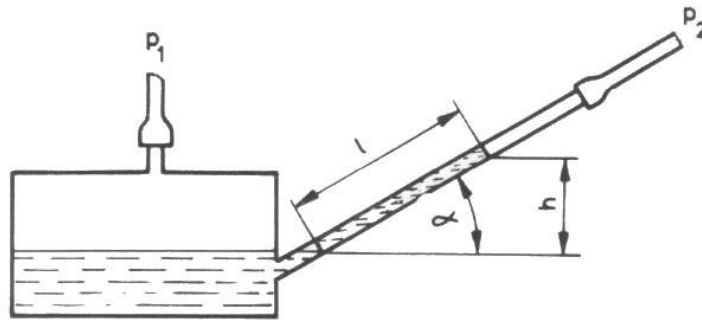
Az alkalmazott mérőfolyadékok:

- víz: széles körben alkalmazzák. A használat korlátai: fagyveszélyes helyen nem alkalmazható, csak kb. 0,1 bar nyomásig használható.
- alkohol vagy fagyálló folyadék: - 30°C hőmérsékletig használható, legfeljebb 0,1 bar nyomás mérésére
- higany: 780 mm magas higanyoszlop hidrosztatikai nyomása kb. 1 bar, ez a higanyos U csöves manométer nyomáshatára. A higanyt egészségvédelmi okok miatt már nem használják.
- A mérési feladattól függően alkalmazhatnak továbbá szén-tetrakloridot, glikolt, benzolt vagy toluolt is.

A három folyadékhoz különböző mérési skálák tartoznak, a folyadékok sűrűségének különbsége miatt. Az U csöves manométer vízzel töltve  $0,2 \cdot 10^5$  Pa (2 m v.o.) nyomáshatárig használható, de ekkor már a nyomásmérő kezelése nagy óvatosságot igényel a hosszú üvegcső miatt. Higany mérőfolyadékkal a méréshatár mintegy  $2,6 \cdot 10^5$  Pa. Az U csöves manométerrel mért nyomás értékeket a mérőeszköz hitelesítése nélkül is elfogadják a kisnyomású rendszerek hatósági vizsgálatainál.

### ***Mikromanométerek***

Igen kis nyomások mérésére alkalmasak. Folyadékoszlopos változata lehet U csöves, ferdecsöves és görbecsöves kivitelű. A ferdecsöves változat (6.2. ábra) lényeges eltérése az U csöveshez képest, hogy az U cső egyik szárát olyan nagy keresztmetszetűre készítik, hogy abban a folyadékfelszín süllyedése elhanyagolható legyen, a másik szárát, pedig a vízszintessel ferdeszöget bezáróan alakítják ki. Így egységnyi nyomásnövekedés, nagyobb hosszváltozást idéz elő a csőben. Másik megoldása a görbecsöves mikromanométer, melynek nem egyenlő az osztásköze. A kisebb nyomásokhoz nagyobb kitérés tartozik, így ezeket pontosabban olvashatjuk le. Általában 1...5000 Pa közötti nyomások mérésére használhatók.



**6.2. ábra** Ferdecsöves mikromanométer

Forrás: Szunyog, 2007.

### **Dugattyús nyomásmérők**

A dugattyús nyomásmérőben a mérendő folyadék-, gőz- vagy gáznomása olajjal töltött záródényen keresztül hat a dugattyúra, amelyet a súrlódás legyőzése érdekében villamos motor állandóan forgat. A dugattyút két csavarrúgó terheli, ezek fejtik ki az ellenerőt. A mérési tartomány a dugattyú keresztmetszetétől és a rúgók méretétől függ.

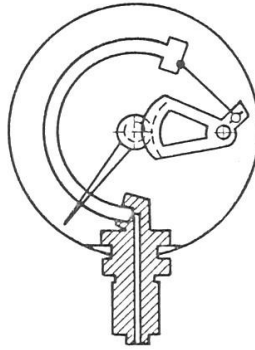
### **Közzetett nyomásmérők**

#### **Bourdon csöves nyomásmérők (manométerek)**

Ívelt, egyik végén zárt, meghajlított, ovális vagy laposra nyomott kör keresztmetszetű fémcső a mérőeszköz lényege. A fémcső nyitott, rögzített végéhez vezetik a mérendő nyomású gázt. A fémcső a benne lévő nyomás változás hatására alakot változtat, és ez az alakváltozás arányos a nyomás változásával. Az alakváltozás növelhető, ha a csövet hosszabbra készítjük és lapos, több menetű csigavonalban tekercseljük. A mérőcső alakváltozását áttételeken keresztül általában körszámlapos mutatós kijelzőre viszik. A műszer legfelső méréshatára 1000 bar körül van. Általában 0-100 mbar, 0-1 bar, 0-10 bar, 10-100 bar, 100-1000 bar nyomás mérésére alkalmas manométereket használnak. Célszerű olyan körszámlapos manométert használni, amelynek a mérőskála 2/3-a közelében van a mérni kívánt nyomás. Hátrányuk, hogy használat közben a csőrúgó kifárad, ami a nullpont eltolódását és a hiszterézis növekedését okozza.

A gáznomás mérésére használt manométereket hitelesítik. A Bourdon csöves vagy a membrános manométerek szokásos mérési pontossága (osztálypontossága): 0,025%, 0,5%, 1,0%, 1,6%, 2,0%, 2,5%. A gázszolgáltatásban a földgázelosztó rendszerek hatósági vizsgálatánál általában 1,6 pontossági osztályú, hiteles vagy kalibrált manométert kell használni. A mérési hiba a nyomáshatár emelkedésével nő. Gáznomás hiteles mérésre legalább 100 mm átmérőjű, körszámlapos, jól leolvasható műszereket használnak.

A hatósági nyomásméréshez nyomásregisztráló műszert is használnak. Ez a regisztráló vagy mechanikus működésű, és a regisztrátumot papírcsíkra nyomtatja, vagy elektronikus, ebben az esetben elektronikus adathordozóra rögzíti. A tömörség vizsgálatnál a hatóság által előírt működési elvű, hiteles mérőműszeren nyomásmérés nem lehet, kivéve a külső hőmérséklet változás hatásából eredendően. A csőrúgós nyomásmérő működési elvét a 6.3. ábra mutatja.

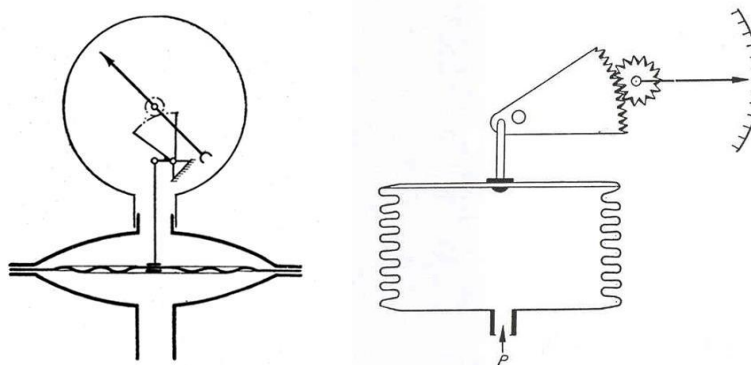


**6.3. ábra** Csőrugós manométer szerkezete

Forrás: Szunyog 2007., Szilágyi, 2013.

### Membrános nyomásmérők

A membrános nyomásmérők érzékelője lehet fém, vagy nem fémes anyagból készített síkmembrán, fémszelence és csőmembrán. A mérés azt az elvet alkalmazza, hogy a membrán kitérése, ill. alakváltozása és a változást előidéző nyomás között valamilyen összefüggés van. A nyomásmérő érzékelő eleme egy rugalmas, általában kör alakú, koncentrikusan bordázott fémlemez, amelyhez a közepén a lemez elmozdulását követő vezető rúd csatlakozik. A nyomásváltozás hatására a lemez deformálódik, ami a vezető rúdon át mutató szerkezethez kapcsolható. A lemez deformációja erősíthető vagy gyengíthető megfelelő rugó kiegészítő használatával. Általában ezt a mérési elvet alkalmazzák az elektronikus nyomás távadókban is. A membrános nyomásmérők hátránya, hogy a túlterhelést nem bírják, mert ekkor a kör alakú lemez a befogás mentén elszakad, vagy kipúposodik. A sík- és csőmembrános nyomásmérő szerkezetét mutatja a 6.4. ábra.



**6.4. ábra** Síkmembrános és csőmembrános nyomásmérő szerkezete

Forrás: [www.tankonyvtar.hu](http://www.tankonyvtar.hu) (Babák, 2011.)

### További nyomásmérő eszközök

Léteznek még további, a nyomásváltozás hatására keletkező fizikai jellemzők változásának mérésére alkalmas nyomásmérők is: reed relés kontakt manométer, kapacitív, piezoelektromos, MacLeod manométer, nyúlásmérő bélyeg, piezorezisztív, mágneses, optikai vagy potenciometrikus nyomásmérők is. Ezek közül a leggyakrabban alkalmazottak kerülnek rövid ismertetésre.

**Reed relés kontakt manométer:** A bourdon csöves vagy membrános nyomásmérőhöz reed relé (kisméretű védőgázzal töltött üvegcsőben egymáshoz közel lévő ferromágnes elektróda

található) csatlakozik, a nyomáshatár elérésekor villamos kapcsoló jelet ad.

*Kapacitív nyomásérzékelő:* rugalmas lemez közvetíti a nyomásváltozást dielektrikumnak.

*Piezoelektromos nyomásérzékelő:* nyomás hatására a piezo kristály két felülete között feszültségkülönbség jön létre.

*MacLeod manométer:* kis nyomások mérésére, a mérendő gázt ismert mértékben összenyomja, majd összehasonlítja egy standard gáznyomás változással.

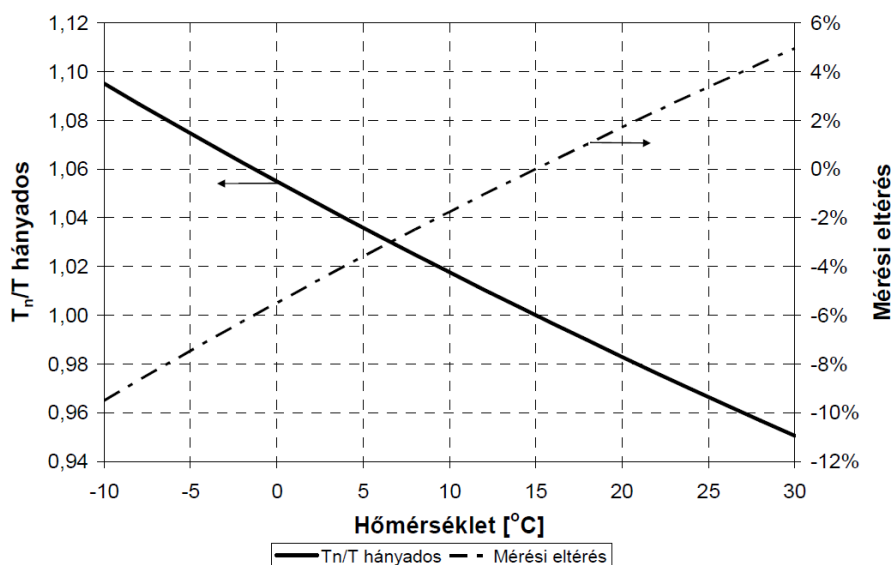
*Nyúlásmérő bélyeggel működő nyomásmérő:* a rugalmas felület egyik oldalára hat a mérendő nyomás, a másik oldalán nyúlásmérő bélyeg méri a rugalmas lemez elmozdulását.

### A légköri nyomás mérése

A légköri nyomást általában higanytöltésű vagy aneroid membrános barométerekkel mérhetjük. A higanytöltésű barométer tulajdonképpen egy olyan U cső, melynek szára zárt. A zárt csőben a higanyszint felett tökéletes vákuum van. A normál légköri nyomás 0°C-on 101 325 Pa (760 mm Hg). Az aneroid barométer érzékelője egy szelencemembrán. A nyomásváltozás hatására a szelence falai kidomborodnak, vagy behorpadnak. Ezt az alakváltozást egy áttétellel mutatóra viszik át, amely egy nyomásegységre kalibrált skálán mutatja a pillanatnyi nyomás értékét.

## 6.2. Hőmérsékletmérés

A 6.5. ábra mutatja a hőmérséklet növekedésének hatását ( $T_n/T$  hányados) az átszámítási egyenletből. A szemléltetés során alkalmazott gáztechnikai normálhőmérsékletnél kisebb hőmérsékletek esetén a gáz kisebb térfogatú, azaz az átszámításnál szintén elszámolási veszteséget jelent. Magasabb hőmérsékletek esetén szintén megjelenik a mérési veszteség, csak éppen ellentétes hatással. Bár a vizsgált tartományban az ábrák azt mutatják, hogy a hőmérséklet hatása jóval kisebb a mérési eltérésre, azonban ez a megállapítás csak a magasabb nyomástartományok esetén érvényes. Kisebbszolgáltatási nyomásoknál, pl. a lakossági rendszerekben előforduló 25 - 30 mbar tartományban már a hőmérsékleti hányados fog nagyobb eltérési hibát hozni.



6.5. ábra A hőmérséklet hatása az átszámításnál

Forrás: Tihanyi-Zsuga, 2012.

A hőmérséklet és a hőmérséklet-változás mérhető minden olyan fizikai paraméter mérésével, amely a hőmérséklet hatására megváltozik. Fontos feltétel azonban az, hogy a mérést azonos hibahatárral minél többször reprodukálni lehessen. A gáziparban leggyakrabban használt hőmérséklet mérőkre és mérési elvekre mutat példát a következő fejezet rész.

A hőmérsékletmérés során hőközlés jön létre a mérendő anyag és az érzékelő műszer között. A hőközlés folyamata addig tart, amíg a mérendő anyag és a műszer között a hőegyensúlyi állapot be nem áll. A hőközlés létrejöhet érintkezés, sugárzás, vagy mindkettő útján. A mérendő anyagról az érzékelő műszerre érintkezéssel átvitt hőmennyiség a műszer hőátvevő felületével, a hőátadási tényezővel, valamint az anyag és a mérőműszer hőmérséklet-különbségével arányos.

Azt az időtartamot, amely alatt a műszer a mérendő anyag hőmérsékletét felveszi, a műszer beállási idejének vagy időállandójának nevezzük. Minél nagyobb a műszer tömege, fajhője és a kezdeti hőmérséklet-különbség, annál hosszabb a beállási idő, amely a műszer hőátvevő felületének és a hőátadási tényező értékének növelésével csökkenthető. A hőmérsékletmérés leggyakrabban előforduló műszerei:

- folyadékhőmérők,
- folyadéknyomás hőmérők,
- gőznyomás hőmérők,
- táglófémes hőmérők,
- ellenállás hőmérők,
- hőelemek,
- félvezető hőmérők,
- hősugárzást mérő pirométerek (100...3000°C).

### ***Folyadék hőtágulásának mérésén alapuló eszközök***

A folyadékhőmérőkben a folyadéktöltet hő okozta tágulását használják fel hőmérséklet mérésére. A leggyakoribb mérőfolyadék a higany, mely igen széles hőmérsékleti tartományban használható. A hajszálcsoves teret semleges gázzal nyomás alá helyezve a felső méréshatár akár 600°C-ig is kitolható. Nem pontos mérésekhez (alárendeltebb helyeken) alkoholtöltésű hőmérőket is használhatunk. Hátrányuk, hogy az alkohol kis forráspontja miatt (80°C) csak a 0°C alappont jelezhető. Alacsonyabb hőmérséklet-tartományban toluolt (-70°C...+100°C) és műszaki pentánt (-200°C...+20°C) használhatunk. A leggyakrabban használt folyadékos hőmérők jellemzőit mutatja be a 6.2. táblázat.

**6.2. táblázat**

*A folyadék töltésű hőmérők alkalmazási határai*

Folyadék	Alsó hőmérséklet határ (°C)	Felső hőmérséklet határ (°C)
higany	-38	+357
toluol	-70	+100
etanol	-110	+50
pentán	-200	+20

*Forrás: Szilágyi, 2013.*

A folyadékhőmérők akkor mutatnak helyesen, ha a teljes folyadéktöltet a mért közegben helyezkedik el (pl. a helyiség hőmérsékletének mérésekor). A hőmérő gyakorlati használatakor ez a feltétel nem minden esetben elégíthető ki, így a hőmérő egy részét a mért anyagától eltérő hőmérsékletű közeg veszi körbe. Például csőben áramló folyadék hőmérsékletének mérésekor a hőmérő folyadéktöltetének csak egy része merül a mérendő

foliadékba, a másik része a környezet hőmérsékletén van. A pontos méréshez ilyenkor ún. szátkorrekciót kell alkalmazni egy korrekciós képlet segítségével. A védőcső nélküli higanytöltésű hőmérő beállási ideje 3-6 másodperc, ha a mérendő közeg áramló víz, de 90-150 másodperc is szükséges lehet, ha a közeg nyugvó levegő vagy gáz.

### ***Folyadéknyomás hőmérők***

A folyadéknyomás hőmérők azt a fizikai jelenséget használják ki, hogy ha valamely, szabad tágulásában korlátozott folyadékot melegítünk, akkor a folyadékot magába foglaló edényben nyomásnövekedés keletkezik. Ebből a növekményből lehet következtetni a közeg hőmérsékletére.

### ***Gáznyomás hőmérők***

A gőznyomás hőmérők elvben hasonlóak a folyadéknyomás hőmérőkhöz, de szerkezetükben lehetővé kell tenni a mérőfolyadék párolgását. A mérőedény ezért csak részben van folyadékkal megtöltve, de a hajszálcsöves vezeték mindig folyadékkal telt. A legpontosabb hőmérők egyike. Egyik fajtája a Bourdon csöves változat, melynek mindkét végén zárt, és egyik végén rögzített Bourdon csőben nagy tisztaságú töltőgáz van (nitrogén, hidrogén vagy hélium). A csőben lévő gáz nyomása a hőmérséklet-változás hatására változik, ezzel a Bourdon cső alakja is változik. Az alakváltozás áttételeken keresztül mutatóra vihető. A hőmérő  $-250^{\circ}\text{C}$  és  $+2000^{\circ}\text{C}$  között használható.

### ***Tágulófémes hőmérők***

A tágulófémes (dilatációs) hőmérőkben két különböző szilárd anyag egymástól különböző hőtágulását használják fel hőmérséklet mérésre. Kialakításuk szerint lehetnek kettősfém (bimetall) és rudas hőmérők. A *bimetall hőmérőben* az egyik fémnek igen kicsiny, a másiknak igen nagy a hőtágulása. Hő hatására az összehengerelt kettősfém szalag meggörbül, illetve eredeti görbülete megváltozik, az elmozdulás áttételeken keresztül mutatós rendszerhez kapcsolódik. Az elhajlás arányos a hőmérséklet változással. A *tágulófémes hőmérőket* két rúdból, vagy két csőből állítják össze. A két, különböző hőtágulási együtthatóval rendelkező fémrúd egyik végét mereven befogják, másik végét (áttételeken keresztül) mutatós kijelző szerkezethez csatlakoztatják. A két fém a hő hatására különböző hosszban változik, a hossz különbség arányos a hőmérséklet változással. A nagy építési hosszúság miatt csak nagy terekben alkalmazhatók. Ezen típusú hőmérők mérési tartománya  $-50^{\circ}\text{C}$ -tól  $+400^{\circ}\text{C}$ -ig terjed.

### ***Villamos ellenállás hőmérők***

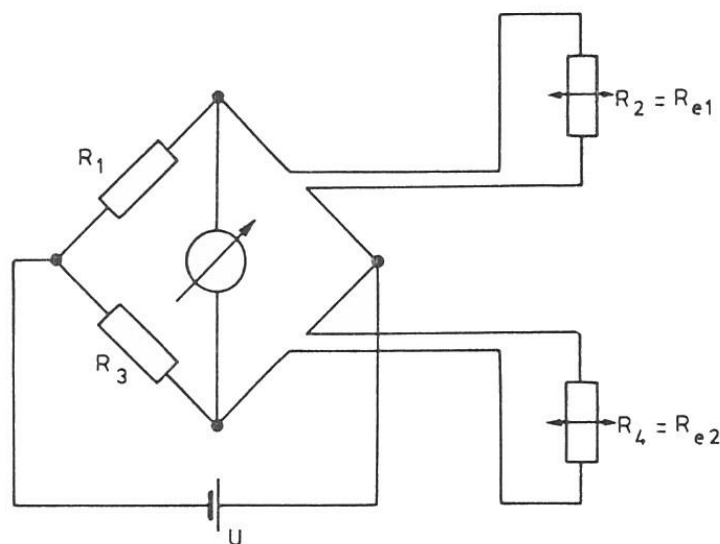
Az anyagok fizikai tulajdonsága, hogy elektromos vezetőképességük a hőmérséklettől függően változik. A folyadékok, a félvezetők és a nemfémek elektromos vezetőképessége a hőmérséklet-növekedés hatására nő, a fémeké csökken. Ezt a fizikai tulajdonságot lehet felhasználni hőmérséklet-változások és hőmérséklet-különbségek mérésére. A leggyakrabban használt ipari hőmérő típus. Nagy fajlagos ellenállású fémek és félvezető anyagok a hőmérséklet változás hatására megváltoztatják villamos ellenállásukat. Például a Pt 100 ellenállás hőmérő  $0^{\circ}\text{C}$  hőmérsékleten 100 ohm,  $100^{\circ}\text{C}$  hőmérsékleten 139 ohm ellenállást mutat. A mérési hiba: 0,2...1,0 $^{\circ}\text{C}$ .

