

Gázveszteségszámítás vezetékcsakítás esetén

Bemenő adatok		Számított eredmények																																																													
A hálózat kialakítása: sugaras korlátlan utánpótlással Talajhőmérséklet: nyári A vezeték anyaga: PE A kiömlő keresztmetszet: teljes keresztmetszetű		Moláris tömeg ($M_{gáz}$): 16,46 kg/kmol Relatív sűrűség (d): 0,57 Izentrópius kitevő (k): 1,31 A gázkeverékre jell. techn. gázállandó (R_i): 505,04 J/kgK A gázra jell. kritikus hangsebesség (a^*): 407 m/s																																																													
A szolgáltatott gáz összetétele <table border="1"> <thead> <tr> <th>Komponensek</th> <th>Összetétel mól%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Metán</td><td>CH₄</td><td>98,00%</td></tr> <tr><td>Etán</td><td>C₂H₆</td><td>1,00%</td></tr> <tr><td>Propán</td><td>C₃H₈</td><td>0,00%</td></tr> <tr><td>i-Bután</td><td>C₄H₁₀</td><td>0,00%</td></tr> <tr><td>n-Bután</td><td>C₄H₁₀</td><td>0,00%</td></tr> <tr><td>i-Pentán</td><td>C₅H₁₂</td><td>0,00%</td></tr> <tr><td>n-Pentán</td><td>C₅H₁₂</td><td>0,00%</td></tr> <tr><td>Hexán +</td><td>C₆+</td><td>0,00%</td></tr> <tr><td>Szén-dioxid</td><td>CO₂</td><td>1,00%</td></tr> <tr><td>Nitrogén</td><td>N₂</td><td>0,00%</td></tr> <tr><td>Összesen:</td><td></td><td>100,00%</td></tr> </tbody> </table>		Komponensek	Összetétel mól%	Metán	CH ₄	98,00%	Etán	C ₂ H ₆	1,00%	Propán	C ₃ H ₈	0,00%	i-Bután	C ₄ H ₁₀	0,00%	n-Bután	C ₄ H ₁₀	0,00%	i-Pentán	C ₅ H ₁₂	0,00%	n-Pentán	C ₅ H ₁₂	0,00%	Hexán +	C ₆ +	0,00%	Szén-dioxid	CO ₂	1,00%	Nitrogén	N ₂	0,00%	Összesen:		100,00%	A sugaras, korlátlan utánpótlással rendelkező hálózaton a teljes keresztmetszeten 60 percig hangsebesség alatt kiáramló gáz mennyisége (V_n): 525 m ³ gáztechnikai normálállapotban (15 °C; 1013,25 mbar)																										
Komponensek	Összetétel mól%																																																														
Metán	CH ₄	98,00%																																																													
Etán	C ₂ H ₆	1,00%																																																													
Propán	C ₃ H ₈	0,00%																																																													
i-Bután	C ₄ H ₁₀	0,00%																																																													
n-Bután	C ₄ H ₁₀	0,00%																																																													
i-Pentán	C ₅ H ₁₂	0,00%																																																													
n-Pentán	C ₅ H ₁₂	0,00%																																																													
Hexán +	C ₆ +	0,00%																																																													
Szén-dioxid	CO ₂	1,00%																																																													
Nitrogén	N ₂	0,00%																																																													
Összesen:		100,00%																																																													
		üzemvezető Hajdúszoboszló, 2016.09.05 22:10																																																													
Minden esetben kitöltendő A hálózatrészt névleges túlnyomása (p_1): 4 bar Barometrikus nyomás (p_0): 1 000,00 mbar A kiáramlási keresztmetszet (A_3): 12 cm ² A kiömlés időtartama (t): 60 min		Megjegyzés KÖZÉPNYOMÁS NEM KELL KITÖLTENI!																																																													
Sugaras hálózat esetén töltendő ki A vezeték belső átmérője (D): 55,8 mm Vezeték hossz a szakadásiig (L): 2 800 m		Adja meg az adatokat! 																																																													
Hurkolt hálózat esetén töltendő ki A megadott érték sehol sem lehet nulla! Nulla érték beírása esetén újra kell indítani a munkafüzetet! A vezeték belső átmérője (D): A sértetlen vezeték hossza (L): Az elszakadt vezeték hossza SZ pontig (L):		NE TÖLTSE KI! <table border="1"> <thead> <tr> <th>1. szakasz (A-C)</th> <th>2. szakasz (B-C)</th> <th>3. szakasz (C-SZ)</th> <th>4. szakasz (E-SZ)</th> <th>5. szakasz (F-E)</th> <th>6. szakasz (G-E)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>130,8</td> <td>130,8</td> <td>90,0</td> <td>90,0</td> <td>90,0</td> <td>90,0</td> </tr> <tr> <td>1 000</td> <td>800</td> <td></td> <td></td> <td>600</td> <td>1 500</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>400</td> <td>500</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		1. szakasz (A-C)	2. szakasz (B-C)	3. szakasz (C-SZ)	4. szakasz (E-SZ)	5. szakasz (F-E)	6. szakasz (G-E)	130,8	130,8	90,0	90,0	90,0	90,0	1 000	800			600	1 500			400	500																																						
1. szakasz (A-C)	2. szakasz (B-C)	3. szakasz (C-SZ)	4. szakasz (E-SZ)	5. szakasz (F-E)	6. szakasz (G-E)																																																										
130,8	130,8	90,0	90,0	90,0	90,0																																																										
1 000	800			600	1 500																																																										
		400	500																																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Járatos méret</th> <th>Acél¹⁾</th> <th>PE²⁾ SDR 17,6</th> <th>SDR 11</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>DN 32</td><td></td><td></td><td>26,0</td></tr> <tr><td>DN 40</td><td></td><td></td><td>32,6</td></tr> <tr><td>DN 50</td><td>51,2</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>DN 63</td><td></td><td>55,8</td><td>51,4</td></tr> <tr><td>DN 80</td><td>82,5</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>DN 90</td><td></td><td>79,6</td><td>73,6</td></tr> <tr><td>DN 100</td><td>100,8</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>DN 110</td><td></td><td>97,4</td><td>90,0</td></tr> <tr><td>DN 150</td><td>150,0</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>DN 160</td><td></td><td>141,8</td><td>130,8</td></tr> <tr><td>DN 200</td><td>206,5</td><td>177,2</td><td>163,6</td></tr> <tr><td>DN 250</td><td>260,4</td><td>221,6</td><td>204,6</td></tr> <tr><td>DN 300</td><td>309,7</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>DN 315</td><td></td><td>279,2</td><td>257,8</td></tr> </tbody> </table>		Járatos méret	Acél ¹⁾	PE ²⁾ SDR 17,6	SDR 11	DN 32			26,0	DN 40			32,6	DN 50	51,2			DN 63		55,8	51,4	DN 80	82,5			DN 90		79,6	73,6	DN 100	100,8			DN 110		97,4	90,0	DN 150	150,0			DN 160		141,8	130,8	DN 200	206,5	177,2	163,6	DN 250	260,4	221,6	204,6	DN 300	309,7			DN 315		279,2	257,8		
Járatos méret	Acél ¹⁾	PE ²⁾ SDR 17,6	SDR 11																																																												
DN 32			26,0																																																												
DN 40			32,6																																																												
DN 50	51,2																																																														
DN 63		55,8	51,4																																																												
DN 80	82,5																																																														
DN 90		79,6	73,6																																																												
DN 100	100,8																																																														
DN 110		97,4	90,0																																																												
DN 150	150,0																																																														
DN 160		141,8	130,8																																																												
DN 200	206,5	177,2	163,6																																																												
DN 250	260,4	221,6	204,6																																																												
DN 300	309,7																																																														
DN 315		279,2	257,8																																																												

