

Sugaras hálózat, korlátlan utánpótlással		Állandók		Az egyes komponensek figyelembe vett értékei								
Kiáramlás hangsebesség alatt vagy hangsebességgel Teljes vagy a teljes keresztmetszettől kisebb kiáramlási felület		$R_u = ##### \text{ J/kmolK}$ $M_{\text{av}} = 28,963 \text{ kg/kmol}$ $Z_{\text{av}} = 0,9994$ $\rho_{\text{av}} = 1,2929 \text{ kg/m}^3$		Fizikai normálállapotban (0 °C és 1013,25 mbar)								
Kiindulási összetételek		Komponens	Képlet	Móláris tömeg [1] M_i kg/kmol	Móltérfogat [2] V_i m^3/kmol	Sűrűség [1][2] ρ_i kg/m^3	Kompressziós tényező [1] Z	Összegzési tényező [1] $(b_i)^{1/2}$	Fajhő 1013,25 mbar 0 °C [3]		Izentrópikus kitevő [3] κ	Dinamikus viszkozitási tényező [4] μ Ns/m^2
EÖMODULIból átvett összetétel									A			
Komponensek	Összetétel mól%											
Metán	CH ₄	16,043	22,3600	0,7175	0,9976	0,0490	2,156	1,638	1,316	0,00001035		
Etán	C ₂ H ₆	30,070	22,1875	1,3553	0,9900	0,1000	1,729	1,453	1,190	0,00000855		
Propán	C ₃ H ₈	44,097	21,9297	2,0108	0,9789	0,1453	1,549	1,361	1,138	0,00000750		
i-Bután	C ₄ H ₁₀	58,123	21,6159	2,6889	0,9580	0,2049	1,599	1,456	1,098	0,00000680		
n-Bután	C ₄ H ₁₀	58,123	21,5195	2,7009	0,9572	0,2069	1,599	1,456	1,098	0,00000680		
i-Pentán	C ₅ H ₁₂	72,150	21,0556	3,4266	0,9370	0,2510	1,599	1,484	1,077	0,00000620		
n-Pentán	C ₅ H ₁₂	72,150	20,8874	3,4542	0,9180	0,2864	1,599	1,484	1,077	0,00000620		
Hexán + C ₆ +	C ₇ H ₁₆	100,204	20,5000	4,8880	0,8300	0,4123	1,608	1,512	1,063	0,00000717		
Szén-dioxid	CO ₂	44,010	22,2569	1,9774	0,9933	0,0819	0,817	0,628	1,301	0,00001382		
Nitrogén	N ₂	28,014	22,4049	1,2503	0,9995	0,0224	1,039	0,742	1,400	0,00001660		
Összesen:		100,00%										
üzemvezető		Adatforrás: [1] MSZ ISO 6976: 1997. A hőérték, a sűrűség, a relatív sűrűség és a Wobbe-szám számítása a gázösszetételből [2] N.V. Nederlandse Gasunie: Physical properties of natural gases; 1980. [3] G. Cerbe: Grundlagen der gastechnik; Carl Hanser Verlag München Vion, 2004, ISBN 3-446-22803-9 [4] Mészery C.: Gáztechnikai példatár; Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1978, ISBN 963 10 2184 X [5] Bobok E.: Áramlástan, Miskolci Egyetemi Kiadó, 1997. [6] Wilkinson, J.V.-Holiday, D.V.-Batey, E.R. (1964): Analytic solution for gas flow; Pipe Line Industry, 11.										
Számított értékek		Megjegyzés										
A reális gáz anyag- és állapotjelzői		Moláris tömeg ($M_{\text{gáz}}$): 16,4629 kg/kmol Kompressziós tényező (z): 0,9975 0 °C; 1013,25 mbar [1] Kompressziós tényező (z): 0,9895 $T_{\text{üzemi}}; p_1$ (Wilkinson összefüggés) [6] Relatív sűrűség (d): 0,5695 0 °C; 1013,25 mbar Sűrűség ($\rho_{\text{gáz}}$): 0,7363 kg/m ³ 0 °C; 1013,25 mbar Állandó nyomáson vett fajhő ($c_{p,\text{kv}}$): 2,1126 kJ/kgK 0 °C Állandó térfogaton vett fajhő ($c_{v,\text{kv}}$): 1,6078 kJ/kgK 0 °C Izentrópus kitevő (κ): 1,3140 0 °C Dinamikus viszkozitási tényező (μ): 0,000010 Ns/m ² 0 °C (Herning & Zipperer) [2] A gázkeverékre jellemző techn. gázáll. (R_i): 505,0441 J/kgK 0 °C A gázra jellemző hangsebesség (a_0): 437,2882 m/s (Talajhőmérsékleten) [5] A gázra jellemző kritikus hangsebesség (a^*): 406,5400 m/s (Talajhőmérsékleten) [5] A vezeték névleges túlnyomása (p_1): 4,00 bar (A kezdőpontban) A vezeték abszolút nyomása (p_1): 500 000 Pa (A kezdőpontban) Barometrikus nyomás (p_0): 100 000 Pa A gáz hőmérséklete (T_1): 288,15 K (Talajhőmérséklet) A vezeték belső átmérője (D): 0,06 m A vezeték érdessége (k): 0,00003 m Vezeték hossz a szakadásig (L): 2 800 m (Az állandó nyomású ponttól) A vezeték keresztmetszete (A): 0,0024 m ² A kiáramlási keresztmetszet (A_3): 0,0024 m ² A kiömlő- és a vezeték keresztmetszetek aránya (A_3/A): 100 % A kiömlés időtartama (t): 3 600 sec										