A fém ellenállás hőmérők anyagával szemben a következő követelményeket támasztjuk:

- nagy hőmérsékleti tényező, vagyis a fokenkénti hőmérséklet-változásnak nagy ellenállás változás feleljen meg,
- időben állandó és reprodukálható ellenállásértékeket mutasson minél nagyobb hőmérséklet tartományban,
- huzallá való megmunkálhatóság.

A fenti követelményeknek legjobban a platina felel meg, mert a hőmérséklet hatására -260°C és +1000°C között tulajdonságai nem változnak. Nikkelből is készítenek ellenállás-hőmérőt, mivel alacsonyabb az ára, de a mérési tartománya csak -60°C és +180°C közé esik. Ellenállás-hőmérők esetén leggyakrabban mérőhidas kapcsolást alkalmaznak nullgalvanométerrel. Ehhez egyszerű, egyenáramú Wheatstone-hidat alkalmaznak a 6.6. ábra szerinti kapcsolásban. Az  $R_1$  mérőellenállás meghatározásához vagy egy másik ellenállást változtatunk, vagy több ellenállást úgy állítunk be, hogy a galvanométer nullát mutasson. Ehhez az  $R_1$  ellenállás értéke meghatározható:

$$R_1 = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_4}$$



**6.6. ábra** Wheatstone-híd kapcsolás

Forrás: Szunyog, 2007.

Az ellenállás hőmérők alkalmasak hőmérséklet-különbség közvetlen mérésére is. Különösen jól használhatók kicsiny hőmérséklet-különbségek esetében, mert ekkor a két egymásból kivonandó, mért jellemző mérési hibája kiküszöbölhető.

### Hőelemes hőmérők

Ha valamely villamos vezetőkört két különböző fémből állítunk össze és a két fém érintkezésének két pontja különböző hőmérsékleten van, akkor e két pont között egyenfeszültség keletkezik. Ennek nagysága a fémek fajtájától és a két pont hőmérséklet-különbségétől függ. Hőelemekhez olyan fém párok alkalmasak, amelyek lehetőleg nagy, időben állandó, és a hőmérséklet-különbséggel arányos termofeszültséget adnak. A leggyakoribb hőelempárokat és termofeszültségeket 0°C-ra vonatkoztatva a 6.3. táblázat tartalmazza. A legelterjedtebb a vas-konstantán (Fe-Konst) és a platina-platinaródium (Pt-PtRh) hőelempár. Mivel a hőelemek által létrehozott termofeszültségek igen kicsinyek, ezért a termofeszültség méréséhez igen érzékeny műszerek használhatók csak. A hőelemek két szárát nemesfémek esetében hegesztéssel, nem nemesfémeknél a legnagyobb hőmérsékletet figyelembe véve keményforrasztással vagy hegesztéssel egyesítik. Platina-rhodium hőmérők +1300°C-ig, a vas-konstantán hőmérők +700°C hőmérsékletig mérnek. A hőmérséklet változással kialakuló villamos feszültség változás sokoldalúan használható különböző mérő és szabályozó rendszerekben:

- zárószerelvény (mágnesszelep) nyitása vagy zárása,
- kiegészítő berendezések indítása vagy leállítása,
- hang- vagy fényjelzés indítása, leállítása,
- szabályozási funkciók indítása vagy leállítása.

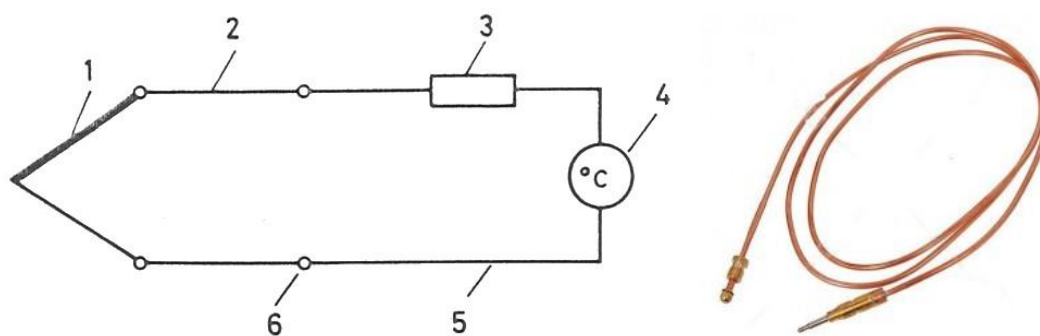
### 6.3. táblázat

Leggyakoribb hőelempárok termofeszültségei különböző hőmérsékleteken

A hőelempár jele	Termofeszültség különböző hőmérsékleteken	
	(°C)	(mV)
Cu-Konst	100	4,250
	200	9,200
	400	21,000
	600	34,310
Fe-Konst	100	5,370
	200	10,950
	400	22,160
	700	39,720
NiCr-Ni	100	4,100
	200	8,130
	400	16,400
	700	29,140
PtRh-Pt	1000	41,310
	100	0,643
	400	3,251
	700	6,260
	1000	9,570

Forrás: Szunyog, 2007.

A hőelemeket a legkülönbözőbb kialakításban, sokféle célra lehet használni. Főleg áramló folyadékok, gőzök, gázok, de szilárd testek hőmérsékletének mérésére is használják. A hőelemek beállási ideje rövidebb, nagyobb hőmérsékletek mérésére is használható, összehasonlítva az ellenállás-hőmérőkkel. A hőelempárok kialakítását a 6.7. ábra mutatja.



### 6.7. ábra Hőelempár kialakítása

1 hőelem; 2 kompenzáló vezeték; 3 kiegyenlítő ellenállás; 4 leolvasóműszer; 5 összekötő vezeték;  
6 összehasonlító pont állandó hőmérsékleten

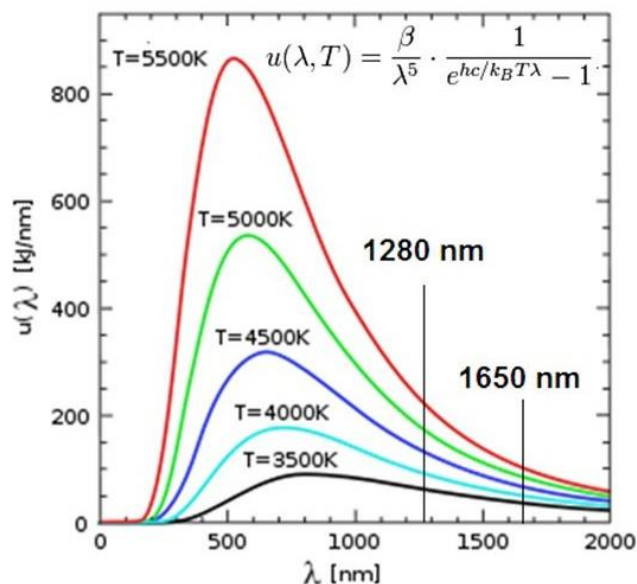
Forrás: Szunyog, 2007.

### Félvezető hőmérők

A félvezető-termisztoros hőmérők kialakítása hasonló az ellenállás-hőmérőkéhez, de anyaguk félvezető: germánium, szilícium, egyéb fém, illetve fém-oxidok. Ellenállásuk igen nagy, így a mérések során a csatlakozóvezetékek ellenállása elhanyagolható. Nagyobb hőmérsékleti tényezőjük miatt kisebb érzékenységgű mérőműszerek is alkalmazhatók, kis méreteik miatt a beállási idő igen rövid. Az oxidos félvezetők lágyan forrasztott csatlakozóhuzalokkal  $-70^{\circ}\text{C}$ -tól  $+150^{\circ}\text{C}$ -ig, keményen forrasztott csatlakozóhuzalokkal  $+300^{\circ}\text{C}$ -ig alkalmazhatók. A termisztoros hőmérők igen kicsi méretei lehetővé teszik a hőmérsékletmérést felületek egyes pontjainak ellenőrzésére. A termisztoros hőmérők ellenállása hosszabb idő után növekszik, ezért a műszert időnként újra be kell állítani. Korszerű változatuk a digitális hőmérő, mely  $-50^{\circ}\text{C}$ -tól  $+150^{\circ}\text{C}$ -ig használható, mérési pontossága  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ . Érzékelője mindössze 2,3...3,0 mm átmérőjű.

### Hőszugárzást mérő pirométerek

Az infravörös elven működő hőmérők optikája érzékeli a felület által kibocsátott, visszavert és szállított energiamennyiségeket, melyeket összegyűjt, és egy érzékelőre fókuszál. Az elektronika ezekből az értékekből számítja a felület hőmérsékletét (6.8. ábra). Fontos, hogy a céltárgy kitöltse a látómezőt, minél kisebb a tárgy, annál közelebből kell mérni. Ha fontos a pontosság, akkor a céltárgy legalább kétszeres méretű legyen a látómezőhöz képest. A festett vagy oxidált felületeknek egyhez közeli az emissziós tényezője, a fényes, vagy polírozott fém felületeknek (különösen az alumíniumnak) ettől jóval kisebb, így azok csak pontatlanul mérhetők. A probléma elkerülhető, ha a mérendő tárgy felületét matt feketére festjük, vagy egy vékony öntapadós matricát ragasztunk rá (meg kell várni, hogy a matrica átvegye a felület hőmérsékletét). Mérési tartományuk széles körben változik.

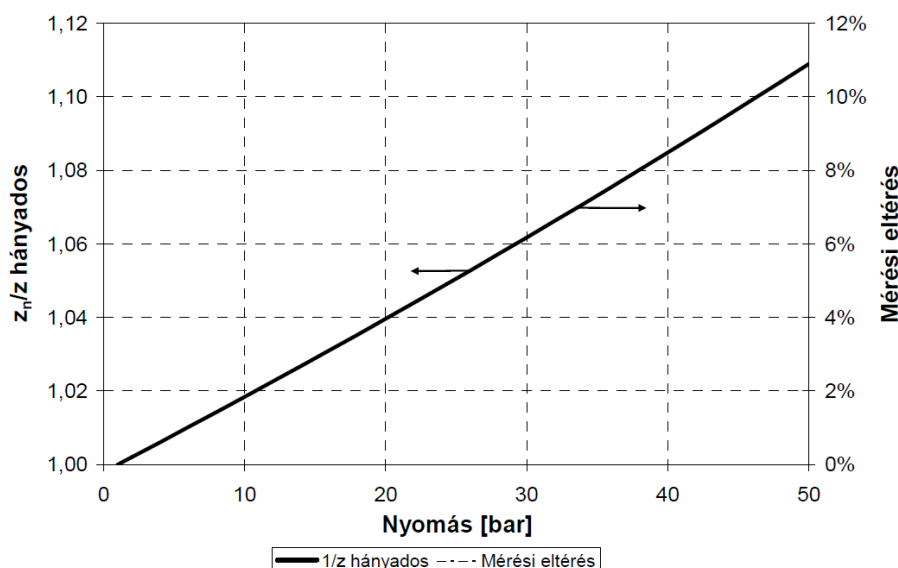


**6.8. ábra** Infravörös elvű hőmérő

Forrás: [slideplayer.hu/slide/5019346/](http://slideplayer.hu/slide/5019346/)

### 6.3. Eltérési tényező

A 6.9. ábra mutatja az eltérési tényező hatását ( $Z_n/Z=1$  hányados) a nyomás függvényében az átszámítási egyenletből. Az eltérési tényező függ a gáz összetételétől és az aktuális üzemi nyomástól. A példa egy adott összetételű gázra vonatkozik, és a nyomás függvényében ábrázolja a tényező hatását, mely a nyomás emelkedésével arányos mérési eltérést mutat. A nagyobb nyomástartományokban ( $p > 10$  bar) mindenképpen figyelembe kell venni a földgáz eltérési tényezőjének hatását is.



6.9. ábra Az eltérési tényező hatása az átszámításnál

Forrás: Tihanyi-Zsuga, 2012.

Az eltérési tényező meghatározása az adott gáz összetétele alapján lehetséges az MSZ EN ISO 6976: 2017 Földgáz. A hőértékek, a sűrűség, a relatív sűrűség és a Wobbe-szám számítása a gázösszetételből c. szabvány alapján. A gázösszetétel meghatározása a földgázszállító rendszerek kiadási, valamint távvezetési csomópontjaiban történik ún. folyamat kromatográfok segítségével. A gázösszetétel mérést a 7.1. fejezet mutatja.

### 6.4. PTZ korrektorok

A gázmérő üzemi körülmények között a környezeti hőmérsékletet jellemzően felveszi, az átáramló gáz szempontjából a mérő kitűnő hőcserélő. A földből kilépő vezetékben a gáz hőmérséklete 5 - 15°C körül van, de a mérőben már a környezeti levegő hőmérsékletével közel azonos. Természetesen ez sok tényezőtől függ (a mérő fizikai nagysága és anyaga, az átáramló gáz sebessége, a környezeti feltételek, mint szélhatás, napsugárzás, stb.), nem általánosítható a kijelentés. A gáz nyomása a gázmérőnél általában állandó, de kisebb nyomás-ingadozások lehetségesek.

A fogyasztott gázmennyiség pontos meghatározásánál legalább hőmérséklet és nyomás korrekciót szükséges végezni, de nagyobb nyomástartományban már az eltérési tényező korrekciója is elengedhetetlen. Mivel az elszámolás fizikai normál köbméterben (és az aktuális felső hőértékkel) készül, a gázmérőben mért üzemi térfogatot át kell számolni az elszámolási térfogatra. Erre a feladatra mechanikus (lásd. hőfokkompenzált membrános

gázmérők) és elektronikus átszámító készülékeket használnak. A gázszolgáltatásban a  $20 \text{ m}^3/\text{h}$  feletti teljesítmény lekötésű felhasználók gázfogyasztását távleolvasással folyamatosan ellenőrzi és nyilvántartja az elosztói engedélyes. A távadásra kerülő adatok:

- a felhasználó azonosítója,
- a pillanatnyi fogyasztás normál  $\text{m}^3$ -ben,
- a mérő és kiegészítő műszereinek esetleges hibajele.

A korrektor kialakítását tekintve lehet mechanikus rendszerű. Ekkor a korrektor a mérő számláló szerkezetéhez csatlakozik, hajtását a mérő mechanikája adja. A korrekcióhoz mechanikus hőmérő és mechanikus nyomás érzékelő csatlakozik. A nyomás korrekciós szerkezetet általában konstans értékre állítják be. Az ipari felhasználóknál a mechanikus korrektorokat sorra cserélik le elektronikus változatra, mert ezek sokkal több információt tudnak gyűjteni, továbbítani és a mért eredményeik is pontosabbak. A 6.10. ábra egy elektronikus PTZ korrektort és adatgyűjtőt mutat be.



**6.10. ábra** Elektronikus PTZ korrektor és adatgyűjtő

Forrás: [www.flogiston.hu](http://www.flogiston.hu)

A műszer csatlakoztatható minden olyan gáztérfogat mérő készülékhez, amelyik elektromos impulzust tud adni. Része a gázmérőhöz közvetlenül csatlakozó hőmérséklet és nyomás távadó, amelyek a gázmérőben lévő üzemi jellemzőket mérik. A készüléket általában a gázmérő közvetlen közelében szerelik fel, annak érdekében is, hogy a korrektor minél rövidebb kábellel csatlakozhasson a távadó fejekhez. Több gyártó előírja, hogy a csatlakozó kábel nem lehet 1,5 m-nél hosszabb. A korrektor áramforrása a készülékben lévő akkumulátor. Az akkumulátor töltése kb. 5 évig elegendő. A gáztérfogat korrektor magában foglal több funkciót:

- méri a gázmérőbe lépő gáz hőmérsékletét,
- méri a gázmérőbe lépő gáz nyomását,
- átveszi a gázmérő mennyiségi impulzusát,
- adattárolás, általában 5 hónapig,
- a mért adatok távadása,
- kieső adatok helyettesítése,
- minden mért, számított adat és funkció kijelzése.

Legtöbb elektronikus korrektor további információkat is szolgáltat:

- feszültség kimaradás, akkumulátor csere szükséges jel,
- nyomás határérték túllépés jel,

- hőmérséklet határérték túllépés jel,
- üzembehelyezési hiba jel,
- kalibrálási hiba jel,
- adattárolási hiba jel,
- jelátalakítási hiba jel,
- bemeneti és kimeneti frekvencia határérték túllépés jel,
- a mérőkör megbontása vagy befolyásolása jel.

Az elosztói engedélyes a korrektor adatállományában folyamatosan ellenőrzi a felhasználó legnagyobb órai fogyasztását, a tárolt adatok kiolvasásával. Az elosztói engedélyes a távleolvasás adatait a helyszínen, a felhasználó jelenlétében is kiolvashatja, az adatokat a felhasználó is megkaphatja. A távleolvasott adatok sokrétű adatfeldolgozásra kerülnek. A távleolvasó rendszer nem hitelesíthető, de a ma használt távleolvasó rendszereknél a korrektorban tárolt és a távleolvasott adatok szignifikáns eltérését nem állapítják meg. Vita esetén a berendezésben tárolt adat a meghatározó. A korrektor adatait órai teljesítmény vita esetén a felek el szokták fogadni. A korrektorok általában 80 bar nyomásig, és  $-80 \dots +120^\circ\text{C}$  hőmérsékleti tartományban alkalmazhatók.

A hazai mérési referencia környezet  $273,15\text{ K}$  hőmérsékletet és  $101\,325\text{ Pa}$  nyomást jelent. Elosztói területen a korrektorba betáplálják a  $Z$  eltérési tényező értékét (a területre jellemző gázösszetétel és a mérőben uralkodó átlagnyomásra), valamint a hőmérséklet távadó, vagy a nyomás távadó esetleges meghibásodása esetére a jellemző üzemi hőmérsékletet, illetve üzemi nyomás értéket. Bármelyik távadó meghibásodása esetén a korrektor a beadott helyettesítő értékkel számol, és jelzi a valós érték kiesését. A korrektort, hasonlóan a gázmennyiség mérőkhöz, hitelesíteni kell. A hitelesítés 5 évig érvényes.

### ***Mérési hiba a korrektornál***

A korrektor eredő mérési pontosságát az egyes mérő eszközök (gázmennyiség, nyomás, hőmérséklet) hiba karakterisztikája alapján lehet számolni. Az egyik számolási mód: a három mérési funkció egyenkénti mérési hibájának összegzése.

$$H_e = H_T + H_p + H_q$$

ahol

$H_e$  eredő pontosság,

$H_T$  hőmérséklet távadó pontossága,

$H_p$  nyomás távadó pontossága,

$H_q$  a gáz mennyiség mérő pontossága.

A korrektor eredő pontossága általában  $\pm 5\%$ -on belül van.

## **6.5. A gázmennyiség meghatározása**

Az előzőekben ismertetett módszerek a mérőn áthaladó gázáram pillanatnyi értékét adják meg, de az elszámolási folyamatokban általában egy bizonyos időtartamra (pl. egy órára, egy napra, egy hónapra, vagy két leolvasás közötti időszakra) kell összegezni (integrálni) a mennyiségeket. Az összegzés legegyszerűbb módja, ha maga a mérő kialakítása ilyen, azaz az átáramlott gáz mennyiségének függvényében egy megfelelő mechanikus áttétellel a mérő már ezt az összegzett értéket mutatja a számlálószerkezetén. Ezt a módszert alkalmazzák a háztartási membrános mérőknél, a forgódugattyús, vagy mérőturbínás mérőknél is. A fordulatszámolás során a normálállapotra történő átszámítás is megoldható, de a már megismert korrekciós eljárások is alkalmazhatók. Elektronikus mérőknél, vagy ilyen

korrektorral ellátott mechanikus mérőknél a pillanatnyi értékek összegzését egy mikroszámítógép, vagy más néven számlálómű végzi. Számolja a két mérés közötti ciklusidőre vonatkozó gázmennyiségeket, és egymást követően összegzi ezeket.

### ***Irodalom***

BALLA, J.: Metrológia a földgázszállításban. Előadás, Miskolc, 2011.11.25.

CSÉKI, I.: Épületgépészeti zsebkönyv; Magyar Mediprint Szakkiadó, Budapest, 1997. ISBN 963 8114 11 8

ERDŐSI, I.: Épületgépészeti laboratóriumi gyakorlatok; Műegyetemi Kiadó, Budapest, 1999.

KÁROLYI, Gy.: A hibaszámítás alapjai; OKGT Gáztechnikai Kutató és Vizsgáló Állomás, Budapest, 1970.