Sugaras hálózat, korlátlan utánpótlással		Állandók		Az egyes komponensek figyelembe vett értékei										
		$R_u = \text{##### J/kmolK}$	$M_{av} = 28,963 \text{ kg/kmol}$	$Z_{av} = 0,9994$	$\rho_{av} = 1,2929 \text{ kg/m}^3$	<i>Fizikai normálállapotban (0 °C és 1013,25 mbar)</i>								
Kiáramlás hangsebesség alatt vagy hangsebességgel Teljes vagy a teljes keresztmetszettől kisebb kiáramlási felület				Komponens	Képlet	Móláris tömeg [1] M_i kg/kmol	Mólterfogat [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] c_p kJ/kgK c_v kJ/kgK	Izentrópikus kitevő [3] κ	Dinamikai viszkozitási tényező [4] μ Ns/m^2	
Kiindulási összetételek A FÓMODULból átvett összetétel				Metán	CH_4	16,043	22,3600	0,7175	0,9976	0,0490	2,156	1,638	1,316	0,00001035
Komponensek		Összetétel mólf%		Etán	C_2H_6	30,070	22,1875	1,3553	0,9900	0,1000	1,729	1,453	1,190	0,00000855
Metán	CH_4	98,00%		Propán	C_3H_8	44,097	21,9297	2,0108	0,9789	0,1453	1,549	1,361	1,138	0,00000750
Etán	C_2H_6	1,00%		i-Bután	C_4H_{10}	58,123	21,6159	2,6889	0,9580	0,2049	1,599	1,456	1,098	0,00000680
Propán	C_3H_8	0,00%		n-Bután	C_4H_{10}	58,123	21,5195	2,7009	0,9572	0,2069	1,599	1,456	1,098	0,00000680
i-Bután	C_4H_{10}	0,00%		i-Pentán	C_5H_{12}	72,150	21,0556	3,4266	0,9370	0,2510	1,599	1,484	1,077	0,00000620
n-Bután	C_4H_{10}	0,00%		n-Pentán	C_5H_{12}	72,150	20,8874	3,4542	0,9180	0,2864	1,599	1,484	1,077	0,00000620
i-Pentán	C_5H_{12}	0,00%		n-Heptán C_7+	C_7H_{16}	100,204	20,5000	4,8880	0,8300	0,4123	1,608	1,512	1,063	0,00000717
n-Pentán	C_5H_{12}	0,00%		Szén-dioxid	CO_2	44,010	22,2569	1,9774	0,9933	0,0819	0,817	0,628	1,301	0,00001382
Hexán + C_6+	C_6+	0,00%		Nitrogén	N_2	28,014	22,4049	1,2503	0,9995	0,0224	1,039	0,742	1,400	0,00001660
Szén-dioxid	CO_2	1,00%												
Nitrogén	N_2	0,00%												
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.: Gáztéchnikai 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 A reális gáz anyag- és állapotjelzői		Megjegyzés												
Moláris tömeg ($M_{gáz}$): 16,4629 kg/kmol Kompressziós tényező (z): 0,9975 0 °C; 1013,25 mbar [1] Kompressziós tényező (Z): 0,9895 $T_{üzemi}; p_1$ (Wilkinson összefüggés) [6] Relatív sűrűség (d): 0,5695 0 °C; 1013,25 mbar Sűrűség ($\rho_{gáz}$): 0,7363 kg/m^3 0 °C; 1013,25 mbar Állandó nyomáson vett fajhő ($c_{p,kev}$): 2,1126 kJ/kgK 0 °C Állandó térfogaton vett fajhő ($c_{v,kev}$): 1,6078 kJ/kgK 0 °C Izentrópus kitevő (k): 1,3140 0 °C Dinamikai viszkozitási tényező (μ): 0,000010 Ns/m^2 0 °C (Herning & Zipperer) [2] A gázkeverékre jell. techn. gázáll. (R_i): 505,0441 J/kgK 0 °C A gázra jellemző hangsebesség (a_0): 437,2882 m/s (Talajhőmérsékleten) [5] A gázra jell. 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 csősúrlódási 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 ($A_{ki} > A_{tejes}$):	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 csősúrlódási 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 $A_{ki} < A_{tejes}$ szakítási keresztmetszeten kiömlött gázmennyiség az elhárításig:	525 m³	(Gáztechnikai normálállapotban)