Sugaras hálózat korlátlan utánpótlással, kiáramlás a hangsebesség alatt a kiömlési keresztmetszet egyenlő vagy nagyobb a cső keresztmetszeténél

A kezdőpont sűrűsége (ρ_1):	3,4722 kg/m ³	(Üzemállapotban)
λ_1 =	0,0300	
λ_2 =	0,0185	
λ_3 =	0,0188	
λ_4 =	0,0188	
λ_5 =	0,0188	
A csősűrítési tényező (λ):	0,0188	(Állandó) Colebrookkal
A Reynolds-szám (Re):	225 483	(Állandó)
A kezdőpont sebessége (c_1):	12,08 m/s	
A kiömlés sebessége (c_{ki}):	60,41 m/s	
A kiömlés tényleges sebessége:	60,41 m/s	
A kiömlő térfogatáram (Q_{ki}):	0,1382 m ³ /s	(Fizikai normálállapotban)
	497,59 m³/h	(Fizikai normálállapotban)
	524,91 m³/h	(Gáztechnikai normálállapotban)
A kiömlő gázmennyiség (V_{ki}):	525 m ³	(Gáztechnikai normálállapotban)
A kiömlhető gázmennyiség maximuma a hiba elhárításáig ($A_{ki} >= A_{teljes}$):	525 m³	(Gáztechnikai normálállapotban)

Sugaras hálózat korlátlan utánpótlással, kiáramlás a hangsebesség alatt a kiömlési keresztmetszet kisebb a cső teljes keresztmetszetétől

Szűkítésből adódó egyenértékű csőhossz (L_e):	0 m	(Empirikus formula)
A kiömlő- és a vezeték keresztmetszet aránya (A_3/A_2):	100,00 %	
A kezdőpont sűrűsége (ρ_1):	3,4722 kg/m ³	(Üzemállapotban)
λ_1 =	0,0300	
λ_2 =	0,0185	
λ_3 =	0,0188	
λ_4 =	0,0188	
λ_5 =	0,0188	
A csősűrítési tényező (λ):	0,0188	(Állandó) Colebrookkal
A Reynolds-szám (Re):	225 483	(Állandó)
A kezdőpont sebessége ($L+L_e$) esetén (c_1):	12,08 m/s	
A kiömlés sebessége ($L+L_e$) esetén (c_{ki}):	60,41 m/s	
A kiömlő térfogatáram ($L+L_e$) esetén (Q_{ki}):	0,1382 m ³ /s	(Fizikai normálállapotban)
	497,59 m³/h	(Fizikai normálállapotban)
	524,91 m³/h	(Gáztechnikai normálállapotban)
A kiömlött gázmennyiség (V_{ki}):	525 m ³	(Gáztechnikai normálállapotban)
Az $A_{ki} < A_{teljes}$ szakítási keresztmetszeten kiömlött gázmennyiség az elhárításig:	525 m³	(Gáztechnikai normálállapotban)