MENYHÁRT, J.: Az épületgépészet kézikönyve; Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1978. ISBN 963 10 2479

MSZ EN ISO 6976: 2017 Földgáz. A hőértékek, a sűrűség, a relatív sűrűség és a Wobbe-szám számítása a gázösszetételből

RÉKASI, B. - KOCSMÁR, K.: Ultrahangos gázmérő a háztartási fogyasztásmérésben; Gázberendezések, gázfelhasználás, 2000/2001.

SZUNYOG, I.: Gázipari laboratóriumi gyakorlatok; Miskolci Egyetem Gázmérnöki Intézeti Tanszék. Oktatási segédlet, 2007.

TIHANYI, L. - ZSUGA, J.: Földgázszállító rendszerek üzemeltetése; Miskolci Egyetem, Gazdász Elasztik, Kft. 2013. ISBN 978-963-358-010-3

VIDA, M. (főszerk.): Gáztechnikai kézikönyv; Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1984. ISBN 963 10 5687 2

## 7. Gázminőség mérő eszközök

A gázösszetételt régebben az Orsat-féle gázelemzővel határozták meg. A készülék elve a gázok abszorpcióján alapul. A mérés lényege, hogy az abszorbeáló folyadék a gázkeveréknek csupán egyetlen komponensét nyeli el, így az abszorpció után a vizsgált gázkeverékben a mérendő alkotórész már nem található. A gázkeverékből vett minta térfogatát az abszorpció előtt és után egyaránt meghatározva, a térfogatcsökkenés aránya adja a mérendő alkotók arányát a keverékben. A keverék összetételét ma már gázkromatográffal határozhatjuk meg. A kromatográf a hővezető képesség elvén elemzi a földgáz összetevőit. A készülék és a hozzá kapcsolt számítógép nem csak a keverék összetételét adja eredményül, hanem az éghető gáz egyéb fontos jellemzőit is számítja, mint a felső- és alsó hőértékeket, relatív sűrűséget, Wobbe-számokat, az égéstermék  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  és  $\text{N}_2$  tartalmát, az égéstermék mennyiséget, a  $\text{CO}_{2\text{max}}$  értéket és az elméletileg szükséges levegőmennyiséget is.

### 7.1. Gázösszetétel mérés

A gázkromatográfok használatára a következő szabványok vonatkoznak:

- MSZ ISO 10715: 1998 *Földgáz. Mintavételi irányelvek*
- MSZ EN ISO 6974-1: 2012 *Földgáz. Az összetétel és a kapcsolódó mérési bizonytalanság meghatározása gázkromatográfiával. 1. rész: Általános irányelvek és az összetétel számítása*
- MSZ EN ISO 6974-2: 2012 *Földgáz. Az összetétel és a kapcsolódó mérési bizonytalanság meghatározása gázkromatográfiával. 2. rész: Bizonytalansági számítások*
- MSZ ISO 6974-3: 2001 *Földgáz. Adott bizonytalanságú, gázkromatográfiás összetétel-meghatározás. 3. rész: Hidrogén, hélium, oxigén, nitrogén, szén-dioxid, valamint szénhidrogének meghatározása C8-ig, két töltött oszlop alkalmazásával*
- MSZ ISO 6974-4: 2001 *Földgáz. Adott bizonytalanságú, gázkromatográfiás összetétel-meghatározás. 4. rész: Nitrogén, szén-dioxid, valamint C1–C5 és C6+ szénhidrogének meghatározása laboratóriumban és on-line mérőrendszeren, két oszlop alkalmazásával*
- MSZ EN ISO 6974-5: 2014 *Földgáz. Adott bizonytalanságú, gázkromatográfiás összetétel-meghatározás. 5. rész: Izotermás módszer a nitrogén, szén-dioxid, valamint a C1–C5 és C6+ szénhidrogének esetén*
- MSZ EN ISO 6976: 2017 *Földgáz. A hőértékek, a sűrűség, a relatív sűrűség és a Wobbe-szám számítása a gázösszetételből*
- MSZ ISO 6976: 1997 *Visszavont(!) Földgáz. A hőértékek, a sűrűség, a relatív sűrűség és a Wobbe-szám számítása a gázösszetételből*

A hőértéket és a relatív sűrűséget legfeljebb 0,1% pontossággal kell meghatározni -10...+50°C hőmérséklet tartományban.

A gázösszetétel mérés három legfontosabb célja:

- a kereskedelmi célú gázértékesítéshez a gáz minőségének meghatározása, a hőmennyiség kiszámításához,
- az üzemelő gázellátó rendszerből üzemszerűen vagy meghibásodás miatt a levegőbe kerülő gáz jelenlétének és koncentrációjának meghatározása,

- a gáz elégetésekor keletkezett (gáz halmazállapotú) égéstermék összetételének, vagy egyes összetevőjének kimutatása.

A két utóbbi esetben a mérések célja a robbanásveszélyes vagy egészségre káros gázkoncentráció elkerülése és az égéstermék mérgező összetevőinek jelenlét kimutatása. A gázösszetétel vizsgálata a legtöbb esetben a meghatározó hányadban jelen lévő éghető, robbanóképes szénhidrogén kimutatását jelenti. Ez földgáz esetében a metán, a pébé esetében a propán és a bután. A füstgáz vizsgálatok elsősorban a szén-monoxid jelenlétének kimutatására irányulnak, de gyakran mérik az égéstermék nitrogénoxid ( $\text{NO}_x$ ) tartalmát is.

A kereskedelmi forgalomban a földgázt hőmennyiség tartalom, a pébégázt tömeg alapján számolják el. Az elszámolásoknak fontos eleme a gáz összetétele, és az ebből számolható fizikai, tüzeléstechnikai paraméterek.

A gázösszetétel mérési eljárások egyik csoportosítása:

- hordozható műszerekkel,
- telepített készülékekkel.

A hordozható műszerek jellemzői:

- kis méret,
- a készülék villamos működésű, az áramforrás akkumulátor vagy elem,
- könnyű, egy kézben tartható,
- gyors,
- sokszor csak egy gáz komponens mérésére alkalmas.

A telepített készülékek általában laboratóriumban működnek:

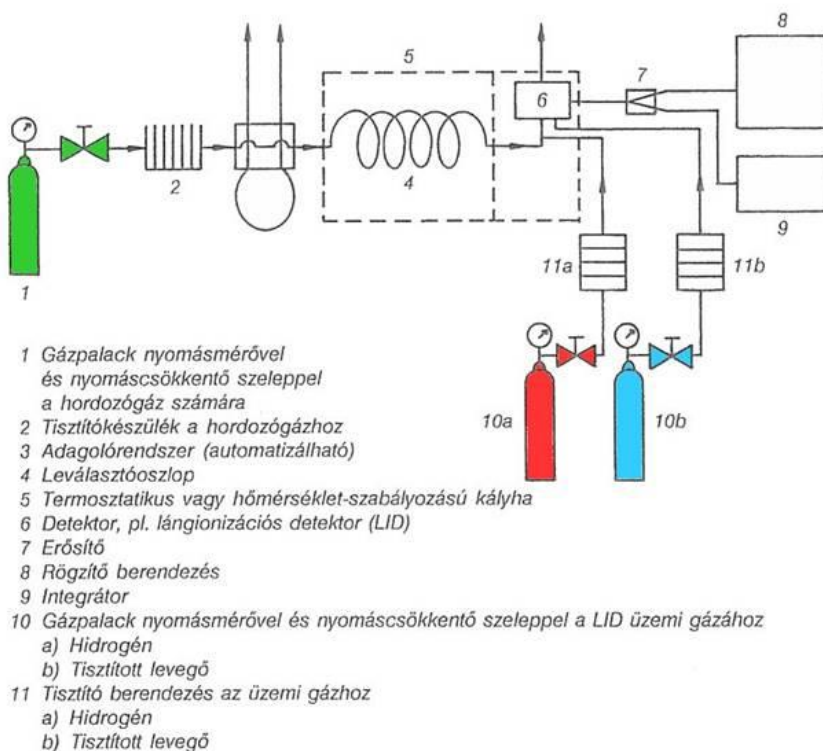
- mérete, bonyolultsága miatt nem hordozható,
- villamos hálózatról működik,
- esetenként segédgázt is használ,
- a mérés hosszabb ideig is tarthat,
- több komponens vagy teljes összetétel mérésére alkalmas,
- nagy pontossággal mér.

A gázkromatográf egy méréssel meghatározza valamennyi komponens molszázalékát. A műszert rendszeresen, naponta kalibrálni kell hitelesítő (pontosan meghatározott összetételű) gázzal. A hitelesített kromatográf műszer hibája:  $\max. \pm 0,1\%$ .

Működése olyan elválasztási technikán alapul, ahol a vizsgálandó gáz komponenseit mozgó gázfázisban elemzik (7.1 ábra). A mérés két részből áll: mérés előkészítésből és magából a mérésből. A mérés előkészítése során elkeverik a vizsgálandó gázt egy másik, semleges gázban, az úgynevezett vivőgázban, mely folyamatosan áramlik egy csövön át. A csőből a keverék olyan kolonnába kerül, amelyben nagy felületű anyagot tartalmazó szilárd szemcsék helyezkednek el. Ezek a szilárd szemcsék kettős akadályt képeznek: szerkezetükkel és felületi aktivitásukkal is akadályozzák a beáramló gázelegyet. A gáz különböző összetevőire az akadályok különbözőképp hatnak, ezért eltérő mértékben lassulnak le a hosszú akadálycsövön történő áthaladás közben. Az áthaladás végére a gáz összetevők különböző sorrendben érkeznek meg, és egymást követve jutnak az érzékelő rendszerbe. A szétválasztott gázokat ezután többféle, hővezető képességi, lángionizációs, stb. elven működő detektor érzékeli. A lángionizációs (FID) detektorban a gázt hidrogén és oxigén elegyével égő lángba vezetik, mely a szerves komponenseket ionizálja, a detektor elektródái között folyó áram arányos az adott komponens koncentrációjával. A detektor jele a feldolgozó egységbe kerül, amely a mért értékeket kijelzőre adja. A kijelzőn egy görbe jelenik meg, amelynek a retenciós ideje (a minta adagolásától az adott komponensnek a detektorban maximális koncentrációban megjelenéséig eltelt idő) az anyag minőségére, amplitúdója pedig az anyag mennyiségére jellemző. Az összetevő pontos mennyisége a görbe alatti terület integrálásával határozható meg. Ilyen gázkromatogramra mutat példát a 7.2. ábra.

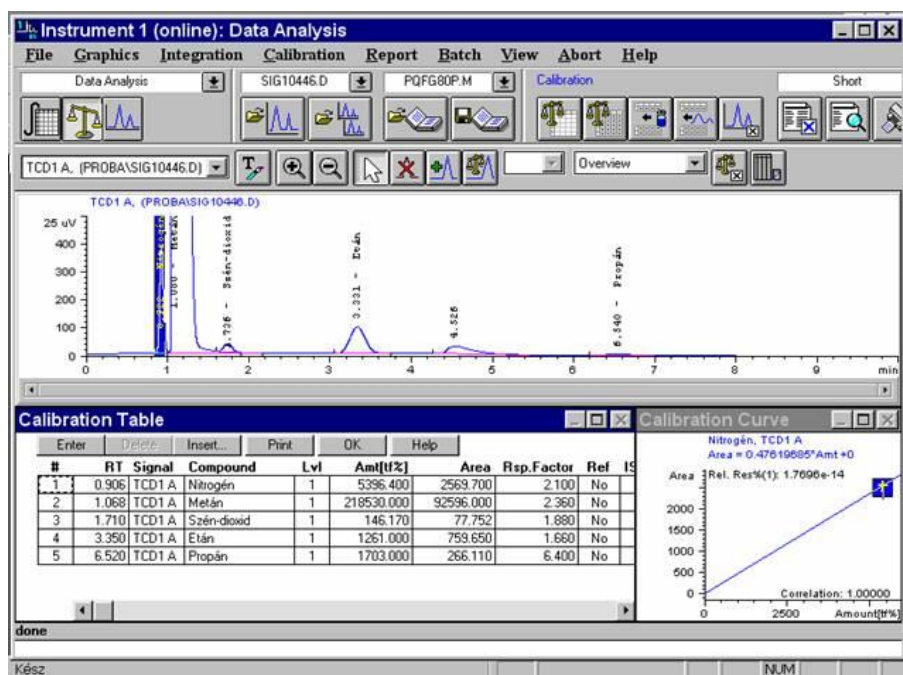
A gázkromatográf pontossági jellemzői:

- ismétlőképesség a felső hőértékre:  $< 0,05\%$ ,
- mérési bizonytalanság (ismétlőképesség+kalibráló gáz bizonytalansága):  $< 0,1\%$ ,
- térfogatmérés bizonytalansága:  $0,6...1,5\%$ .



7.1. ábra Gázkromatográfiás rendszer felépítése

Forrás: Cerbe, 2007.



7.2. ábra Gázkromatogram számítógépi megjelenítése

Forrás: Szunyog ea., 2009.

A gázkromatográffal mért összetevők: C1, C2, C3, iC4 (izobután), nC4 (normál bután), iC5, nC5, C6+, N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>. A pontos gázösszetétel meghatározása után kerülhet sor a már említett szabványok alapján az egyes tüzeléstechnikai jellemzők számítására. A számított paraméterek a következők az ÜKSZ ide vonatkozó fejezete értelmében.

#### 6.8.1.2. A földgáz minőségi paramétereinek meghatározása és mérése

(a) A szállítási rendszerüzemeltető által végzett minőségi méréseket tekintve a földgáz minőségi paraméterei alatt az alábbi jellemzők értendők:

- i. összetevőinek koncentrációja (metán, etán, propán, n-bután, i-bután, n-pentán, i-pentán, neo-pentán, hexán és annál nehezebb szénhidrogének, szén-dioxid, nitrogén stb.);
- ii. relatív sűrűsége (-)(0°C);
- iii. alsó hőértéke (fűtőértéke (15/15°C));
- iv. felső hőérték (égéshő (25/0°C));
- v. Wobbe szám (25/0°C).

(c) A relatív sűrűség és hőértékek kiszámítását a földgáz összetételből az „MSZ ISO 6976 - A hőértékek, a sűrűség, a relatív sűrűség és a Wobbe-szám számítása a földgázösszetételből” szerint kell elvégezni.

(e) A gázhálózaton telepített kromatográfokban képezni kell a földgáz minőségi paramétereinek órai és 24 órás átlagértékeit.

#### A hőértékek, a sűrűség, a relatív sűrűség és a Wobbe-szám számítása a gázösszetételből

A földgázok legfontosabb fizikai jellemzői a következőképpen számíthatók az MSZ ISO 6976 szabvány értelmében.

##### Hőértékek

Az a hőmennyiség, amely meghatározott mennyiségű gáznak levegőben való tökéletes elégetése során felszabadul feltéve, hogy a  $p_1$  nyomás (amelyen a reakció végbemegy) állandó, és az összes égéstermék ugyanarra a  $t_1$  hőmérsékletre hűtik, azaz a reagáló anyagok megadott hőmérsékletére;

- ha az összes égéstermék gázhalmazállapotú, akkor az alsó hőértékről,
- ha az összes égéstermék gázhalmazállapotú kivéve az égés során keletkezett vízgőzt, amely  $t_1$  hőmérsékleten kondenzálódva folyadék-halmazállapotú, akkor a felső hőértékről van szó.

Jele:  $H_f$  (felső hőérték) és  $H_a$  (alsó hőérték)

Mértékegysége: MJ/m<sup>3</sup>, kWh/m<sup>3</sup> (1 kWh=3,6 MJ)

A térfogategységre vonatkoztatott hőérték számítása reális gázoknál:

$$H_{f,a} = \sum_{i=1}^n x_i \cdot H_i^0 \cdot \frac{p}{R \cdot T} \cdot \frac{1}{Z_{kev}(t,p)}$$

ahol

$x_i$  az i-edik komponens molfrakciója, (-)

$H_i^0$  az i-edik komponensnek az ideális állapotra vonatkozó moláris hőértéke, (kJ/kmol)

$p$  a gázkeverék nyomása, (Pa)

$R$  a moláris gázállandó, (8,314510 kJ/(kmol·K))

$T=t+273,15$  K a keverék hőmérséklete, (K), ahol  $t$  a °C-ban mért gázhőmérséklet

$Z_{kev}(p,t)$  a gázkeverék adott nyomáson és hőmérsékleten vett eltérési tényezője, (-)

### Sűrűség

Egy gázminta tömegének és térfogatának a hányadosa, meghatározott nyomáson és hőmérsékleten.

*Jele:*  $\rho$

*Mértékegysége:*  $\text{kg/m}^3$

A sűrűség számítása reális gázoknál:

$$\rho = \left( \frac{p}{R \cdot T} \right) \cdot \sum_{i=1}^n x_i \cdot M_i \cdot \frac{1}{Z_{kev}(p, t)}$$

ahol

$p$  a gázkeverék nyomása, (Pa)

$R$  a moláris gázállandó, (8,134510 kJ/(kmol·K))

$x_i$  az  $i$ -edik komponens móltörtje, (-)

$M_i$  az  $i$ -edik komponens móltömege, (kg/kmol)

$T=t+273,15 \text{ K}$  a keverék hőmérséklete, (K) ahol  $t$  a °C-ban mért gázhőmérséklet

$Z_{kev}(p, t)$  a gázkeverék adott nyomáson és hőmérsékleten vett eltérési tényezője, (-)

### Relatív sűrűség

A gáz és a vele azonos nyomású és hőmérsékletű standard összetételű száraz levegő sűrűségének hányadosa. Az ideális relatív sűrűség kifejezést akkor használjuk, ha mind a gázt, mind a levegőt olyan közegnek tekintjük, amely követi az ideális gáztörvényt. A reális relatív sűrűség kifejezést akkor használjuk, ha mind a gázt, mind a levegőt reális közegnek tekintjük.

*Jele:*  $d$

*Mértékegysége:* -

Az ideális és reális gáz sűrűségének számítása:

ideális gáz esetén:

$$d^0 = \sum_{i=1}^n x_i \cdot \frac{M_i}{M_{lev}}$$

reális gáz esetén:

$$d(p, t) = d^0 \cdot \frac{Z_{lev}(p, t)}{Z_{kev}(p, t)}$$

ahol

$d_0$  az ideális gáz relatív sűrűsége, (-)

$x_i$  az  $i$ -edik komponens móltörtje, (-)

$M_i$  az  $i$ -edik komponens móltömege, (kg/kmol)

$M_{lev}$  a standard összetételű száraz levegő móltömege, (kg/kmol)

$z_{lev}(p, t)$  a standard összetételű száraz levegő kompressziós tényezője, (-)

$z_{lev}(273,15 \text{ K}; 101\,325 \text{ Pa})=0,99941$

$z_{lev}(288,15 \text{ K}; 101\,325 \text{ Pa})=0,99958$

$z_{lev}(293,15 \text{ K}; 101\,325 \text{ Pa})=0,99963$

$z_{kev}(p, t)$  - a gáz kompressziós tényezője adott nyomáson és hőmérsékleten, (-)

### Wobbe index

Adott referenciaállapotra megadott, térfogategységre vonatkoztatott égéshő és a vele azonos mérési referenciaállapotban meghatározott relatív sűrűség négyzetgyökének hányadosa.

*Jele:*  $W_f$  (felső Wobbe-szám) és  $W_a$  (alsó Wobbe-szám)

*Mértékegysége:*  $\text{MJ/m}^3$ ,  $\text{kWh/m}^3$

A reális gáz Wobbe-számának számítása:

$$W_{a,f} = \frac{H_{f,a}(p, t)}{\sqrt{d(p, t)}}$$

ahol

$H_{f,a}$  a gázkeverék hőértéke adott hőmérsékleten és nyomáson, ( $\text{kWh/m}^3$ )

$d(p, t)$  a gázkeverék relatív sűrűsége ugyanazon vonatkoztatási feltételek mellett, (-)

### Kompressziós tényező

Meghatározott nyomású és hőmérsékletű gáztömeg tényleges (valós) térfogata osztva a fizikai gáztörvényből azonos körülményekre számított térfogatával.

*Jele:*  $Z(p, T)$

*Mértékegysége:* -

A reális gázra jellemző kompressziós tényező számítása:

$$Z(p, t) = 1 - \left[ \sum_{i=1}^n x_i \cdot \sqrt{b_i} \right]^2$$

ahol

az összegzés elvégzendő a keverék összes  $n$  db komponensére

$x_i$  az  $i$ -edik komponens móltörtje, (-)

$\sqrt{b_i}$  az un. összegzési tényező (az ISO 6976 szabvány 2. táblázatából)

Az egyes földgázösszetevőkre vonatkozó hőértékek, moláris tömegek, és összegzési tényezők a 12.3. mellékletben megtalálhatók.

Az országban a földgáz elszámolásokhoz a napi átlag felső hőértéket (égéshőt) a földgázszállítói engedélyes határozza meg. A földgázszállító minden szállítóvezetéki csomóponton gázkromatográfot üzemeltet. Ez a műszer meghatározott időnként (általában 4 percenként) mintát vesz minden, a csomópontba befutó szállítóvezeték szakaszból, és meghatározza a gáz összetételét. A gázösszetételből az adott szállítóvezeték szakaszon áramló gáz hőértéke és egyéb tüzeléstechnikai jellemzője számítható. A szállítói engedélyes által deklarált napi átlag felső hőérték a négyperces mérések súlyozott számtani közepe. A földgázszállító felső hőérték adatszolgáltatását minden elosztói engedélyes és kereskedő, illetve felhasználó elfogadja.