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

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

$$\text{Re} = \frac{c_1 D \rho_1}{\mu}$$

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

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

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

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

$$c_{ki} = \frac{p_1}{p_0} c_1$$

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

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

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 ($c_{ki}=a^*$):	406,54 m/s	A KIÁRAMLÁS HANGSEBESSÉG ALATTI-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'):	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)

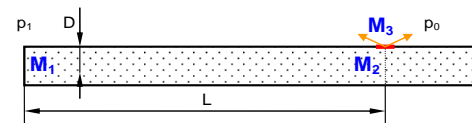
A meghibásodás ideje alatt kiáramlott gázmennyiség gáztechnikai normálállapotban

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)

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

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

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



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

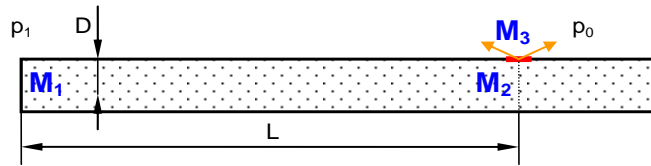
$$\lambda \frac{l}{D} = \frac{1}{k} \left[\frac{M_2^2 - M_1'^2}{M_1'^2 M_2^2} + \frac{k+1}{2} \ln \frac{M_1'^2 \frac{k-1}{2} M_2^2 + 1}{\frac{k-1}{2} M_1'^2 + 1} \right]$$