$$\rho_1 = \frac{p_1 \cdot M_{gáz}}{z_1 \cdot R_u \cdot T_1} \quad [\text{kg/m}^3]$$

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \cdot \lg \left[\frac{2,51}{\text{Re} \cdot \sqrt{\lambda}} + \frac{k}{3,715D} \right] \quad \text{Re} = \frac{c_1 D \rho_1}{\mu}$$

$$L_e = 4800 \cdot \left(\frac{A_3}{A_2} - 1 \right)^2 \quad [\text{m}]$$

$$c_1 = \sqrt{\frac{\left(\frac{p_0}{p_1} \right)^2 - 1}{\frac{p_1}{p_0} \left[\ln \left(\frac{p_0}{p_1} \right)^2 - \lambda \frac{L}{D} \right]}} \quad [\text{m/s}] \quad c_1 = \sqrt{\frac{\left(\frac{p_0}{p_1} \right)^2 - 1}{\frac{p_1}{p_0} \left[\ln \left(\frac{p_0}{p_1} \right)^2 - \lambda \frac{L+L_e}{D} \right]}} \quad [\text{m/s}]$$

$$c_{ki} = \frac{p_1}{p_0} \sqrt{\frac{\left(\frac{p_0}{p_1} \right)^2 - 1}{\frac{p_1}{p_0} \left[\ln \left(\frac{p_0}{p_1} \right)^2 - \lambda \frac{L}{D} \right]}} \quad [\text{m/s}] \quad c_{ki} = \frac{p_1}{p_0} c_1$$

$$Q_N = \sqrt{\frac{\left(\frac{p_0}{p_1} \right)^2 - 1}{\left(\frac{4}{\pi} \right)^2 \left(\frac{p_N}{T_N} \right)^2 \frac{M_{gáz}^2 T_1}{z R_u D^4 p_1^2} \left[\ln \left(\frac{p_0}{p_1} \right)^2 - \lambda \frac{L}{D} \right]}} \quad [\text{m}^3/\text{s}] \quad Q_N = \sqrt{\frac{\left(\frac{p_0}{p_1} \right)^2 - 1}{\left(\frac{4}{\pi} \right)^2 \left(\frac{p_N}{T_N} \right)^2 \frac{M_{gáz}^2 T_1^2}{z R_u D^4 p_1^2} \left[\ln \left(\frac{p_0}{p_1} \right)^2 - \lambda \frac{L+L_e}{D} \right]}} \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$$V_n (15^\circ\text{C}; 1013,25\text{mbar}) = Q_n (0^\circ\text{C}; 1013,25\text{mbar}) \cdot \frac{288,15}{273,15} \cdot t \quad [\text{m}^3]$$

Sugaras hálózat korlátlan utánpótlással, kiáramlás hangsebességgel a kiömlési keresztmetszet egyenlő vagy nagyobb a cső keresztmetszeténél