## 7.2. Szaghatás mérés

A közszolgáltatásra kerülő földgáz és pébé a gáz termelésekor még szagtalan gázkeverék. A gázfelhasználók legtöbbje nem rendelkezik gázérzékelő műszerrel, ezért a gázt természetes szaglószervvel észlelhetővé kell tenni. A gázt mesterségesen szagosítják. A szagosító anyaggal szemben támasztott legfontosabb követelmények:

- alacsony koncentráció mellett is jól érzékelhető legyen,
- riasztó hatású legyen,
- alacsony forráspontja és magas dermedéspontja legyen,
- jól diszpergálódjon a gázban,
- kémiaiilag stabil vegyület legyen,
- az alkalmazott koncentrációban ne legyen mérgező,
- a talajban ne adszorbeálódjon,
- a gázzal együtt elégjen, égésterméke különös környezetkárosítást ne okozzon.

A szagosításra leggyakrabban használt anyagok:

- etil-merkaptán (EM)
- tetra-hidro-tiofén (THT)
- tercier-butyl-merkaptán (TBM)

Mindegyik szagosító anyag kén vegyület, kissé korrozív hatású. Gáz halmazállapotban, nagyobb koncentrációban mérgező. A szagosítóanyagot a földgázszállító rendszer csomópontjaiban, illetve a pébé termelő üzemekben adagolják mennyiség arányosan. A magyar földgázrendszerben THT és TBM 50-50%-os keverékét használják. Megfelelő mértékű a szagosítás, ha egészséges ember 1:200 hígításban jól érzi a gáz jellegzetes szagát. Az érzékszervi megfigyelés mellett műszeres mérések is rendelkezésre állnak:

- *Odoriméter*: egy tűszelep segítségével a változatlan nagyságú levegőáramhoz növekvő arányban gázt vezetnek egészen addig, amíg a vizsgáló személy a szaghatást nem ismeri fel. Ezt a mennyiségi határértéket hozzárendelik a szagosítószerszhez. A vizsgálatot több személlyel célszerű elvégeztetni.
- *Adszorpciós vizsgáló csövek*: üvegcsőben szagosított földgáz átszívásával a kálium-permanganát töltet elszíneződését lehet összehasonlítani etalon színmintával.
- *Elektrokémiai műszer*: két elektróda között átáramló gázban elektron áramlás indul el, és a feszültség megváltozik, ha kénszármazék kerül az elektródák közti térbe. A feszültségváltozás függ a szagosítóanyag fajtájától, kevert szagosítóanyag esetén a mérés hibás lehet.
- *Kromatográf*: lángfotometrikus vagy elektrokémiai detektor mérési elven működnek.

A téli és nyári időszakban eltérő szagosítási normát alkalmaznak. Télen kevesebb, nyáron több szagosító anyag szükséges, mivel magasabb hőmérsékleten az anyag könnyebben bomlik, és veszít szaghatásából. Magyarországon télen 13,3 ml/em<sup>3</sup> és nyáron 16,0 ml/em<sup>3</sup> az alkalmazott szagosítási norma. Földgázszállító rendszeren alkalmazott szagosító egységre mutat példát a 7.3. ábra.



**7.3. ábra** Földgáz szagosító egység

Forrás: lewa.hu

### 7.3. Kéntartalom mérés

A földgáz kéntartalma minden felhasználási technológiában káros, ezért ennek legalacsonyabb szinten tartása a gázelőkészítő üzemek fontos feladata. A földgáz kéntartalmának mérésére gázkromatográfot használnak. Ugyanez a berendezés méri a földgáz szagosítóanyag tartalmát is. A gázkromatográf hidrogén vivőgázzal működik, és az égetés levegővel történik. A mérést 20 percenként végzik, a szállítóvezetési csomópontokban. Az MSZ 1648: 2000 szabvány szerint a kénhidrogén ( $\text{H}_2\text{S}$ ) határértéke a földgázban:  $20 \text{ mg/gnm}^3$ , az összes kén határértéke:  $100 \text{ mg/gnm}^3$ . (Az európai ajánlás:  $5 \text{ mg/gnm}^3$  és  $30 \text{ mg/gnm}^3$ ). A már említett új MSZ 1618: 2016 szabvány a H minőségű gázra az MSZ EN 16726: 2016 szabvány általi követelményeket, azaz a  $\text{H}_2\text{S}+\text{COS}$  határértéket  $5 \text{ mg/m}^3$ -ben, a merkaptán-kén (SH) határértéket  $6 \text{ mg/m}^3$ -ben maximálja. Az összes kéntartalmat max.  $30 \text{ mg/m}^3$  értékben szabja meg, ha a nagynyomású rendszerben szagosított gáz is előfordulhat, egyébként  $20 \text{ mg/m}^3$  lehet legfeljebb.

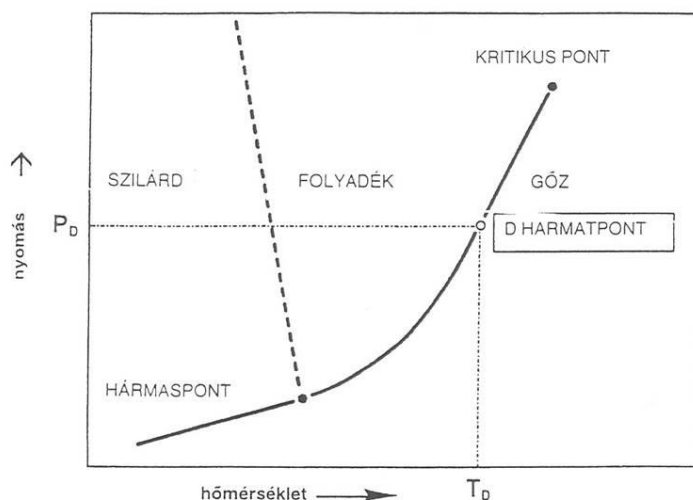
### 7.4. Harmatpont mérés

#### Vízharmatpont mérés

A vízharmatpont az a hőmérséklet, amely fölött az adott nyomáson vízkondenzáció nem következik be. Bármely ennél kisebb nyomáson és ezen a hőmérsékleten nincs kondenzáció. A földgázelosztó és -szállító rendszer minden elemét úgy tervezték, hogy a rendszerben üzemi körülmények között cseppfolyós víz nem keletkezik. A földgáz előkészítő üzemekben a földgáz víztartalmát különböző eljárásokkal csökkentik, az MSZ 1648 szabványban előírt határérték alá:

- expanziós szeparátorokkal, ahol a gáz nyomáscsökkentésével előálló lehűlés segíti elő a vízgőz kondenzálódását, a kondenzátumot lecsapolják,
- abszorpciós eljárással, ekkor a vizet (vígőzt) elnyelő folyadékkal ütköztetik a nyers földgázt,
- adszorpciós módszerrel, amikor a földgáz vízgőz tartalmát aktív felületű anyagokon kötik meg.

A víz nyomása és hőmérséklete közötti összefüggést mutatja a 7.4. ábra.



7.4. ábra A víz fázisdiagramja

Forrás: MSZ ISO 13686

A víztartalom vagy a víz harmatpont mérésére használt elvek:

- kvarckristályos mikromérleg: a vízmolekulák egy aktív bevonaton keresztül jutnak el a vízelnyelő bevonathoz, majd egy elektródához. Időegység alatt a rétegek telítődésének mértéke arányos a gáz víztartalmával. A módszer 0,1...2500 ppm víztartalom mérésére alkalmas. A műszer pontossága  $\pm 10\%$ . A műszer automatikusan kalibrálja magát.
- hangolható diódás lézer elnyeletés: referencia gáz ismert víztartalmát optikai eljárással, fotodiódával érzékelik. A minta gázt párhuzamos mérőcellában, azonos körülmények között vizsgálják. A fény torzulás arányos a minta gáz víztartalmával. A műszer 5...2500 ppm közötti víztartalmat mér, pontossága  $\pm 2\%$ . A műszer önmagát kalibrálja.

Az MSZ 1648: 2000 szabványban megengedett víztartalom ( $170 \text{ mg/m}^3$ ) a különböző nyomásokon eltérő víz harmatpontot eredményez (7.1. táblázat):

**7.1. táblázat**

*A gáz nyomása és a vízharmpont összefüggése*

Nyomás (bar, abszolút)	Vízharmpont (°C)
70	7,7
60	5,9
50	3,7
40	1,0
30	-2,5
20	-7,7
10	-16,3
5	-24,6
1	-41,1

*Forrás: Szilágyi, 2013.*

A szállítóvezeték rendszerre jellemző 40 bar nyomáson a vízharmpont és a víztartalom összefüggését mutatja be a 7.2. táblázat.

**7.2. táblázat**

*A vízharmpont és a víztartalom összefüggése 40 bar nyomáson*

Vízharmpont (°C)	Víztartalom ( $\text{g/m}^3$ )	Víztartalom (ppm)
-40	0,009	11,2
-35	0,013	17,1
-30	0,019	24,9
-25	0,028	36,8
-20	0,040	52,5
-18	0,047	61,7
-16	0,054	70,9
-14	0,062	81,4
-12	0,072	94,5
-10	0,083	108,9
-8	0,095	124,7
-6	0,108	141,8
-4	0,124	162,8
-2	0,142	186,4
0	0,161	211,3
1	0,172	225,8
2	0,183	240,2
4	0,208	273,0
6	0,236	309,8

*Forrás: Szilágyi, 2013.*

### Szénhidrogén harmatpont mérés

Azt a hőmérsékletet, amely fölött az adott nyomáson nincs szénhidrogén-kondenzáció, szénhidrogén harmatpontnak nevezzük. Egy adott harmatpont hőmérsékleten van egy nyomástartomány, amelyen belül a kondenzáció létrejön, kivéve egy pontot, a kritikus kondenzációs hőmérsékletet. A földgázrendszer minden elemét úgy tervezték, hogy a rendszerben üzemi körülmények között cseppfolyós szénhidrogén nem keletkezik. A földgáz előkészítő üzemekben a földgáz kondenzálódásra hajlamos szénhidrogén tartalmát különböző eljárásokkal csökkentik az MSZ 1648 szabványban előírt határérték alá hasonló működési elvű berendezésekkel, mint amelyek a vízhatmatpont csökkentésénél is megjelentek.

A kondenzálódó szénhidrogén tartalom mérésére optikai eljárást alkalmaznak: fénynyalábot bocsátanak a gázáramon át hűtött tükörrre, és a fénynyaláb torzulását mérik. A fény torzulása arányos a földgáz szénhidrogén kondenzátum tartalmával. Az alkalmazott műszer szokásos pontossága a harmatpont megállapítására:  $\pm 0,5^\circ\text{C}$ . Az MSZ 1648: 2000 szabvány a szénhidrogén harmatpontra ad előírást: 40 bar nyomáson  $+4^\circ\text{C}$  hőmérsékleten, vagy alatta legyen a harmatpont. Az európai ajánlás 70 bar nyomáson  $-2^\circ\text{C}$ . Az egyes szénhidrogének forráspontját mutatja a 7.3. táblázat.

**7.3. táblázat**  
Szénhidrogének forráspontja atmoszférikus nyomáson

Összetevő	Képlet	Forráspont atmoszférikus nyomáson	
Metán	$\text{CH}_4$	$-161,5^\circ\text{C}$	Gáz halmazállapotúak átlagos környezeti hőmérsékleten és nyomáson
Etán	$\text{C}_2\text{H}_6$	$-88,5^\circ\text{C}$	
Propán	$\text{C}_3\text{H}_8$	$-42,2^\circ\text{C}$	
i-Bután	$\text{C}_4\text{H}_{10}$	$-12,1^\circ\text{C}$	
n-Bután	$\text{C}_4\text{H}_{10}$	$-0,5^\circ\text{C}$	
i-Pentán	$\text{C}_5\text{H}_{12}$	$27,9^\circ\text{C}$	Folyadék halmazállapotúak átlagos környezeti hőmérsékleten és nyomáson
n-Pentán	$\text{C}_5\text{H}_{12}$	$36,1^\circ\text{C}$	
Hexán	$\text{C}_6\text{H}_{14}$	$69,0^\circ\text{C}$	
Heptán	$\text{C}_7\text{H}_{16}$	$98,4^\circ\text{C}$	
Oktán	$\text{C}_8\text{H}_{18}$	$125,6^\circ\text{C}$	

Forrás: Vida, 1984.

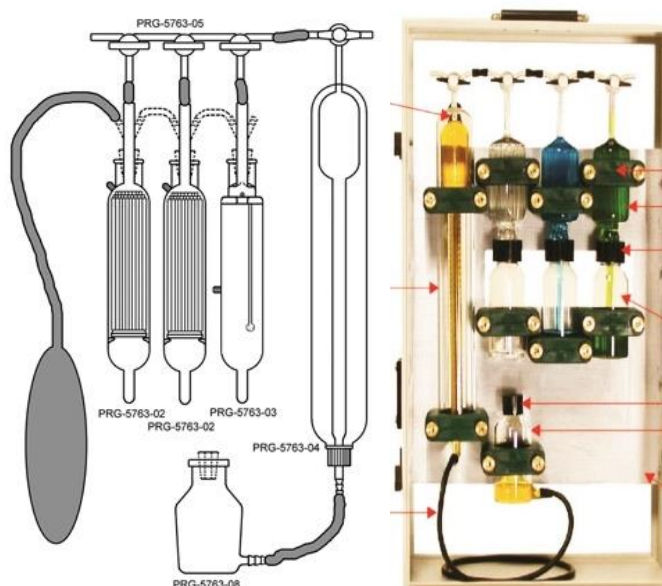
### 7.5. Gázkoncentráció mérés

A gázipari gyakorlatban sok esetben nem a konkrét gáz összetételére, hanem egy vagy több komponensének a jelenlétére, illetve koncentrációjára vagyunk kíváncsiak. Ebben az esetben gázérzékelő műszereket használunk, melyek alkalmasak a zárt terekben megjelenő robbanásveszélyes, vagy egészségre ártalmas összetevők kimutatására, szivárgási helyek beazonosításra. Ezek a műszerek többféle mérési elven működhetnek. A méréshez felhasználnak minden olyan fizikai, kémia, elektromos jelenséget, amelyet a gáz(komponens) koncentrációjának változása módosít. A műszerek általában egy gázkomponenst mérnek, de akár ppm nagyságrend kimutatására is alkalmasak. A mérés leggyakoribb célja a robbanásveszélyes gázkoncentráció jelenlétének megállapítása adott térben.

***Az egyes komponensek elnyeletésével működő műszerek***

A legismertebb műszerek:

- Orsat-féle elemző, laboratóriumi műszer:  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{O}_2$  abszorpcióján alapul. Meghatározott térfogatú és nyomású gázt abszorbereken hajtanak keresztül. A gázkomponenseket folyadékban elnyeletik, a gáz térfogatváltozása alapján az elnyeletett összetevő térfogata meghatározható.  $\text{CO}_2$  elnyeletésére kálilúg vagy nátronlúg,  $\text{CO}$  abszorpcióra ammóniás rézklorid oldat,  $\text{O}_2$  elnyeletésére híg kénsav vagy sósavoldat a legalkalmasabb. Százalékos pontossággal mér. A 7.5. ábra az Orsat-féle gázelemző felépítését mutatja be.



**7.5. ábra** Orsat-féle gázelemző

Forrás: Vida, 1984.; [www.apexinst.com](http://www.apexinst.com)

- Adszorpciós csövek (több gyártó is készíti ezeket a mérőcsöveket, de a gáziparban először a Dräger csövek jelentek meg). Szilárd, szemcsés hordozó anyagra olyan adszorbens anyagot visznek fel, amely megköti az adott gázkomponenst, és további reagenssel kiegészítve az adszorbens el is színeződik az adott gázkomponenssel való érintkezéskor. Az üvegcsövön meghatározott mennyiségű gázt pumpálnak át, általában meghatározott térfogatú gumi ballonnal. Az adszorbens elszíneződésének mértéke kalibrálható, és százalékos nagyságrendű pontossággal a keresett gázkomponens kimutatható. A mérési elvet olcsósága, gyorsasága miatt használják, de csak közelítő pontossággal adja meg az adott komponens koncentrációját. Több mint száz gázfajta detektálásához lehet ezen az elven működő mérőcsöveket kapni.

## ***További, más mérési elven működő műszerek***

### ***Katalitikus égetésen alapuló műszerek***

Pontosan ismert összetételű mérőgáz lángjában platinaszál izzik. A mérőgázhoz keverik a vizsgálni kívánt gázt, amely az égés során megváltoztatja az izzó platina szál ellenállását. Az ellenállás változás arányos a gázkoncentrációval. Főleg CO kimutatására használják.

### ***Hővezető képesség mérésen alapuló műszerek***

Pontosan ismert összetételű mérőgázban platinaszál izzik. A mérőgázhoz keverik a vizsgálni kívánt gázt, amely megváltoztatja a gáz hővezető képességét, és ezzel az izzó platina szál ellenállását. Az ellenállás változás arányos a gázkoncentrációval.

### ***Mágneses oxigénelemzők***

Az oxigén paramágneses jelenséget mutat, mert az oxigén molekulák dipólusos szerkezetűek, és ezeket a molekulákat a mágneses tér rendezi. A mágneses tér vonzza az  $O_2$  molekulákat, a mágneses térbe kerülő oxigén tartalmú gáz mágneses szelet generál. A mágneses szél erőssége arányos a gáz oxigén tartalmával. A mérőműszerben platinahuzal izzik, amelyre mágneses térrel felgyorsított oxigén tartalmú gázt bocsátanak. A felgyorsult gázáram hűti a platina huzalt, emiatt a huzal ellenállása csökken. Az ellenállás változása arányos a gáz oxigén tartalmával.

### ***Ultrahanggal mérő készülék***

Az ultrahang impulzus torzulása a különböző gázokban eltérő. A műszerben van egy mérőgázzal működő referencia cella és egy mérendő gázzal töltött mérő cella. Az ultrahangot átvezetik mindkét cellán, és mérik a két hullám interferenciáját. Az interferencia arányos a mérő cellában lévő gáz összetételével.

### ***Infravörös sugárzást mérő műszerek***

Az infravörös fény spektrum bizonyos frekvenciáit a gáz egyes alkotói elnyelik, a megváltozott fény spektrum kimutatja a jelen lévő egyes gázkomponenseket. A műszer  $CO_2$  és vízgőz jelenlétében bizonytalan mérési eredményt ad.

Használhatnak még elektrokémiai mérőcellát, diffúz félvezető szenzort, lézer spektroszkópiás mérőket is. A mérőeszközök közös tulajdonsága, hogy:

- csak rendszeres használat mellett tartható fenn a műszer érzékenysége,
- a műszert rendszeresen mérőgázzal újra kell kalibrálni,
- különböző gázkeverék alkotók jelenléte esetén egyes műszerek nem használhatók.

A 7.6. ábrán a nyomvonal ellenőrzésnél gyakran alkalmazott, hordozható gázérzékelők láthatók.



**7.6. ábra** Szivárgáskereséshez és nyomvonal ellenőrzéshez alkalmas gázérzékelők

Forrás: [www.sewerin.com](http://www.sewerin.com)

A gázellátás Műszaki Biztonsági Szabályzata (MBSZ) több esetben előírja gázkoncentráció érzékelő berendezés állandó használatát olyan zárt terekben, ahol a gáz üzemszerűen kiléphet a helyiség légterébe, és a kilépő gáz koncentrációja elérheti az alsó robbanási koncentráció határt. Ilyen esetek:

- hasadó- nyíló felület létesítése kiváltható egyes esetekben gázkoncentráció érzékelő telepítésével, amely műszer a légterbe kerülő gáz megfelelő koncentrációja esetén hang- és fényjelzéssel riaszt, magasabb koncentrációnál beavatkozik a gázellátás rendszerébe (gázkészüléket/gázellátást leállít, áramtalanít, vészszellőzést indít, stb.)
- ha pébét használnak olyan helyiségben, amelynek a külső terepszintnél mélyebben fekvő része is van, ott a pébé esetleges összegyűlésének jelzésére használnak gázkoncentráció érzékelőt, szintén jelző és beavatkozó funkciókkal.

A gázkoncentráció érzékelők általában egy szénhidrogén komponenst vizsgálnak, például a metánt vagy a propánt. Az egyes szénhidrogének alsó- és felső gyulladási koncentrációhatárait a *13.3 melléklet* tartalmazza.

### ***Irodalom***

BALLA, J.: Metrológia a földgázszállításban. Előadás, Miskolc, 2011.11.25.