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

A Mach-szám számítása

Segédszámítás az '1. Sugaras, korlátlan' munkafüzet laphoz

A Mach-szám számításához szükséges adatok	Megjegyzés
A vezeték belső átmérője (D): 0,06 m	
Izentrópius kitevő (κ): 1,3140	(Állandó, előző munkalapról)
Sűrűlási tényező (λ): 0,0188	(Állandó, Colebrook formulával számítva, előző munkalapról)
Vezeték hossz a szakadásig (L): 2 800 m	(Az állandó nyomású ponttól)
Kapott Mach szám (M₁): 0,028	(Teljes keresztmetszeten történő kiáramlás esetén érvényes)
A vezeték keresztmetszete (A): 0,0024 m ²	
A kiáramlási keresztmetszet (A ₃): 0,0024 m ²	
A/A ₃ : 1,000	
Kapott Mach szám (M₂): 1,000	(Közvetlenül a csökkent keresztmetszet előtti teljes keresztmetszeten érvényes)
Kapott Mach szám (M'₁): 0,028	(A keresztmetszet csökkenés miatt módosuló Mach-szám a kezdőpontban)

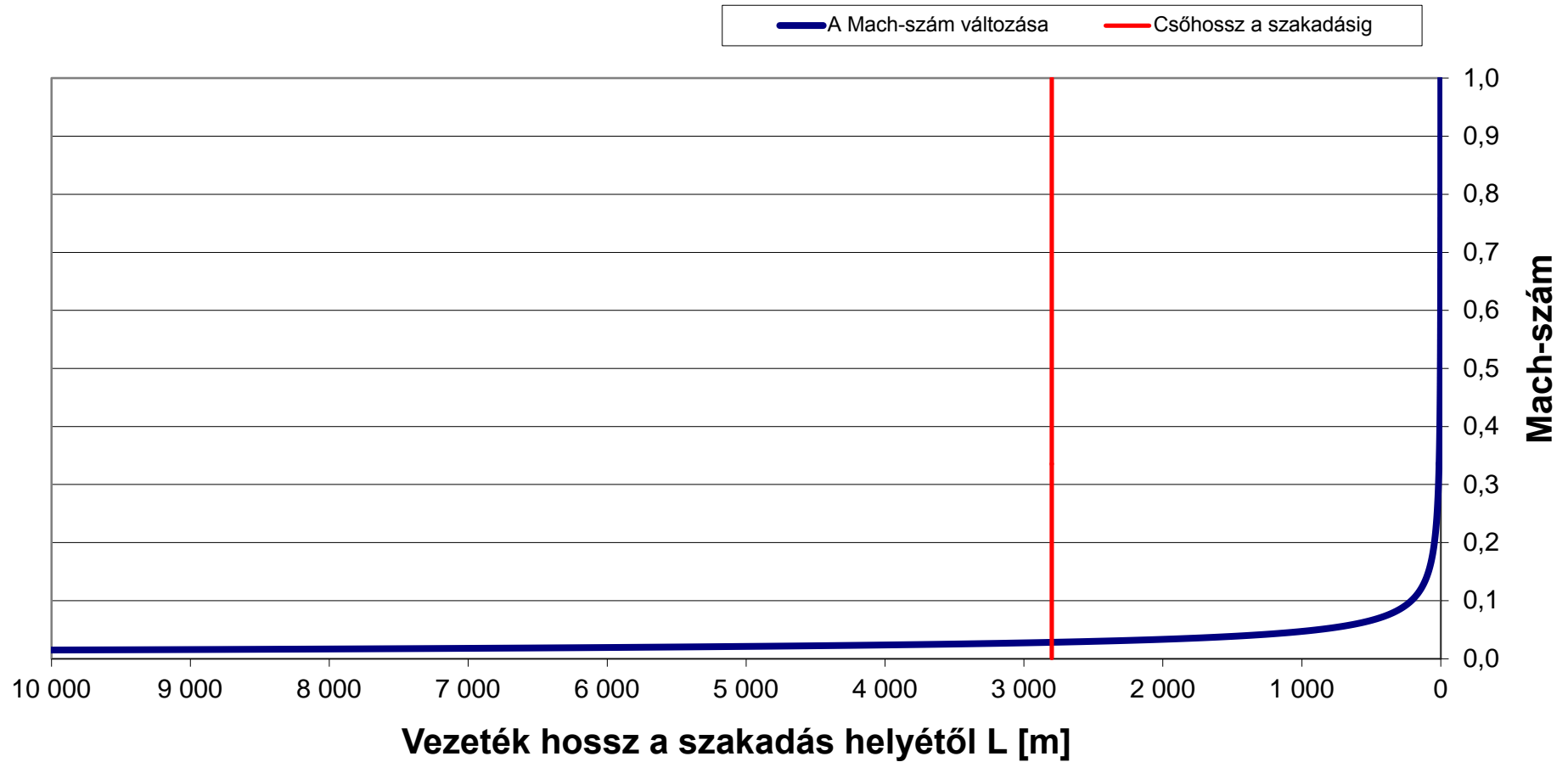


$$\lambda \frac{l}{D} = \frac{1}{\kappa} \left[\frac{1-M^2}{M^2} + \frac{\kappa+1}{2} \ln \frac{\frac{\kappa+1}{2} M^2}{\frac{\kappa-1}{2} M^2 + 1} \right]$$

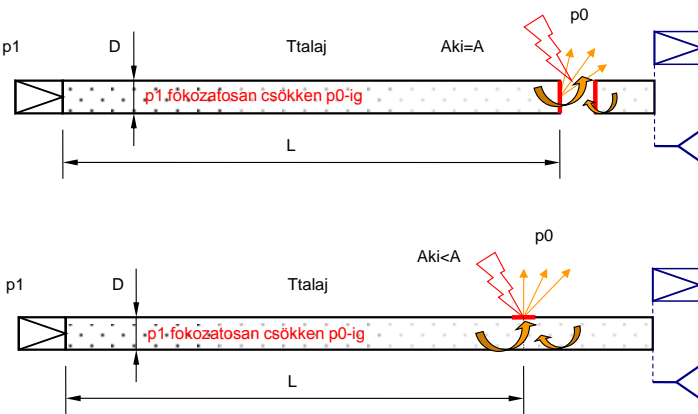
$$\frac{A_2}{A_3} = \frac{1}{M_2} \left(\frac{2}{\kappa+1} + \frac{\kappa-1}{\kappa+1} M_2^2 \right)^{\frac{\kappa+1}{2(\kappa-1)}}$$

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

A Mach-szám (M_1) változása teljes keresztmetszeten történő kiömlés esetén



Sugaras hálózat, nincs utánpótlás Teljes, vagy teljes keresztmetszettől kisebb kiáramlási felület		Állandók		Az egyes komponensek figyelembe vett értékei									