A kezdőpont sűrűsége (ρ_1):	3,4722 kg/m ³	(Üzemállapotban)
A kezdőpont sebessége (c_1):	12,08 m/s	(Állandó, előző blokkból)
A kiömlés sebessége ($c_k=a^*$):	406,54 m/s	A KIÁRAMLÁS HANGSEBESSÉG ALÁTTI-SZÁMÍTÁS AZ ELŐZŐ BLOKK ALAPJÁN!
Az L hosszhoz tartozó Mach-szám (M_1):	0,028	(*1. Mach szám' munkafüzet lapból)
A kiömlő térfogatáram (Q_n):	0,1408 m ³ /s	(Fizikai normálállapotban)
	506,89 m ³ /h	(Fizikai normálállapotban)
	534,73 m ³ /h	(Gáztechnikai normálállapotban)
A kiömlött gázmennyiség (V_n):	535 m ³	(Gáztechnikai normálállapotban)
A kiömlhető gázmennyiség maximuma a hiba elhárításáig ($A_{ki}>=A_{teljes}$):	!cki<a* m ³	(Gáztechnikai normálállapotban)

Sugaras hálózat korlátlan utánpótlással, kiáramlás hangsebességgel a kiömlési keresztmetszet kisebb a cső teljes keresztmetszetétől

A kiömlő- és a vezeték keresztmetszet aránya (A_3/A_1):	100,00 %	
Mach-szám közvetlenül a kiömlés előtt (M_2):	1,000	(*1. Mach szám' munkafüzet lapból)
Módosult Mach-szám a kezdeti pontban (M_1):	0,028	(*1. Mach szám' munkafüzet lapból)
A kiömlő térfogatáram (Q_n):	0,1408 m ³ /s	(Fizikai normálállapotban)
	506,89 m ³ /h	(Fizikai normálállapotban)
	534,73 m ³ /h	(Gáztechnikai normálállapotban)
A kiömlött gázmennyiség (V_n):	535 m ³	(Gáztechnikai normálállapotban)
Az $A_{ki}<A_{teljes}$ szakítási keresztmetszeten kiömlött gázmennyiség az elhárításig:	!cki<a* m ³	(Gáztechnikai normálállapotban)

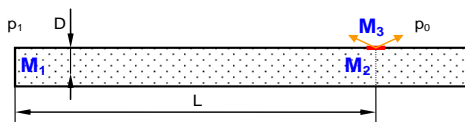
A meghibásodás ideje alatt kiáramlott gázmennyiség gáztechnikai normálállapotban

A kiömlhető gázmennyiség maximuma a hiba elhárításáig ($A_{ki}>=A_{teljes}$):	525 m ³	(Gáztechnikai normálállapotban)
Az $A_{ki}<A_{teljes}$ szakítási keresztmetszeten kiömlött gázmennyiség az elhárításig:	525 m ³	(Gáztechnikai normálállapotban)

$$\rho_1 = \frac{p_1 \cdot M_{gáz}}{z_1 \cdot R_u \cdot T_1} \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

$$\lambda \frac{l}{D} = \frac{1}{k} \left[\frac{1-M^2}{M^2} + \frac{k+1}{2} \ln \frac{\frac{k+1}{2} M^2}{\frac{k-1}{2} M^2 + 1} \right]$$

$$Q_N = \frac{D^2 \pi p_1}{4 p_N} \cdot \frac{T_N}{T_1} \cdot \frac{M_1}{z_1} \sqrt{\frac{k R_u z_1 T_1}{M_{gáz}}} \text{ [m}^3\text{/s]}$$



$$\frac{A_2}{A_3} = \frac{1}{M_2} \left(\frac{2}{k+1} + \frac{k-1}{k+1} M_2^2 \right)^{\frac{k+1}{2(k-1)}}$$

$$\lambda \frac{l}{D} = \frac{1}{k} \left[\frac{M_2^2 - M_1^2}{M_1^2 M_2^2} + \frac{k+1}{2} \ln \frac{M_1^2 \frac{k-1}{2} M_2^2 + 1}{\frac{k-1}{2} M_1^2 + 1} \right]$$

$$Q_N = \frac{D^2 \pi p_1}{4 T_1 p_N} \cdot \frac{T_N}{z_1} \sqrt{\frac{k z_1 R_u T_1}{M_{gáz}}} \text{ [m}^3\text{/s]}$$