CERBE, G.: A gáztechnika alapjai, Dialóg Campus Kiadó, Budapest-Pécs, 2007. ISBN 963 9542 54 7

HALÁSZ, I.: Tüzeléstechnika; Tankönyvmester Kft., 2008. ISBN 978 963 966 868 3

MSZ 1648: 2010 Közzolgáltatású, vezetékes földgáz (visszavont)

MSZ 1648: 2016 Közzolgáltatású, vezetékes földgáz

MSZ EN ISO 6976: 1997 Földgáz. A hőértékek, a sűrűség, a relatív sűrűség és a Wobbe-szám számítása a gázösszetételből (visszavont)

MSZ EN ISO 6976: 2017 Földgáz. A hőértékek, a sűrűség, a relatív sűrűség és a Wobbe-szám számítása a gázösszetételből

MSZ ISO 13686: 1999 Földgáz. Minőségi jellemzők (visszavont)

MSZ EN ISO 13686: 2013 Földgáz. Minőségi jellemzők (angol nyelvű)

SZILÁGYI, Zs.: Mérések a gáziparban, Oktatási jegyzet, 2013.

VIDA, M. (főszerk.): Gáztechnikai kézikönyv; Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1984. ISBN 963 10 5687 2

## 8. Zajmérés

A zaj, mint az embereket érintő környezeti terhelés napjaik egyik fontos kérdése. A gáziparban számos olyan berendezés üzemel, mely jelentős zajforrásnak tekinthető. Ebből adódóan mindenképpen szót kell ejteni az ide vonatkozó követelményekről.

A rezgés jelentős hatást gyakorolhat az emberi szervezetre, hiszen az emberi test bonyolult rendszer, a különböző szervek eltérő rezgőmozgásokat végeznek, jellemzően 1-300 Hz frekvencián. A rezgések hatása nagyon hasonlít a zaj okozta tünetekhez. A zaj több eltérő frekvenciájú és intenzitású jel zavaró összessége, mely tulajdonképpen a hasznos információhoz hozzáadódó felesleges, ahhoz nem tartozó jel. Zajnak nevezünk egészségügyi szempontból minden olyan hangjelenséget, ami az egyén tevékenységét, életfolyamatait zavarja. A hosszú időn keresztül hallható vagy ismétlődő zajok hatással vannak az ember pszichés, vegetatív és hallószervi működéseire. A zaj átlagos emberi szervezetre gyakorolt hatásai:

- 30 dB felett pszichés hatások,
- 65 dB felett vegetatív problémák,
- 85 dB felett hallószerv károsodása,
- 120 dB felett fizikai fájdalom,
- 160 dB felett a dobhártya átszakadása,
- 175 dB felett halált okoz.

A gázipari zajok szempontjából az alábbi fogalmakat kell tisztázni a környezeti zaj és rezgés elleni védelem egyes szabályairól szóló 284/2007. (X. 29.) Korm. rendelet értelmében:

- *védendő (védett) környezet: védendő terület és védendő épület, helyiség, amely emberi tartózkodásra, tevékenység végzésére szolgál, és ahol az emberi tevékenység zavarásának megakadályozása vagy az emberi egészség védelme érdekében a környezeti zaj, rezgés mértékét korlátozni kell;*
- *üzemi zaj- vagy rezgésforrás: környezeti zajt, rezgést előidéző, termelő, szolgáltató tevékenység, vagy az ilyen tevékenységhez használt, környezeti zajt, rezgést előidéző telephely, gép, berendezés, ideértve a termelő, szolgáltató tevékenységhez kapcsolódó, telephelyen belüli - közlekedési célú tevékenységnek nem minősülő - járműhasználat, járműmozgás, rakodás.*

A zajméréseket két fő csoportra oszthatjuk, a környezetvédelmi- és munkaegészségügyi mérésre. A zajmérést (szaknyelven zajkibocsátás, illetve zajterhelés) szabványos helyszíni méréssel, a már említett 284/2007. (X. 29.) Korm. rendelet, valamint a zajkibocsátási határérték megállapításának, valamint a zaj- és rezgés-kibocsátás ellenőrzésének módjáról szóló 93/2007. (XII. 18.) KvVM rendelet alapján lehet végezni. Az üzemi és szabadidős zajforrások zajterhelési határértékeit a 8.1. táblázat tartalmazza a 27/2008. (XII. 3.) KvVM-EüM együttes rendelet 1. melléklete szerint.

## 8.1. táblázat

## Üzemi és szabadidős zajforrások zajterhelési határértékei

Zajtól védendő terület	Határérték (LTH) az LAM megítélési szintre (dB) nappal 06-22 óra	Határérték (LTH) az LAM megítélési szintre (dB) éjjel 22-06 óra
Üdülőterület, különleges területek közül az egészségügyi területek	45	35
Lakóterület (kisvárosias, kertvárosias, falusias, telepszerű beépítésű), különleges területek közül az oktatási létesítmények területe, a temetők, a zöldterület	50	40
Lakóterület (nagyvárosias beépítésű), a vegyes terület	55	45
Gazdasági terület	60	50

Forrás: 27/2008. (XII. 3.) KvVM-EüM együttes rendelet

**Zajcsökkentés**

A gáziparban több olyan tipikus hely is van, mely zajforrásként működik. A zajok jelentős része áramlási zajokból származik, melyek fizikai háttere, értelmezése adott. Ebből adódóan a zajforrások felismerhetők, optimális esetben a berendezés, rendszer kialakításával csökkenthetők, vagy utólagos zajvédelemmel elláthatók. A legjellemzőbb áramlási zajok az áramlás helyesebb vezetésével, az örvényleválások-, kavitáció elkerülésével csökkenthetők, azaz nagy szerepe van a rendszerek megfelelő tervezésének. A túlméretezések elkerülése (a szükségesnél nagyobb teljesítményű berendezés alkalmazása és az áramlás utólagos fojtása), a nagy áramlási sebességek elkerülése, a nyomásszabályozó berendezéseknél a szabályozási tartományok fokozatokra osztása, a hangsebességű áramlások elkerülése, mind-mind a zajterhelés csökkentését adja. Van viszont egy zajszint, amit már a technológia további fejlesztésével sem tudunk csökkenteni. Ebben az esetben a zaj terjedése ellen kell védekezni, például a zajforrás és a védendő terület távolságának megnövelésével, vagy a kettő közé zajvédő fal telepítésével, a zajforrás épületbe, szekrénybe helyezésével. Zárt térben előforduló zajforrásnál a falakról visszaverődő hangok is problémát jelentenek. Ilyenkor előnyös lehet a falak hangelnyelő anyaggal való burkolása, mely a helyiségben tartózkodók számára ugyan nem jelent megoldást. Marad az egyéni védőfelszerelés (füldugó, fülvédő vagy fejbédő sisak) alkalmazása ilyen terekben. A gáziparban jelentős hosszúságú acél csővezeték rendszer található, mely a rendszerben lévő berendezések keltette zajokat továbbviszi, esetleg felerősíti. Ezek a zajterhelési értékek a gépek, berendezések rugalmas alátámasztásával, felfüggesztésével, a vezetékbe építendő hangcsillapító egységekkel, kompenzátorokkal csökkenthetők. Fontos, hogy a rugalmas alátámasztás megfelelően méretezett legyen, különben az állapot akár romolhat is az eredetihez képest.

**Irodalom**

MSZ EN ISO 13686: 2013 *Földgáz. Minőségi jellemzők (angol nyelvű)*

TIHANYI, L. - ZSUGA, J.: Földgázszállító rendszerek tervezése és létesítése; Miskolci Egyetem, Gazdász Elasztik, Kft. 2012. ISBN 978-963-661-999-2

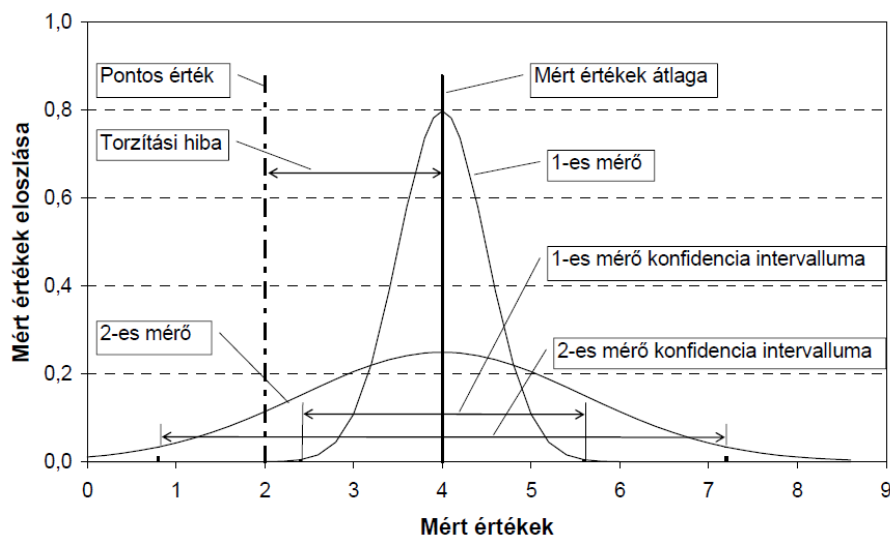
VIDA, M. - MESZLÉRY, C.: Gázellátás; Műszaki Könyvkiadó Budapest, 1974. ISBN 071 900 030 677 6

VIDA, M. (főszerk.): Gáztechnikai kézikönyv; Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1984. ISBN 963 10 5687 2

## 9. A mérési adatok bizonytalansága

A mérés az a tevékenység, mely során valamely fizikai mennyiség mérőszámát az adott mennyiség mértékegységével összehasonlítjuk. A kapott mért érték sohasem egyezik meg a keresett mérőszámmal, csak bizonyos pontossággal közelíti. Tehát minden esetben meg kell adnunk a választ arra, hogy az értékek mennyire helyesen közelítik a valódi értéket. Ebből következik, hogy az eredmények mindig két részből állnak, mért értékekből és a hozzájuk tartozó mérési hibákból. A hibahatárok közötti bizonytalansági tartomány meghatározott valószínűséggel tartalmazza a mennyiség helyes értékét.

A mérnöki gyakorlatban ismert tény, hogy minden mérés hibával terhelt. Az utóbbi időben a mérőeszközök pontosságában jelentős áttörések történtek, ennek ellenére a mérési hiba, mint fogalom megmaradt. Igaz, az értéke jelentősen csökkenthetővé vált, de továbbra is terheli a méréseket. A mérési hibát tehát a mérések természetes velejárójának kell tekinteni, és megfelelő módszerekkel a mérési bizonytalanság értékének csökkentésére kell törekedni. Ezen módszerek elméleti alapját a méréselmélet, az adott mérés fizikai törvényszerűségei, a matematikai statisztika és valószínűség számítás adja. A 9.1. ábra a mérési eredmények eloszlását mutatja. Látható, hogy az eredmények jelentős része az átlag közelébe esik, onnan távolodva gyorsan csökken az azon területre eső mérések száma. Ez azt jelenti, hogy az adott fizikai jellemzőt ugyanazon eszközzel mérve egy átlag körül jól szóródó halmaz keletkezik, ettől jelentősen eltérő eredmény nem, vagy csak kis valószínűséggel adódik. Az ábrán két, egy pontosabb és egy pontatlanabb mérővel kapott mérési adatsor eloszlási görbéje látható. Az átlagtól jobbra és balra helyezkedik el a hibahatár intervallum, az a tartomány, amelybe a mért pontok 95%-a bele fog esni. A gyártók is ezen elv alapján adják meg, hogy valamely mérőeszköz  $\pm 0,5\%$ -os vagy  $\pm 2,0\%$ -os pontosságú.



9.1. ábra A mért értékek eloszlási görbéje

Forrás: Tihanyi-Zsuga, 2012.

## 9.1. A mérések igényelt pontossága

Az egyes mérésekre a szabványok a 9.1. táblázat szerinti pontossági értékeket írják elő. A táblázatból látható, hogy a legnagyobb pontossági követelmény a tömegmérésre vonatkozik.

9.1. táblázat

A megkövetelt mérési pontosságok

Mérés típusa	Igénytelt pontossága
Légköri nyomás	$\pm 5$ mbar
Gáznyomás	$\pm 2$ % (végkitérésre von.)
Gázáram	$\pm 1$ %
Idő	$\pm 0,2$ sec 1 h-ig $\pm 0,1$ sec 1 h-n túl
Hőmérséklet	
környezeti	$\pm 1$ K
víz	$\pm 2$ K
égéstermék	$\pm 5$ K
gáz	$\pm 0,5$ K
felületi	$\pm 5$ K
CO, CO <sub>2</sub> és O <sub>2</sub> a kéményveszteségek számításához	$\pm 6$ % (végkitérésre von.)
Fűtőérték	$\pm 1$ %
Tömeg	$\pm 0,05$ %

Forrás: Szunyog, 2007.

## 9.2. A mérési eredményt befolyásoló hatások

A mérési hibák lehetnek rendszeres jellegűek, melyek a mérőszámot valamely irányba rendszeresen eltolják, illetve véletlen hibák, melyek az adott mérőszámot bizonytalanná teszik (a véletlen hibák azonos körülmények közötti mérések során is eltérő mérési eredményeket produkálhatnak). A mérés és hibaszámítás legfontosabb célja, hogy ezeket a hibákat minimálisra csökkentse, és a mért érték minél jobban közelítse a valódi értéket. A mérési hibákat csoportosíthatjuk típusuk és eredetük szerint. A mérési hibák típusai:

- abszolút hiba, mely a mért érték és a mérendő mennyiség különbsége, valamint
- relatív hiba, mely a mérendő mennyiségnek a mért értéktől való százalékos eltérése.

Legtöbbször azonban nem ismerjük sem a mérés abszolút, sem a relatív hibáját, sőt előjelét sem. Ekkor a mérés hibája helyett a mérés bizonytalanságáról kell beszélnünk. A hibák csoportosíthatók eredetük szerint is:

- *Környezeti hibák*, melyek a mérés környezetében lévő rezgések, mágneses erők, stb. lehetnek. A legfontosabb tényező a környezet hőmérséklete, hiszen a legtöbb fizikai paraméter valamilyen mértékben hőmérsékletfüggő. Ezért fontos a mérések során az állandó környezeti hőmérséklet biztosítása.
- *Személyek hibái*, melyek mind rendszeres, mind véletlen hibákat eredményezhetnek.
- *Mérőeszközök hibái*, melyek a műszerek rendszeres ellenőrzésével, karbantartásával, kalibrálásával, hitelesítésével (mely a rendszeres hibák kiküszöbölése szempontjából fontos) minimalizálhatók. A véletlen hibák a műszer minél nagyobb pontosságával csökkenthetők. Hiba keletkezhet a műszer nem megfelelő pontosságából, a skála osztáshibájából, stb.
- *Mérési módszer hibája*, mely legtöbbször a szükséges közelítések, és elhanyagolások miatt szintén hibát hoz be a mérési eredményekbe.

### 9.3. Hibaszámítás

#### Durva hiba

Durva hiba a személyi tévedésből, valamint a környezet egyszeri, erős behatásából származó hiba. Amennyiben valószínűsíthető, hogy valamely sorozat durva hibát ( $x_d$ ) tartalmaz, akkor a gyanús értéket elhagyjuk a sorozatból, és a maradék sorozatot vesszük alapul. Abban az esetben tekinthető durva hibának az érték, amennyiben fennáll, hogy

$$|x_d - \bar{x}| > k \cdot \sigma$$

ahol

$k$  a mérési sorozat hosszától és megbízhatóságától függő tényező,

$\sigma$  a szórás,

$\bar{x}$  a mérési átlag.

#### Hibaterjedés

A véletlen hibákra jellemző szórás tovaterjedésére Bessel határozott meg összefüggést, mely szerint, ha a keresett mennyiség a következőképpen függ a változóktól

$x = f(y_1, y_2, \dots, y_n)$ , akkor az eredő hiba a következőkből határozható meg:

$$\Delta x = \pm \sqrt{\sum_{i=1}^n \left( \frac{\partial f}{\partial y_i} \cdot \Delta y_i \right)^2}$$

ahol

$\Delta y$  jelenti a változó hibáját.

Speciális esetben, ha a keresett mennyiség  $x = y_1^i \cdot y_2^j \cdot \dots$  sorozat formájú, akkor az  $x$  relatív hibáját a következő összefüggés adja:

$$\frac{\Delta x}{x} = \pm \sqrt{i \cdot \left( \frac{\Delta y_1}{y_1} \right)^2 + j \cdot \left( \frac{\Delta y_2}{y_2} \right)^2 + \dots}$$

#### A mérési hiba számítása

Egy azonos feltételek mellett végzett mérési sorozat eredményei legyenek  $x_1, x_2, \dots, x_n$ . Akkor a várható értéket legjobban a sorozat számtani középértéke közelíti meg, mely

$$a_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

és ennek ismeretében meghatározhatók az egyes mért értékek hibái is:

$$\Delta x_i = x_i - a_n$$

Ez azonban nem szolgáltat információt a legvalószínűbb érték hibájára, hiszen az egyes értékekre jellemző. Ellenben, ha a hibák négyzetátlagának a gyökét vesszük, akkor az kapcsolatban lesz a szórással ( $\sigma$ ), a mérés egyik legfontosabb jellemzőjével. A szórásnégyzet a várható érték és a mért értékek különbségének négyzetátlaga. Tehát a szórás meghatározható:

$$\sigma^2 = \frac{n}{n-1} \cdot s = \frac{n}{n-1} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n \Delta x_i^2}{n}$$

ahol

$n$  a mérések darabszáma;

$s$  a hibák négyzetátlaga.

A legvalószínűbb érték hibája a szórásnégyzetből számítható a következő összefüggéssel:

$$\Delta a_n = \sqrt{\frac{\sigma^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta x_i^2}{n \cdot (n-1)}}$$

Tehát a szórással megadható, hogy mi a valószínűsége annak, hogy valamely mért érték az átlag meghatározott környezetébe essen. A becült szórást legfeljebb 10 mérési eredményt tartalmazó sorozatok esetén a sorozat hosszából határozhatjuk meg az alábbi összefüggés alapján:

$$\sigma_B = A(n) \cdot R$$

ahol

$A(n)$  a sorozat elemeinek számától függő tényező, mely értékeit a 9.2. táblázat tartalmazza;

$R$  a sorozat legnagyobb és legkisebb elemének különbsége.

## 9.2. táblázat

A sorozat elemeinek számától függő tényező

Mért értékek száma (n)	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A (n)	0,89	0,59	0,49	0,43	0,40	0,37	0,35	0,34	0,32

Forrás: Szunyog, 2007.

A P segítségével megadhatjuk, hogy mi a valószínűsége, hogy valamely érték az átlag meghatározott környezetébe essen, meghatározva így bármely érték várható bizonytalanságát. A P=99%-os valószínűséghez  $k=2,58$  tartozik, így 99%-os bizonyossággal állítható, hogy bármely mért érték az átlag  $\pm k \cdot \sigma = \pm 2,58 \cdot \sigma$  környezetében lesz.

## 9.4. Mérési hibák kezelése a gáziparban

A gázáram a fogyasztói igényeknek megfelelően napi, heti, és szezonális ingadozást mutat. A folytonos változás azt eredményezi, hogy két egymást követő mérés nem ugyanazt a gázáramot méri meg, azaz minden mérésnél más lesz a pontos érték és más lesz a hiba nagysága is. Minden mérés egyszeri és egyedi, ismétlésére nincs lehetőség.

A mérések eredményeként csak a mért érték ismert, a hiba nagysága nem. Mivel a mérés nem ismételt meg, a hiba eloszlására vonatkozó információk sem határozhatók meg. A

hibák eloszlására vonatkozóan az általános mérési tapasztalatok alapján csak feltételezések tehetők. Az előzőek miatt a széles körben használt matematikai, statisztikai jellemzők közül már a legegyszerűbbek – például az átlagértékek, vagy a tapasztalati szórás – értelmezése is nehézségeket okoz. A gázáram mérés hibaszámításával, illetve a mérés bizonytalanságának meghatározásával foglalkozó ISO 5168: 2005 *Measurement of fluid flow - Procedures for the evaluation of uncertainties* szabvány is csak az egyes tényezők (például: a mérőperem és a mérőszakasz szabványos tűrései) továbbá mért elsődleges adatok (nyomás, nyomáskülönbség, hőmérséklet) alapján ad számítási eljárást a mérési bizonytalanság meghatározására.

A gázáram mérési eredmények bizonytalanságát alapvetően befolyásolja, a mérési eljárás szabványosítását pedig nehezíti az a sajátosság, hogy a gázok kompresszibilitása miatt minden mennyiség meghatározási eljárás mérési és számítási fázisból áll. Nincs olyan mennyiség meghatározó eljárás, amely csak mérési fázisból állna, mert a mérési fázis minden esetben az adott nyomáson és hőmérsékleten érvényes effektív gázáramot határozza meg, amelyet át kell számítani valamilyen viszonyítási állapotra. Ez az állapot megegyezés szerint a normál állapot. A rendszer egészére vagy valamely részére vonatkozó gázmérleg effektív gázáramokkal nem írható fel, mert a különböző nyomásokra és hőmérsékletekre vonatkozó gázmennyiségek fizikai jellemzői és energiatartalmi lényegesen eltérhetnek egymástól. A számítási fázis gondot okoz a mérési folyamat szabványosításában, illetve a mérőrendszer hitelesítésében.

További nehézséget jelent, hogy a mérési eljárás során a gázáram változásával egyidejűleg változhatnak az áramló közeg fizikai-kémiai jellemzői, amit a számítási fázisban fel kell használni. Ugyancsak változhatnak a környezeti feltételek, mindenekelőtt az időjárási viszonyok, amelyek a szabadba telepített mérőköröknél lényeges hatásúak lehetnek.

Egyes mérési eljárásoknál a mérési tartomány alsó részén a pontosság csökken, azaz a mérési bizonytalanság megnő. Mivel a gázigények nyáron a legtöbb felhasználónál lecsökkennek, ezért a téli fogyasztásra méretezett mérőberendezések nyáron lényegesen nagyobb bizonytalansággal mérnek. Ezért az év különböző időszakában mért mennyiségeket különböző bizonytalansággal kell súlyozni.

A közvetlen sebességmérésen alapuló gázmérőknél (turbinás mérő, ultrahangos mérő) a mérési hiba jó közelítéssel a térfogatárammal arányosan változik, emiatt a mérési bizonytalanság a mérési tartomány nagy részében szűk határok között marad. Hasonló a mérési bizonytalanság a membrános gázmérőknél is. A közvetett sebességmérésen alapuló mérőeszközök (mérőperemes mérők) esetén a mérési hiba abszolút nagysága a mérési tartomány végértékére vonatkozó paraméter. Az aktuális mérési bizonytalanság a mérési tartomány alsó határa felé haladva folyamatosan nő. A névleges méréshatár 30%-ánál kisebb térfogatáramok esetében a bizonytalanság gyorsan nő. A mérési bizonytalanságot növelheti a gázmérő beépítésére vonatkozó előírások (vízszintes beépítés, mérő előtt és utáni egyenes szakaszok hossza és átmérője) részleges megsértése is. Az ezzel okozott mérési hibákat általában nem lehet felmérni.

## 9.5. Gázmérők hitelesítése

A mérőberendezések pontossága a működés miatti kopás, külső hatások, anyag öregedés, stb. hatására idővel megváltozhat, emiatt a torzítási hiba nőhet, a pontossága csökkenhet. Kiemelten igaz ez a megállapítás a mechanikus elven működő berendezésekre. A torzítási hiba értékének növekedése a mérési eredmény szempontjából kedvezőtlen, hiszen egyre növekvő, egy irányba ható hibát eredményez. A torzítási hiba megszüntetésre irányul a mérő hitelesítési eljárása. Maga a hitelesítés történhet azonos elven működő, de pontosabb mestermérővel, vagy más, pontosabb mérési elven alapuló mérővel.

A mérésügyről szóló 1991. évi XLV. törvény értelmében joghatással jár a mérés, ha annak eredménye az állampolgárok és/vagy jogi személyek jogát vagy jogi érdekeit érinti, különösen, ha a mérési eredményt mennyiség és/vagy minőség tanúsítására - a szolgáltatás és ellenszolgáltatás mértékének megállapítására - vagy hatósági ellenőrzésre és bizonyításra használják fel; továbbá az élet- és egészségvédelem, a környezetvédelem és a vagyonvédelem területén.

Joghatással járó mérést a mérési feladat elvégzésére alkalmas hiteles mérőeszközzel vagy használati etalonnal ellenőrzött mérőeszközzel kell végezni. Hiteles az a mérőeszköz:

- amelyet a mérésügyi szerv hitelesített,
- amelynek külföldi hitelesítését a mérésügyi szerv első belföldi hitelesítésként elismerte,
- a közösségi típusvizsgálaton, közösségi első hitelesítésen vagy közösségi egyedi hitelesítésen az Európai Unió bármely tagországában megfelelt mérőeszköz e törvény és a végrehajtására kiadott rendeletek alkalmazásában hitelesnek minősül, és belföldi forgalomba hozatala után rá a hiteles mérőeszközökre vonatkozó jogkövetkezményeket kell alkalmazni, ideértve a belföldi időszakos és javítás utáni hitelesítési kötelezettséget is.

A hitelesített kötelezettség kötelező hitelesítésű mérőeszközökre vonatkozik. Kötelező hitelesítésű mérőeszköz csak érvényes hitelesítéssel forgalmazható, használható vagy tartható használatra kész állapotban. A kötelező hitelesítésű mérőeszköz hitelesítéséről

- a belföldi forgalomba hozatal előtt (első hitelesítés) a belföldi forgalomba hozónak,
- javítás után (javítás utáni hitelesítés) a javítást végzőnek,
- meghatározott időközönként (időszakos hitelesítés) a mérőeszköz tulajdonosának, illetve használójának kell gondoskodnia.

A helyhez kötött mérőeszköz első hitelesítése az üzembe helyező szerv (személy) feladata.

### ***Hitelesített mérőeszközök használata***

A hitelesített mérőeszközt úgy kell üzemben tartani és használni, hogy rendeltetésszerű működése, a mérési eredmények pontos leolvasása biztosítva legyen. Ha a hitelesített mérőeszköz valamely méréstechnikai tulajdonsága a hitelesítés érvényének időtartamán belül megváltozik, vagy rendeltetésszerű működése kétségesse válik, a mérőeszköz használója köteles gondoskodni a mérőeszköz használaton kívül helyezéséről, javíttatásáról és hitelesítéséről. A hitelesített mérőeszközt - az ellenkező bizonyításáig - úgy kell tekinteni, hogy annak nincs a mérési eredményt befolyásoló hibája.

### ***Kötelező hitelesítésű mérőeszközök***

A mérésügyről szóló törvény végrehajtásáról szóló 127/1991. (X. 9.) Korm. rendelet 2. sz. melléklete értelmében a gázmérők és a számító egységek kötelező hitelesítésű mérőeszközöknek minősülnek az alábbiak szerint (9.3. táblázat).

**9.3. táblázat**  
***Kötelező hitelesítési idő***

<b>Megnevezés</b>	<b>A hitelesítés hatálya (év)</b>
<b>Gázmérők és számító egységek</b>	
a) 6 m <sup>3</sup> /h és ennél kisebb névleges méréshatárú	10
b) 6 m <sup>3</sup> /h-nál nagyobb névleges méréshatárú	5

*Forrás: 127/1991. (X. 9.) Korm. rendelet*

A gázmérőket az előírt használati idő után hitelesíteni kell, függetlenül attól, hogy a használat során milyen gázmennyiség áramlott át a mérőn. Azok a gázmérők, amelyek a mérést az alkatrészek mechanikus mozgásával végzik, a használat során kopnak. Az alkatrészek kopása hatással van a mérési hibára. A magyar földgázpiacon a gázmérők mintegy 91%-a mechanikus, membrános gázmérő. A mérő mozgó alkatrészei kenését a hitelesítési időtartam alatt nem pótolják, a mérő kopása az átáramlott gázmennyiséggel arányos.

A gázmérők hitelesítési eljárása azonos vizsgálati feladatokat jelent a mérő műszaki állapotától függetlenül. A hitelesítésre kerülő membrános gázmérők mintegy 40%-a a hitelesítési ciklus alatt legfeljebb 10 ezer órát üzemel, a névleges mérő teljesítményre átszámolva, és hibátlan műszaki állapotot mutatva, javítás nélkül hitelesíthető. A mérők mintegy 50%-a 20-40 ezer névleges teljesítmény óra használatot mutat, a mérő egyes alkatrészeit cserélni kell, de a mérő a javítások után hitelesíthető. A mérők kb. 10%-a erős elhasználódást mutat, kis részük nem is javítható.

Mérlegelhető a mechanikus gázmérők hitelesítési kötelezettsége megállapításánál a naptári idő helyett az átfolyt gázmennyiséget alapul venni. Ezzel a rendszerrel évente néhány tízezer mérő hitelesítése megtakarítható lenne. A gázmérőket két-három hitelesítési ciklus után újra szokták cserélni, mert ez az az élettartam, amelyet követően a felújítás költsége elérheti az új mérő árát. A gázmérőket állandóan fejlesztik, ezért a két-három hitelesítést megélt mérőnél a piacon már biztosan jobb minőségű, több szolgáltatást nyújtó és olcsóbb mérő kapható.

### Mérési hiba

A mérési hiba a gázmérő fontos jellemzője. A gázmérők általában a legkisebb térfogatáram ( $Q_{\min}$ ) és a legnagyobb térfogatáram ( $Q_{\max}$ ) között meghatározott, és a hitelesítési okmányban is rögzített mérési hibával mérnek. Határ térfogatáramot is meg szoktak határozni: ez a térfogatáram a  $Q_{\min}$  és  $Q_{\max}$  közötti mérési tartományt két részre osztja, a két részt más-más mérési hibahatár jellemzi. A mérési hiba meghatározására etalon berendezést használnak. A mérési hiba százalékos értéke:

$$H = \frac{V_m - V_e}{V_e} \cdot 100$$

ahol

$H$  a mérési hiba, (%)

$V_m$  a számlálón kijelzett térfogat, ( $m^3$ )

$V_e$  a gázmérőn ténylegesen átáramlott gáztérfogat, ( $m^3$ )

A gázmérő mérési hibája az a tényező, amely miatt a gázmérőt általában a nyomásszabályozó után, az üzemi gáznyomás oldalra építik be. Bár a szekunder oldalon nagyobb névleges teljesítményű mérő beépítése szükséges, de az azonos mérési pontatlanság a szekunder oldalon kisebb gázmennyiséget jelent, mint a primer oldalon. A 9.4. táblázat a membrános gázmérők legnagyobb megengedett hibáit mutatja hitelesítéskori- és üzemállapotban.

### 9.4. táblázat

Membrános mérők legnagyobb megengedett hibája

Térfogatáram	Hitelesítési hibahatár		Üzemi hibahatár	
osztály	1,5	1	1,5	1
$Q_{\min} \leq Q < Q_t$	$\pm 3,0\%$	$\pm 2\%$	$\pm 6\%$	$\pm 4\%$
$Q_t \leq Q \leq Q_{\max}$	$\pm 1,5\%$	$\pm 1\%$	$\pm 3\%$	$\pm 2\%$

Forrás: MKEH HE 2/1-2006.

A 9.5. táblázat a beépített hőmérséklet korrektoros membrános gázmérők hibáit mutatja 15°C - 25°C üzemi hőmérséklet tartományban.

9.5. táblázat

*Hőmérséklet korrektoros membrános mérők legnagyobb megengedett hibái*

Térfogatáram	Hitelesítési hibahatár		Üzemi hibahatár	
osztály	1,5	1	1,5	1
$Q_{\min} \leq Q < Q_t$	$\pm 3,5\%$	$\pm 2,5\%$	$\pm 6,5\%$	$\pm 4,5\%$
$Q_t \leq Q \leq Q_{\max}$	$\pm 2,0\%$	$\pm 1,5\%$	$\pm 3,5\%$	$\pm 2,5\%$

Forrás: MKEH HE 2/1-2006.

A fenti hőmérséklet tartományon kívüli üzemi hőmérséklet esetén a hiba határ 10°C-ként további 0,5%-al nő. A gázmérőt 15°C hőmérsékleten, 15°C hőmérsékletű gázzal hitelesítik. Hiteles a gázmérő  $Q_{\min}$  és  $Q_{\max}$  térfogatáram tartományban,  $\pm 1\%$  hibával. A mérő mérni fog  $Q_{\min}$  alatti térfogatáramot is, de a hiteles hibahatáron kívüli hibával. A  $Q_{\max}$  feletti térfogatáram esetén a mérő tönkremehet a konstrukciójából eredően.

#### Hitelesítési előírások membrános gázmérőkre

A gázmérő méréstartományának teljesíteni kell a következőket (9.6. táblázat):

9.6. táblázat

*Gázmérő méréstartomány előírásai*

Osztály	$Q_{\max}/Q_{\min}$	$Q_{\max}/Q_t$	$Q_t/Q_{\max}$
1	$\geq 20$	$\geq 5$	1,2
1,5	$\geq 150$	$\geq 10$	1,2

Forrás: MKEH HE 2/1-2006.

ahol

$Q_{\max}$  legnagyobb térfogatáram, ( $m^3/h$ )

$Q_{\min}$  legkisebb térfogatáram, ( $m^3/h$ )

$Q_t$  határ térfogatáram, a  $Q_{\max}$  és  $Q_{\min}$  tartományt két részre osztja, és az egyes részeket eltérő legnagyobb megengedett hiba jellemzi, ( $m^3/h$ )

A magyar földgázellátás rendszerében napi elszámolási rend van. Jelenleg az elszámolási gáznap reggel 6:00 órakor kezdődik és a következő naptári nap 6:00 óráig tart. A 6:00 órai napváltás miatt a gázmennyiség mérőket 6:00 órakor kell leolvasni.

## 9.6. Hitelesítés és kalibrálás

A hitelesítés és kalibrálás közötti különbséget jól szemlélteti a Budapest Főváros Kormányhivatala Metrológiai és Műszaki Felügyeleti Főosztályának tájékoztatója (9.7. táblázat).

### 9.7. táblázat

*A hitelesítés és kalibrálás közötti különbség*

hitelesítés	kalibrálás
a jog eszközei által szabályozott (hatósági) tevékenység	nem hatósági tevékenység
mérésügyi hitelesítést csak Budapest Főváros Kormányhivatala Metrológiai és Műszaki Felügyeleti Főosztálya (volt OMH majd MKEH) végezhet	mérőeszközöket bárki kalibrálhat
hitelesíteni a jogszabály által meghatározott mérőeszközöket kell	kalibrálni bármely eszközt lehet, ha a visszavezetettséget igazolni szükséges
a hitelesítésnek jellemzően előfeltétele a mérőeszköz típusra vonatkozó hitelesítési engedély megléte	a kalibrálásnak nincs engedélyezési előfeltétele
a (sikeres) hitelesítést tanúsító jel (hitelesítési bélyeg, plomba stb.) és/vagy hitelesítési bizonyítvány tanúsítja	a kalibrálás eredményeként kalibrálási bizonyítvány készül
a hitelesítési bizonyítvány hatósági dokumentum és meghatározott időtartamig érvényes	a kalibrálási bizonyítvány nem hatósági dokumentum és nincs érvénytartama
a hitelesítést jogszabályban előírt időközönként meg kell ismételni	a kalibrálás megújításáról a tulajdonos saját hatáskörében és saját felelősségére dönt

*Forrás: MEKH, 2017.*

### Irodalom

ERDŐSI, I.: Épületgépészeti laboratóriumi gyakorlatok; Műegyetemi Kiadó, Budapest, 1999.

HE 2/1-2006. Hitelesítési előírás Membrános gázmérők

KÁROLYI, Gy.: A hibaszámítás alapjai; OKGT Gáztechnikai Kutató és Vizsgáló Állomás, Budapest, 1970.

MENYHÁRT, J.: Az épületgépészet kézikönyve; Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1978. ISBN 963 10 2479

Mi a különbség a hitelesítés és a kalibrálás között? MEKH tájékoztató, [www.mekh.gov.hu](http://www.mekh.gov.hu)

SZUNYOG, I: Gázipari laboratóriumi gyakorlatok; Miskolci Egyetem Gázmérnöki Intézeti Tanszék. Oktatási segédlet, 2007.

TIHANYI, L. - ZSUGA, J.: Földgázszállító rendszerek üzemeltetése; Miskolci Egyetem, Gazdász Elasztik, Kft. 2013. ISBN 978-963-358-010-3

## 10. Elszámolás a gáziparban

### Nominálás

A földgáziparban a napi elszámolás alapja a pontos, hiteles, szinte teljes körű mennyiség mérés, és ezzel a hőmennyiség forgalom meghatározása. A várható gázfogyasztást minden héten, csütörtökön meg kell adni a következő hét minden napjára, minden fogyasztóra. Ezt a heti előjelzést naponta lehet javítani, minden nap a következő nap várható fogyasztása pontosítható. Ezt a fogyasztás előjelzési rendszert *nominálásnak* nevezzük. A nominálás akkor megfelelő, ha a következő nap reggel 6 órakor (a gáznap fordulóján) azt állapítják meg az adott fogyasztónál, hogy az előző gáznap tényleges fogyasztás kevesebb, mint  $\pm 14\%$ -kal tér el a nominált mennyiségtől. A nominálást fogyasztónként/fogyasztó csoportonként és gázátadó állomásonként kell készíteni. A piac szabályozása minden kereskedőt és egyetemes szolgáltatót kötelez a nominálásra, és a nominálás minél pontosabb elkészítését büntetési rendszer ösztönzi: a  $\pm 14\%$ -nál nagyobb hibáért büntetést kell fizetni. A nominálást az elosztó és a földgáz rendszerirányító fogadja. Minden elszámoló mérés hiteles gázmérőkkel és kiegészítő műszerekkel folyik.

A nominálás mellett gáznaponta földgázforrást is kell a várható fogyasztáshoz rendelni. Minden kereskedő rendelkezik a fogyasztói ellátáshoz szükséges mennyiségű és teljesítményű földgázzal, ezekre vonatkozó szerződéseket általában egy gázévre kötik. A nomináláshoz a kereskedő/egyetemes szolgáltató a következő információkra támaszkodik:

- a  $20 \text{ m}^3/\text{h}$  feletti teljesítmény lekötésű fogyasztónál gázmérő és  $\text{nm}^3$ -re átszámító korrektor működik, és a korrektor mindenkor mért értékét távadással az elosztó gyűjti. Az elosztónál őrzött adatokhoz online hozzáférés is igényelhető. A fogyasztó adatai évekre visszamenőleg rendelkezésre állnak. A kereskedő a fogyasztóval állandó kapcsolatot tart fenn, és a gázellátási szerződésben kiköti a fogyasztónál a nomináláshoz szükséges napi adatszolgáltatását. Különös jelentősége van az aktív kapcsolattartásnak az alapvetően hőtermelés céljára földgázt fogyasztókkal az átmeneti hónapokban (április, október), amikor a fűtési rendszerek indítása, leállítása a napi időjárástól függ. Fontos tudni az ipari fogyasztónál tervezett, és terven kívüli leállásokról, azok várható időtartamáról, a tervezett termelés növelésről vagy csökkentésről. Az ipari fogyasztók általában felkészültek az on-line kapcsolattartásra a kereskedővel.
- A  $20 \text{ m}^3/\text{h}$  lekötött teljesítmény alatti fogyasztók várható napi gázfelhasználását matematikai-statisztikai eljárással, a *profilos eljárásnak* nevezett módszerrel készítik. A profilos eljárással egy fogyasztócsoportra készítenek előjelzést. Minél nagyobb és homogénebb ez a fogyasztó csoport, annál pontosabb lehet az előjelzés. A módszert általában egy gázátadó állomásról ellátott  $20 \text{ nm}^3/\text{h}$  lekötött teljesítmény alatti fogyasztókra használják, ami esetenként több ezer, vagy tízezer fogyasztót is magában foglalhat. Egy háztartási, vagy kommunális fogyasztó holnapi gázfogyasztását pontosan nem lehet megadni kivéve, ha a fogyasztó egész nap nem használ gázt. A több ezer fogyasztóra kidolgozott profilos eljárás:
  - a fogyasztókat hat jellemző csoportba sorolja, az egyes csoportokba azonos felhasználási jellemzőkkel rendelkező fogyasztók kerülnek, például: fűtésre, vízmelegítésre, főzésre földgázt használó háztartások, háztartás jellegű fogyasztást jelentő közintézmények, a földgázt közel állandó teljesítménnyel fogyasztók (például: pékség),

- minden fogyasztói csoportnál az előző napok gázfogyasztása a gáznapi elszámolásaként rendelkezésre áll,
- rendelkezésre áll az előző napok napi átlag hőmérséklete,
- rendelkezésre áll jó minőségű hőmérséklet előjelzés a következő napra,
- ismerjük az előző napok, és a következő nap naptípusát: munkanap volt/lesz, vagy munkaszüneti,
- rendelkezésre áll az a matematikai modell, amelybe az előző adatokat behelyettesítve megkapjuk a profilos fogyasztók következő napi nominálását, fogyasztói csoportonként.

A profilos rendszer figyelembe veszi a külső hőmérsékletet és a naptípust (munkanap, munkaszüneti nap) is. A profilos eljárással becsült gázfogyasztást a gázmérők havi, éves leolvasásával korrigálják.

- Mérő nélküli háztartási fogyasztók várható felhasználása meghatározásához a gázipar egyezményként a fogyasztóra jogszabályban kirótt havi gázmennyiség egy napra jutó hányadát nominálják. A mérő nélküli fogyasztó csak tűzhelyet használ, mert fűtésre távfűtést, a használati melegvíz előállításra távfűtést vagy villamos vízmelegítőt használ. A főzési gázigényt a jogszabály a lakás lakószobáinak száma és a beépített tűzhely főzőegységeinek száma alapján határozza meg.
- A szállítói- és elosztói engedélyes saját felhasználását ugyanúgy tervezni és nominálni kell, mint bármely más fogyasztóét.
- A szállítói- és elosztói engedélyes ellátó rendszerén van hálózati és mérési különbözet, illetve veszteség. Ennek pontos mérésére nincs lehetőség, ezért ennek nominálásánál általában az engedélyező hatóság által elfogadott veszteség mértéket alkalmazzák.

Az összes nominált mennyiséggel azonos forrás mennyiséget is meg kell nevezni a nomináláskor a kereskedőknek, az egyetemes szolgáltatóknak, a szállítónak és az elosztóknak. Ezek a források lehetnek:

- hazai földgáztermelés,
- import forrás,
- földalatti tárolóból kivett forrás (általában csak szeptember-április közötti időszakban),
- napi földgáz piacon az adott napra vásárolt és visszaigazolt forrás.

A kereskedő/egyetemes szolgáltató felajánlhat minden gáznapra opciós gázt (forrással és kapacitással) a rendszerirányítónak a rendelkezésére álló forrásból és kapacitásból arra az esetre, ha a nominált gázigényt a tényleges fogyasztás meghaladná. Ha a nominált fogyasztással pontosan nem egyezik meg a nominált forrás, akkor az elosztó is és a rendszerirányító is visszautasítja a nominálást. Ha a következő gáznapra a kereskedő/egyetemes szolgáltató nem rendelkezik elfogadott nominálással, akkor azonnal beindulhat egy ún. végső menedékes eljárás, a felhasználók kényszer ellátási rendszere.

### **Allokálás**

A gáznap végén, reggel 6 órakor a szállítói engedélyes minden gázátadó állomáson leolvassa az előző gáznapon kiadott összes gázmennyiséget,  $\text{nm}^3$ -re korrigálva, és az előző napi átlag hőértéket. A gázátadó állomással érintett elosztói engedélyes feladata a napi gázmennyiség szétosztása az átadó állomásról ellátott kereskedők, egyetemes szolgáltatók és az elosztók között. Ezt a mennyiség szétosztást *allokációnak* hívják. Az allokáció alapvetően követi a nominálás rendjét. Az allokáció készítésénél a mért mennyiségek esetében a mérőeszköz hibáját nulla értékkel számolják. Az allokáció tételei kereskedőnként és egyetemes szolgáltatónként:

- mért és távellenőrzött tény, gáznapra fogyasztás a  $20 \text{ m}^3/\text{h}$  feletti felhasználóknál,
- a mérő nélküli háztartási felhasználóknál a jogszabály szerint elszámolható napi mennyiség,

- a profilos felhasználókra a profilos eljárással nominált napi mennyiség,
- az elosztói engedélyes saját, mért felhasználása,
- az elosztói engedélyes hálózati és mérési különbözete (HMK), az elszámolás maradékeként.

A napi allokációkat a hónap végén összeadják, és a havi allokációt képzik belőle. A havi allokáció korrekcióra kerül a hónap során az adott gázátadó ellátási körzetében leolvasott (éves, egyszeri leolvasás) mérőállások alapján. Ennek az éves, egyszeri mérő leolvasással megállapított éves gázfelhasználásnak, és az év során havonként számlázott gázmennyiségnek a különbsége képezi az éves elszámoló számla alapját. Az allokált gázmennyiség és a nominált források különbözetével a kereskedőnek/egyetemes szolgáltatónak a rendszerirányító felé kell elszámolni.

### ***Napi egyensúly***

A magyar földgázpiacon gáznaponként teljes elszámolás készül. Ez azt jelenti, hogy minden kereskedőnek, egyetemes szolgáltatónak az adott napra a gázellátás rendszerébe beadott földgázát összevetik a kereskedő, egyetemes szolgáltató felhasználóinak gáznapra tényleges fogyasztásával. A beadott és a felhasznált gázmennyiségnek (hőmennyiségnek) azonosnak kellene lenni. Mivel a két mennyiség a valóságban nem azonos, ezért kiegyensúlyozó műveleteket végeznek minden nap a kereskedők, az egyetemes szolgáltatók, az elosztói engedélyesek és a földgáz rendszerirányítói engedélyes. A földgázpiac egyensúlyozása azt jelenti, hogy a piaci szereplők által felajánlott opciós gázból vesznek igénybe annyit, hogy a tényleges felhasználás és a kereskedők által biztosított forrás egyensúlyba kerüljön.

### ***Az átadott-átvett adatok***

A földgázpiaci engedélyesek között átadott-átvett, az energiatartalom alapján történő elszámolás szempontjából kiemelt figyelmet érdemlő adatok típusát a 91/2015. (IV.9.) Korm. rendelet a földgázellátásról szóló 2008. évi XL. törvény rendelkezéseinek végrehajtásáról szóló 19/2009. (I. 30.) Korm. rendelet módosításáról c. rendelet tartalmazza.

A 17. § értelmében a GET. VHR. 107. §-a helyébe a következő rendelkezés lépett:

(2) A GET 95. §-ában meghatározott feladatokat minden rendszerüzemeltetőnek 0°C és 1,01325 bar referencia állapoton kifejezett térfogat és 25°C égési referencia hőmérsékletű égéshő szorzataként kifejezett energiában (a továbbiakban: 25/0°C-os égéshő alapú energia), kWh, továbbá kWh/h mértékegység alkalmazásával kell végezni a szállítóvezeték rendszer valamennyi betáplálási-kiadási pontja vonatkozásában.

(3) A GET 95. §-ában meghatározott, a földgázelosztó rendszerre vonatkozó feladatokat 15°C és 1,01325 bar referencia állapoton kifejezett térfogat és 15°C égési referencia hőmérsékletű fűtőérték szorzataként kifejezett energiában (a továbbiakban: 15/15°C-os fűtőérték alapú energia), MJ, továbbá MJ/h mértékegység alkalmazásával kell végezni.

(4) A szállítási rendszerüzemeltető külön térítés nélkül köteles a betáplált és kiadott földgáz mennyiségét az összes betáplálási-kiadási ponton és összekapcsolási ponton meghatározni és az érintett rendszerhasználó és felhasználó számára hozzáférhetővé tenni 25/0°C-os égéshő alapú energiában és 15/15°C-os fűtőérték alapú energiában. A szállítóvezeték rendszerbe betáplált és onnan kiadott gáz elszámolása 25/0°C-os égéshő alapú energiában történik.

### ***Irodalom***

A Magyar Földgázrendszer Üzemi és Kereskedelmi Szabályzata, 2017.04. (2272/2017. sz. MEKH határozat)

FARKAS, T. et al.: Méréstechnika; Energetikai Kiadó Nonprofit Kft., Budapest, 2013. ISBN 068 900 016 909 4

SZILÁGYI, Zs.: Mérések a gáziparban, Oktatási jegyzet, 2013.

TIHANYI, L. - ZSUGA, J.: Földgázszállító rendszerek üzemeltetése; Miskolci Egyetem, Gazdász Elasztik, Kft. 2013. ISBN 978-963-358-010-3

## 11. Az „okos mérés” eszközei

Az okos mérés (Smart Metering) olyan elektronikus gázmérőket jelent, amelyek

- adatai távolról leolvashatók,
- a gázmennyiség adatok gáztechnikai/fizikai normál köbméterre korrigáltak,
- a mérők távvezérelt műveletek elvégzésére is képesek.

Az okos gázmérők távleolvasására különböző adatátviteli műszaki megoldások állnak rendelkezésre:

- PLC átviteli megoldások,
- GSM kommunikáció,
- GPRS kommunikáció,
- rádiós adatátvitel (Zig Bee, Zig C).

A lehetséges kommunikációs megoldás választása nagymértékben függ a felhasználói sűrűségtől. Nagy felhasználói sűrűség és koncentrált bevezetés esetén a PLC javasolható, míg ritkán beépített területen, vagy elszórt bevezetés esetén a GPRS. A kommunikáció a műszaki rendszer kialakítása szempontjából meghatározó.

A PLC rendszerben az egy körzetben található gázfelhasználók mérőit egy adat koncentrátor gyűjti össze. A koncentrátor épületben vagy oszlopon kerül elhelyezésre. Az összegyűjtött adatok az adatkoncentrátortól GPRS kommunikációval, vezetékes távközlési hálózaton továbbítható a központi adatfeldolgozó rendszerbe.

Műszaki elvárások:

- gyártó-független megoldások alkalmazása,
- a mérő- és a kommunikációs eszközök eltérő műszaki élettartamának kezelése,
- nagy adatátviteli kapacitás.

Az okos gázmérő konstrukciójával szembeni elvárások:

- legyen hitelesíthető,
- lehetőleg közvetlenül szolgáltatson elektromos impulzusokat,
- egyszerű, elektronikus szerkezet legyen,
- ne legyen benne mozgó alkatrész, kivéve a gázáram korlátozó és gázáram záró szerkezetet,
- karbantartás igénye legyen minimális,
- csendes,
- a hiba határa  $\pm 1\%$ -on belüli legyen,
- átfogási tartománya legalább 1:100 legyen,
- meghibásodásakor ne zárja a gáz útját,
- várható élettartama legalább 25 év legyen,
- könnyű beépíthetőség,
- áramlási ellenállása (nyomásvesztesége) minimális legyen,
- akkumulátora legalább 5 évig működőképes legyen,
- legyen képes vezeték nélküli kommunikációra,
- legyen a mérés befolyásolás ellen védett,
- legyen olcsó és üzembiztos.

Az okos gázmérőtől egy elosztói engedélyes által elvárható további jellemzők:

- rendelkezzen távműködtetésű elzáró szerkezettel,
- az elzáró szerkezet mozgatása elemes tápellátással működjön, kb. 200 nyitás-zárást lehessen egy elemmel végezni,

- tíz év legyen az elem tényleges, elvárt élettartama,
- a gázmérő jelezze az elem lemerülését,
- alkalmas legyen a téli-nyári időszámítás automatikus átállítására,
- óra szinkronizálást automatikusan végezze,
- valós jelből vagy impulzus jelből képezze a mérőállást, és ezt továbbítsa,
- órai mérőállás adattárolás legalább 30 napig,
- tárolt adatok helyszíni kiolvasásának lehetősége,
- jól olvasható kijelzővel rendelkezzen,
- kétirányú kommunikációra alkalmas legyen,
- alkalmas az ügyfél korlátozott tartalmú tájékoztatására,
- csatlakoztatható más közmű információs rendszerekhez.

### ***Smart Grid, intelligens hálózat***

A Smart Grid a földgázelosztók szempontjából egy olyan elosztóvezeték tervezési, fejlesztési és üzemeltetési filozófia, melynek során modern információ technológiai megoldásokat alkalmaznak az elosztóvezeték költséghatékony kihasználása, a felhasználók és a rendszerüzemeltetők magasabb szintű kiszolgálása, valamint az ellátás minőségének növelése érdekében.

Az intelligens gázhálózatot meghatározó főbb jellemzők:

- Integráció: az elosztóvezeték tartozékai integráltan üzemelnek, jellemzően távolról felügyelhetők, irányíthatók, adott esetben egymással kommunikálnak.
- Intelligencia: az elosztóvezeték tartozékai automatikusan, kooperatívan működnek, lehetőség van nem csak hálózat üzemeltetői, de felhasználói reakciókra is.
- Az elosztóvezeték tartozékainak kétirányú kommunikációja.

Az intelligens hálózattal elérhető előnyök:

- műszaki hiba esetén a hiba észlelés időszükséglete lecsökken,
- a szolgáltatási üzemszünet minimalizálása, az értékesítés kiesés csökkentése,
- hálózati mérési különbözet lecsökkenthető,
- lehetőség a felhasználói magatartás változásának gyors elemzésére, követésére.

### ***Az intelligens hálózat jövője***

Az intelligens elosztóvezeték lehetőséget ad a következőkre:

- üzemzavarok esetén a szolgáltatás kimaradás minimalizálása,
- a felhasználók aktív részvételét biztosítja az igényeik szerinti reagálásra,
- ellenállóképes mind a fizikai mind pedig a kibernetikai támadásokkal szemben,
- a XXI. század igényeinek megfelelő szolgáltatás-minőséget biztosít,
- befogadó képes új szolgáltatási elemekre, rugalmas mindenfajta földgázelosztói és felhasználói változtatásra,
- lehetőséget ad új termék, szolgáltatás piacra lépésére,
- optimalizál az eszközök hasznosítására és a működés-hatásosságára,
- rugalmas a felhasználó igények kielégítésében, a változások és várható kihívások reagálásában,
- megbízható, biztosítja és javítja a biztonságot,
- befogadja a telekommunikáció és az informatika újításait,
- magas ellenálló képességű a kockázatokkal és bizonytalanságokkal szemben,
- gazdaságos, amennyiben a pontos és megbízható értékeket adja az innováció kapcsán, a hatásos energia menedzsmentben valamint a versenyben és a szabályozásban szerepet játszó szinteken.

## *Tapasztalatok az okos mérés alkalmazásában*

### *EU országok*

Az EU tagországokban felismerték az okos mérés bevezetésének lehetséges előnyeit. Az egyes rendszerek (villamos, gáz, távhő, esetleg víz) kialakítására vonatkozó kormányzati intézkedések nagyon eltérőek. Minden tagországban épült okos mérési projekt, különböző léptékben, különböző műszaki tartalommal, mint a tervezett országos rendszer „próba pályája”. A projektek létesítésének, üzemelésének első kiértékelései elkészültek. A tapasztalatok sokrétűek:

- Minden okos mérési rendszer kiépítése a felhasználó különböző mértékű zavarásával épül ki. A kiépítés rugalmas megoldása nem minden esetben sikerül.
- A felhasználó nem akarja elfogadni az ingatlanán, épületében a huzalozást, a mérőhely átalakítást, a bontást és építést.
- A felhasználó nem hajlandó közvetlenül fizetni a nála kiépülő okos mérés miatt.
- A felhasználók jelentős részének képzettsége nem segíti az okos mérés rendszerének megismertetését, a rendszer előnyeinek tudatosítását.
- A felhasználók háztartási költség érzékenysége összefüggésben van az adott ország gazdasági helyzetével, az országra jellemző életszínvonallal. A fejlett országokban a felhasználói érdekeltség megteremtése más PR munkát kíván, mint a kevésbé fejlett országokban.
- A villamos szolgáltatásban az okos mérés nyújtotta előnyöket a felhasználók általában felismerték, éltek a napon belüli különböző tarifa időszakok kihasználásával, éves szinten 2-5% költség megtakarítást értek el.
- A távhő- és vízszolgáltatásnál alkalmazott okos mérések a felhasználónak - éppen a tarifa rendszer sajátossága miatt - nem hoztak értékelhető anyagi előnyt. Az egyébként megszokott havi, negyedéves, éves mérő leolvasási rendszerhez képest a távleolvasás nem jelent érdemi többlet kényelmet.
- A gázellátásban az okos mérés előnyeit a felhasználó nem érzékeli, az egyszerű, általában kéttényezős (kapacitás díj és molekula díj) tarifa rendszer miatt. Merev, a piaci viszonyoktól független árrendszer gátolja az okos mérés befogadását. A felhasználó kimondottan rosszul reagál a mérő távzárási lehetőségére, az illegális gázvételezés kideríthetőségére.
- Az integrált okos mérési rendszer kiépítése vegyes tapasztalatokat és felhasználói reakciókat hozott. Megállapítható, hogy a villamos mérés okos méréssé fejlesztése mindenhol indokolt, a többi közszolgáltatással összekapcsolása nem mindenhol vált be.

### *Tapasztalatok Magyarországon*

A rendkívül különböző kezdeti tapasztalatok alapján levonható néhány következtetés:

- A különböző európai országokban szerzett tapasztalatok közvetlenül nem ültethetők át a magyar szolgáltatásokra.
- A földgázszállító vezetéken és a 20 m<sup>3</sup>/h teljesítmény feletti felhasználóknál kiépített (részleges) okos mérési rendszer tapasztalatai nagyon kedvezőek.
- A teljes körű bevezetés a gázipar területén igen jelentős beruházást igényel. Magyarország esetében a 3,5 millió felhasználó mérőállományának lecserélése, az informatikai háttér és a telekommunikációs fejlesztés mintegy 370 milliárd Ft nagyságrendű. A beruházások megtérülésére készített becslések tíz éven túli megtérülést mutatnak.
- Az érintett gázpiaci szereplők érdekeltségét meg kell teremteni: kedvező hitel lehetőséggel, kiemelt állami-, EU támogatással.

- Az okos mérési rendszer adatforgalmát a meglévő távközlési rendszerek nem tudják lebonyolítani, jelentős fejlesztések szükségesek ezen a területen.
- A fejlesztések 10-15 éves időszak alatt végezhetők el, a bevezetés rendkívüli élőmunka és eszköz igénye miatt. A földgázpiaci teljes kiépítés kb. 12 év múlva lehet reális.
- Az okos mérési rendszerekkel biztosítható felhasználói információk és kommunikációs lehetőségek nagyságrenddel nagyobbak, mint amit ma a földgázelosztók és a felhasználók igényelnek.
- A földgázpiac napi elszámolási rendszerének kulcskérdése a profilos felhasználók elszámolása. Az alkalmazott matematikai-statisztikai modell rendszeres elszámolási vitákat okoz. A legfeljebb 100 000 felhasználót kiszolgáló földgázelosztók esetében pedig bizonyítottan alkalmatlan. Az okos mérés rendszere szükségtelenné teszi a profilos elszámolást.
- A választható műszaki rendszerek tartalma lényegesen eltérő. Az egyes országok a honos gyártmányokat és rendszereket részesítik előnyben, az európai egységesítés lehetősége még nagyon távoli.
- A különböző közmű szolgáltatók közös okos mérési projektjeinek is vannak tapasztalatai: a nagyon kezdeti kooperációk nem mutatják egyértelműen a közös mérési rendszer kialakításának előnyeit.
- A villamos rendszereknél az okos mérés segíti a felhasználó döntését a különböző tarifák közötti választásban. Ez a tarifa rendszer nincs meg a gázellátásban, a vízellátásban és a távhő szolgáltatásban sem.
- A munka több szempont szerint szakaszolható:
  - a földgázpiac szakmai tagozódását követve: szállítóvezeték, elosztóvezeték, felhasználási helyek,
  - területi szakaszolás, az egyes földrajzi beépítési területeken teljes körű kiépítés célszerű, gyors ütemben,
  - felhasználói szegmensenkénti kiépítés: a lekötött teljesítmény szerinti kategóriákban, például a nagyobb felhasználóknál *(éves felhasznált földgáz mennyiség sorrendisége alapján, függetlenül attól, hogy mely kategóriába tartozik)* kezdve,
  - az okos mérés lehetséges funkcióinak lépcsőzetes bevezetése.

### ***Az Európai Unió programja az okos mérés terjesztésére***

Az energia végfelhasználás hatékonyságáról, az energetikai szolgáltatásokról és a felhasználók jobb tájékoztatásáról szóló 2006/32/EK irányelv fogalmazta meg először az okos mérés szükségességét. A 2009/72/EK (villamos energia irányelv) és a 2009/73/EK (földgáz irányelv) irányelvekben kötelezik a tagállamokat, hogy készítsenek értékelést arról, hogy az okos mérés melyik fajtájának bevezetése milyen ütemezés mellett észszerű és költséghatékony.

Kedvező értékelés esetén a villamos felhasználók legalább 80%-át el kell látni okos mérővel 2020-ig. Külön hangsúlyt kell fektetni az adatkezelés, adatvédelem és adatbiztonság fontosságára. A 2012/27/EK (energiahatékonysági irányelv) konkrét ajánlásokat tartalmaz az okos mérésre is.

Az ERGEG 2009. októberben adta ki „*Status review on regulatory aspects of smart metering*” tanulmányát, melynek legfőbb megállapítása az, hogy nagy a változatosság és a különbözőség az egyes országokban az okos mérés megítélésében, és ennek fő oka a nemzetközi szabványosítás hiánya. 2011. februárban kiadták a „*Guidelines of Good Practice (GGP) on Regulatory Aspects of Smart Metering for Electricity and Gas*” tanulmányt, amelyben ajánlásokat adnak a felhasználók részére nyújtandó szolgáltatásokról, a költség-

haszon elemzés elkészítéséhez és az adatkezeléshez.

A gázpiaci okos mérésre vonatkozó ajánlások:

- hónapos ciklusokban ingyenes információ adás a felhasználónak az aktuális felhasználásáról és a költségekről,
- hozzáférés az aktuális felhasználás és a költségek aktuális állásához,
- könnyített kereskedőváltás vagy szerződés módosítása,
- a számlák a tényleges gázhónapra vonatkozó felhasználáson alapuljanak,
- a felhasználó táv ki- és visszakapcsolási lehetősége,
- riasztás rendkívüli felhasználás/gázömlés esetén,
- otthoni kapcsolódás lehetősége a földgázelosztó információs platformjához,
- szoftver biztosítása a felhasználónak,
- minden felhasználónak származzon előnye az okos mérésből,
- minden felhasználó kaphasson okos mérőt.

Az EU 2014-től érvényes energia megtakarítási irányelve kimondja, hogy a tagországokban évente 1,5%-kal kell az energia felhasználást csökkenteni. Az EU tagjaként Magyarország is vállalt energia hatékonyság növelési feladatokat. Ezeket a célokat eddig épület energetikai fejlesztésekkel, az ipari struktúra átalakulásával, fűtése korszerűsítéssel jól lehetett teljesíteni. A továbblépéshez az okos méréstől elvárható magasabb energia hatékonysági eredmények szükségesek lehetnek.

### *Irodalom*

GRABNER, P. - VAJDOVICH, Á. - MOZSOLICS, A.: Okos mérés és okos hálózatok bevezetésének lehetősége; Előadás, 2011.04.19.

KOVÁCS, M.: Javaslat gázmérőkre és mérőkörökre különböző fogyasztói csoportok részére; Előadás, Miskolci Egyetem, 2007.

MAGYAR ENERGIA HIVATAL: Force Motrice Zrt., A.T. Kearney GmbH.: Tanulmány készítése az „okos mérés” elektronikus mérőrendszernek a villamos energia, földgáz -, és távhőfelhasználás területén történő bevezetésére és alkalmazhatóságára; Projekt Végleges jelentés, 2010.

MOTRICE, F. - ATKEARNEY: Előzetes jelentés az okos mérésről; 2010.04.15.

ORLAY, I.: Smart metering az RWE-nél; MEE konferencia előadás, Budapest, 2009.

SZÉCSI, P.: Smart mérő pilot program tapasztalatok; Dunagáz Konferencia előadás, Visegrád, 2015.04.16.

## 12. Mellékletek

### 12.1. Fogalomjegyzék

*Budapest Főváros Kormányhivatala Metrológiai és Műszaki Felügyeleti Főosztálya (régebben OMH, majd MKEH) az egyes mérőtípusok mérésügyi hitelesítési előírásai alapján.*

*Alaphiba* A mérési hiba referencia feltételek mellett meghatározva.

*Átszámítómű* (mennyiségátszámító, korrektor) Olyan berendezés, amely az üzemi állapotjelzők mellett megmért gáztérfogatot normálállapotra számítja át, vagy korrigálja.

Kivitele szerint lehet:

- T (hőmérséklet)-korrektor,
- pT (nyomás-hőmérséklet)-korrektor,
- pTZ-korrektor, amely az ideális gáztól való eltérést is figyelembe veszi a kompresszibilitási tényező használatával.

*Ciklustérfogat* A gázmérőn egy működési ciklus alatt átáramlott gáz térfogata.

*Elektronikus gázmérő* Elektronikus egységgel (egységekkel) ellátott gázmérő.

*Gázmérő* A gázmérő olyan összegző mérőeszköz, amely folyamatosan méri és kijelzi a rajta átáramlott gáz térfogatát.

*Használati (üzemeltetési) feltételek* A mérendő mennyiséget befolyásoló mennyiségek azon értékei, amelyekre a gázmérő metrológiai jellemzőit a gyártó specifikálta.

*Hitelesítés* Az a hatósági tevékenység, amelynek során szemrevételezéssel és mérések alapján eldöntésre kerül, hogy a hitelesítésre bemutatott gázmérő megfelel-e a hitelesítési előírásoknak, illetve a típusára vonatkozó szabványok mérésügyi követelményeinek.

*Hitelesítési hibahatárok* A hitelesítési eljárás során figyelembe veendő, pozitív és negatív irányban megengedett legnagyobb relatív, százalékos hibák.

*Járvékos hiba* A gázmérő alaphibája és az üzemeltetési tartományban nem referencia feltételek mellett végzett bármely vizsgálat során meghatározott jelzési hibája közötti eltérés.

*Legkisebb (minimális) térfogatáram ( $Q_{min}$ )* Az a térfogatáram, amelynél a gázmérőnek már a specifikált hibahatáron belül kell működnie.

*Legnagyobb (maximális) térfogatáram ( $Q_{max}$ )* Az a legnagyobb térfogatáram, amelyen a gázmérő tartósan, meghibásodás nélkül képes üzemelni úgy, hogy mérési hibája a megengedett értéket nem haladja meg.

*Membrános gázmérő* Köbözős rendszerű térfogatmérő eszköz, amely a rajta átáramló gáz térfogatát a mérőkamrában alternáló mozgást végző membránok segítségével méri. A gázmérőn átáramlott térfogat a ciklustérfogat és a ciklusok számának szorzatával arányos.

*Mérési hiba* A mérési hiba abszolút értéke a gázmérő által jelzett térfogat és a méréskor valóban átáramlott gáztérfogat helyes értékének különbsége.

*Mérési tartomány (terhelési tartomány)* A mérendő mennyiség azon tartománya, amelyet a gázmérő műszaki adataiban közölt legnagyobb és legkisebb térfogatáram határol.

*Méretlen gáz* A gázmérő mérőelemén még át nem áramlott gáz.

*Mért gáz* A gázmérő mérőelemén átáramlott, azt működésbe hozó gáz térfogata.

*Névleges térfogatáram ( $Q_n$ )* A gázmérő megjelöléséhez, valamint a térfogatáram százalékban történő megadásához szükséges érték.

*Normálállapot jellemzői* Azok az állapotjelzők, amelyekre a gáz üzemi állapotában megmért térfogatát az általános gáztörvény alapján át kell számítani gáztechnikai normálállapotba. Magyarországon  $p_n=101\,325\text{ Pa}$  és  $T_n=288,15\text{ K}$  ( $t_n=15^\circ\text{C}$ ), illetve  $p_n=101\,325\text{ Pa}$  és  $T_n=273,15\text{ K}$  ( $t_n=0^\circ\text{C}$ )

*Nyomásveszteség* A gáz átáramlásakor a gázmérő bemenetén és kimenetén (az azonos keresztmetszetekben) mérhető nyomások különbsége.

*Üzemi állapot jellemzői* A gáz azon állapotjellemzői, amelyek mellett a gáz térfogata megmérésre kerül.

*Számlálómű* Az áttételi egységtől a gázmérő hibagörbéjének adott határok közé történő beszabályozását lehetővé tevő cserekerékpár közvetítésével érkező fordulat bemenő jeleket integrálja és az eredményt dekadikus formában, törvényes mértékegységben jeleníti meg.

*Térfogatáram ( $Q$ )* A gázmérőn időegység alatt átáramló gáz térfogata.

*Üzemi hőmérséklet ( $T_{\bar{u}}$ )* A gázmérő bemeneti csomakjánál mérhető, vagy oda vonatkoztatott hőmérséklet.

*Üzemi nyomás ( $p_{\bar{u}}$ )* A gázmérő bemeneti csomakjánál mérhető abszolút nyomás és az atmoszférikus nyomás különbsége.

## 12.2. Mértékegységek átszámítása, prefixumok

### Térfogat átszámítása

	m <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	dm <sup>3</sup>	in <sup>3</sup>	ft <sup>3</sup>	UK gall	US gall
m <sup>3</sup>	1	10 <sup>6</sup>	10 <sup>3</sup>	61023,7	35,3100	219,970	264,170
cm <sup>3</sup>	10 <sup>-6</sup>	1	10 <sup>-3</sup>	0,06100	0,00004	0,00022	0,00026
dm <sup>3</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>3</sup>	1	61,0237	0,03532	0,21997	0,26417
in <sup>3</sup>	0,00002	16,38710	0,01639	1	0,00058	0,00360	0,00433
ft <sup>3</sup>	0,02832	28316,80	28,3200	1728,000	1	6,22882	7,48050
UK gall	0,00455	4546,090	4,54609	277,4200	0,16054	1	1,20010
US gall	0,00379	3785,420	3,78542	231,0000	0,13368	0,83267	1

ahol: in<sup>3</sup> - cubic inch; ft<sup>3</sup> - cubic foot; gall - gallon

### Térfogatáram átszámítása

Köbméter/ óra (m <sup>3</sup> /h)	Liter/perc (l/min)	liter/másodperc (l/sec)	Cubic foot/hour (ft <sup>3</sup> /h)	Cubic foot/ min (ft <sup>3</sup> /min)	UK gallon/min (UK gall/min)	US barrell/day (US barrel/d)
1	16,67	0,27778	35,31	0,58858	3,67	150,955
0,06	1	0,01667	2,12	0,035315	0,219969	9,057
3,6	60	1	127,1329	2,11888	13,19813	543,44
0,02831	0,47195	0,00787	1	0,01667	0,103815	4,275
1,69902	28,317	0,47195	60	1	6,22882	256,47
027277	4,54609	0,07577	9,63264	0,160544	1	41,18
0,22713	3,78542	0,06309	8,0208	0,13368	0,83267	34,286
0,00662	0,11041	0,00184	0,23394	0,0039	0,02429	1

### Energia átszámítása

	TJ (10 <sup>12</sup> )	Gcal	Mtoe	MBTU	GWh
TJ	1	2,388·10 <sup>2</sup>	2,388·10 <sup>-5</sup>	9,478·10 <sup>2</sup>	2,778·10 <sup>-1</sup>
Gcal	4,1868·10 <sup>-3</sup>	1	10 <sup>-7</sup>	3,97	1,163·10 <sup>-3</sup>
Mtoe	4,1868·10 <sup>4</sup>	10 <sup>7</sup>	1	3,968·10 <sup>7</sup>	1,1630·10 <sup>4</sup>
MBTU	1,0551·10 <sup>-3</sup>	2,5·10 <sup>-1</sup>	2,52·10 <sup>-8</sup>	1	2,931·10 <sup>-4</sup>
GWh	3,6	8,60·10 <sup>2</sup>	8,6·10 <sup>-5</sup>	3,412·10 <sup>3</sup>	1

ahol: Mtoe millió tonna olaj egyenérték; BTU british thermal unit

### Nyomás mértékegységek átszámítása

	MPa	kPa	Pa	bar	atm
1 MPa	1	1 000	1 000 000	10	9,87
1 kPa	0,001000	1	1 000	0,01000	0,00987000
1 Pa	0,000001	0,001000	1	0,00001	0,00000987
1 bar	0,100000	100	100 000	1	0,98700000
1 atm	0,101325	101,325	101 325	1,01325	1

**Hőmennyiség mértékegységek átszámítása**

	Kcal	kJ	MJ	BTU	Therm	kWh
1 kcal	1	4,1868	0,0041868	3,96832	0,0000397	0,001163
1 kJ	0,23885	1	0,0010000	0,94780	0,0000095	0,000278
1 MJ	238,850	1000	1	948,817	0,0094781	0,277778
1 BTU	0,25200	1,055	0,001055	1	0,0000100	0,000293
1 Therm	25 200	105 506	105,5060	100 000	1	29,30710
1 kWh	859,845	3 600	3,6	3 412,14	0,0341214	1

**Adott nyomású (ideális) gáz térfogatának átszámítása másik hőmérsékletre**

	0°C-on	15°C-on	20°C-on
1 m <sup>3</sup> gáz 0°C-os	1,0000 m <sup>3</sup>	1,0550 m <sup>3</sup>	1,0732 m <sup>3</sup>
1 m <sup>3</sup> gáz 15°C-os	0,9480 m <sup>3</sup>	1,0000 m <sup>3</sup>	1,0173 m <sup>3</sup>
1 m <sup>3</sup> gáz 20°C-os	0,9318 m <sup>3</sup>	0,9829 m <sup>3</sup>	1,0000 m <sup>3</sup>

**A gáziparban használt prefixumok**

Tíz hatványainak neve magyarul és angolul több nagyságrendnyi tévesztést tesz lehetővé. A szótárak sem adnak biztos eligazítást, mert napjaink angolja és a néhány évtizeddel ezelőtti angol is más nevezéksort használt. Ha szétnézünk a világ különböző országaiban, akkor általában az alábbiakban bemutatott „long scale”-t, vagy a „short scale”-t használják, de néhány országban a két nevezéksort keverik. Tíz pozitív hatványainak legtöbbször használt megnevezését tartalmazza a következő táblázat.

10 hatványa	magyarul <sup>1)</sup>	Mai angol, amerikai irodalomban <sup>2)</sup>
10 <sup>3</sup>	ezer	thousand
10 <sup>6</sup>	millió	million
10 <sup>9</sup>	milliárd	billion
10 <sup>12</sup>	billió	trillion
10 <sup>15</sup>	billiárd	quadrillion
10 <sup>18</sup>	trillió	quintillion
10 <sup>21</sup>	trilliárd	sextillion
10 <sup>24</sup>	kvadrillió	septillion
10 <sup>27</sup>	kvadrilliárd	octillion
10 <sup>30</sup>	kvintillió	nonillion
10 <sup>100</sup>	googol	googol

<sup>1)</sup> Magyarországon és Európa legtöbb országában használt un. long scale

<sup>2)</sup> az amerikai és a modern angol (un. short scale) használatban lévő megnevezések, Nagy-Britannia, Írország, USA, angolul beszélő Kanada, Ausztrália használja.

**Prefixumok**

exa	E	10 <sup>18</sup>
peta	P	10 <sup>15</sup>
tera	T	10 <sup>12</sup>
giga	G	10 <sup>9</sup>
mega	M	10 <sup>6</sup>
kilo	k	10 <sup>3</sup>
milli	m	10 <sup>-3</sup>
mikro	μ	10 <sup>-6</sup>

Összetétel	Moláris tömeg [1] M <sub>i</sub> kg/kmol	Mólértogat [2] V <sub>i</sub> m <sup>3</sup> /kmol	Sűrűség [1] ρ <sub>i</sub> kg/m <sup>3</sup>	Kritikus hőmérséklet [1] T <sub>c</sub> K	Kritikus nyomás [1] p <sub>c</sub> kPa	Égőshő 15/15 °C [1] H <sub>f</sub> MJ/m <sup>3</sup>	Fűtőérték 15/15 °C [1] H <sub>a</sub> MJ/m <sup>3</sup>	Kompressziós tényező [1] z	Összegzési tényező [1] (b) <sup>1/2</sup>	Fajhő 1013,25 mbar 0 °C [3] kJ/kgK		Izentrópius kitevő [3] κ	Metánszám [3] MZ	Dinamikai viszkozitás [4] η *10 <sup>-6</sup> Pa·s
										c <sub>p</sub> kJ/kgK	c <sub>v</sub> kJ/kgK			
Metán	16,043	22,3600	0,7175	190,58	4 604	37,706	33,948	0,9980	0,0447	2,156	1,638	1,316	100	10,740
Etán	30,070	22,1875	1,3553	305,83	4 880	66,070	60,430	0,9915	0,0922	1,729	1,453	1,190	43	9,105
Propán	44,097	21,9297	2,0108	369,82	4 250	93,940	86,420	0,9821	0,1338	1,549	1,361	1,138	33	7,920
i-Bután	58,123	21,6159	2,6889	408,13	3 648	121,400	112,010	0,9680	0,1789	1,599	1,456	1,098	10	7,305
n-Bután	58,123	21,5195	2,7009	425,14	3 784	121,790	112,400	0,9650	0,1871	1,599	1,456	1,098	10	7,243
i-Pentán	72,150	21,0556	3,4266	460,39	3 381	149,360	138,090	0,9480	0,2280	1,599	1,484	1,077	10	6,563
n-Pentán	72,150	20,8874	3,4542	469,69	3 364	149,660	138,380	0,9370	0,2510	1,599	1,484	1,077	10	6,563
n-Hexán	86,177	20,5000	4,2038	506,40	3 303	177,550	164,400	0,9130	0,2950	1,608	1,512	1,063	10	6,245
n-Heptán C <sub>7+</sub>	100,204	20,5000	4,8880	539,20	2 740	205,420	190,390	0,8660	0,3661	1,608	1,512	1,063		6,091
Szén-monoxid	28,010	22,4026	1,2503	132,85	3 494	11,960	11,960	0,9995	0,0224	1,040	0,743	1,400	75	17,350
Hidrogén	2,016	22,4362	0,0899	33,20	1 297	12,102	10,223	1,0006	0,0048	14,200	10,076	1,409	0	8,700
Hidrogén-szulfid	34,082	22,1875	1,5361	373,60	9 005	23,780	21,910	0,9900	0,1000	1,068	0,821	1,301		12,688
Szén-dioxid	44,010	22,2569	1,9774	304,20	7 386	0,000	0,000	0,9944	0,0748	0,815	0,626	1,302	-	14,488
Nitrogén	28,014	22,4049	1,2503	126,20	3 390	0,000	0,000	0,9997	0,0173	1,039	0,742	1,400	-	17,260
Oxigén	31,999	22,3914	1,4291	154,58	5 043	0,000	0,000	0,9992	0,0283	0,915	0,655	1,397	-	19,980
Vízgőz	18,015	21,6290	0,8329	647,14	22 064	1,880	0,000	0,9450	0,2345	1,859	1,398	1,330	-	12,550
Argon (nemesgázok)	39,948	22,3937	1,7839	150,65	4 866	0,000	0,000	0,9992	0,0283	0,523	0,318	1,688	-	21,950
Levegő (száraz)	28,963	22,4004	1,2930	132,450	3 771	0,000	0,000	0,9996		1,004	0,716	1,401	-	17,811

Forrás:

- [1] MSZ ISO 6976:1997 Földgáz. A hőértékek, a sűrűség, a relatív sűrűség és a Wobbe-szám számítása a gázösszetételből
- [2] N.V. Nederlandse Gasunie: Physical properties of natural gases, 1988.
- [3] Cerbe, G.: A gáztéchnika alapjai. Dialóg Campus Kiadó, Budapest-Pécs, 2007. ISBN 963 9542 54 7
- [4] Meszléry, C.: Gáztéchnikai példatár; Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1978. ISBN 963 10 2184 X
- [5] Joos, L.: Gázfelhasználás a háztartásban és a kisfogyasztóknál; Frohner Bt. Kiadó, Pécs, 2005. ISBN 963 217 8564

12.3./1 melléklet A földgáz összetevőinek anyag- és tüzeléstechnikai jellemzői  
15 °C hőmérsékleten és 1013,25 mbar nyomáson

	Alsó gyulladási koncentrac. 1013,25 mbar 20 °C		Felső gyulladási koncentrac. 1013,25 mbar 20 °C	Max. normál láng-terjedési sebesség	Sztóchio- metrikus oxigén szükségelt [2]	Sztóchio- metrikus levegő szükséglet (száraz) [2]	Keletkező CO <sub>2</sub> [2]	Keletkező N <sub>2</sub> [2]	Keletkező Ar [2]	Keletkező H <sub>2</sub> O [2]	Keletkező SO <sub>2</sub> [2]
	Z <sub>a</sub>	Z <sub>i</sub>	U <sub>max,n</sub>								
Összetétel	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	cm/s		m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
Metán	CH <sub>4</sub>	0,0436	0,1553	35,0	2,0028	9,5645	0,9982	7,4698	0,0889	1,9346	0,0000
Etán	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0,0282	0,1534	40,0	3,5322	16,8682	2,0113	13,1739	0,1568	2,9245	0,0000
Propán	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,0205	0,1138	40,0	5,1053	24,3806	3,0521	19,0411	0,2267	3,9452	0,0000
i-Bután	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,0168	0,1030	37,0	6,7332	32,1547	4,1282	25,1127	0,2989	5,0031	0,0000
n-Bután	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,0168	0,1030	37,0	6,7634	32,2989	4,1468	25,2252	0,3003	5,0255	0,0000
i-Pentán	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,0138	0,0915	40,0	8,5076	40,6285	5,2974	31,7305	0,3777	6,1635	0,0000
n-Pentán	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,0138	0,0915	40,0	8,5760	40,9551	5,3400	31,9859	0,3807	6,2131	0,0000
n-Hexán	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	0,0110	0,0864	40,0	10,3765	49,5535	6,5290	38,7017	0,4607	7,3857	0,0000
n-Heptán C <sub>6+</sub>	C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	0,0099	0,0842	40,0	12,0149	57,3777	7,6170	44,8125	0,5334	8,4408	0,0000
Szén-monoxid	CO	0,1250	0,8000	40,0	0,4997	2,3863	0,9942	1,8639	0,0222	0,0000	0,0000
Hidrogén	H <sub>2</sub>	0,0400	0,8000	267,0	0,4990	2,3830	0,0007	1,8611	0,0222	0,9640	0,0000
Hidrogén-szulfid	H <sub>2</sub> S	0,0400	0,4400		1,5138	7,2292	0,0022	5,6460	0,0672	0,9748	0,9890

Forrás:

[1] MSZ ISO 6976:1997 Földgáz. A hőértékek, a sűrűség, a relatív sűrűség és a Wobbe-szám számítása a gázösszetételből  
[2] N.V. Nederlandse Gasunie: Physical properties of natural gases, 1988.  
[3] Cerbe, G.: A gáztechnika alapjai. Dialóg Campus Kiadó, Budapest-Pécs, 2007. ISBN 963 9542 54 7  
[4] Meszléry, C.: Gáztechnikai példatár: Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1978. ISBN 963 10 2184 X  
[5] Joos, L.: Gázfelhasználás a háztartásban és a kisfogyasztóknál: Frohner Bt. Kiadó, Pécs, 2005. ISBN 963 217 8564

12.3./2 melléklet A földgáz összetevőinek anyag- és tüzeléstechnikai jellemzői  
15 °C hőmérsékleten és 1013,25 mbar nyomáson

## Jegyzetek