		$R_{10} = 8\,314,51 \text{ J/kmolK}$ $M_{10} = 28,9626 \text{ kg/kmol}$ $Z_{10} = 0,99941$ $\rho_{10} = 1,29292 \text{ kg/m}^3$		Fizikai normálállapotban (0 °C és 1013,25 mbar)									
Kiindulási összetételek A FŐMODULból átvett összetétel		Komponens	Képlet	Moláris 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	Dinamikai viszkozitási tényező [4] μ Ns/m ²	
Összetétel mól%									c_p kJ/kgK	c_v kJ/kgK			
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 +			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:													
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 Wien, 2004. ISBN 3-446-22803-9 [4] Meszéry C.: Gáztechnikai példatár; Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1978. ISBN 963 10 2184 X [5] Bobok E.: Áramlástan, Miskolci Egyetemi Kiadó, 1997. [6] Wilkinson, J.V.-Holliday, D.V.-Batey, E.R. (1964): Analytic solution for gas flow; Pipe Line Industry, 11.											
Számított értékek A reális gáz anyag- és állapotjelzői		Megjegyzés											
Moláris tömeg ($M_{gáz}$):	16,4629 kg/kmol	0 °C; 1013,25 mbar [1]											
Kompressziós tényező (z):	0,9975	$T_{üzemi}$; P_1 (Wilkinson összefüggés) [6]											
Kompressziós tényező (z):	0,9895	0 °C; 1013,25 mbar											
Relatív sűrűség (d):	0,5695	0 °C; 1013,25 mbar											
Sűrűség ($\rho_{gáz}$):	0,7363 kg/m ³	0 °C; 1013,25 mbar											
Állandó nyomáson vett fajhő ($c_{p,kev}$):	2,1126 kJ/kgK	0 °C											
Állandó térfogaton vett fajhő ($c_{v,kev}$):	1,6078 kJ/kgK	0 °C											
Izentrópikus kitevő (κ):	1,3140	0 °C											
Dinamikai viszkozitási tényező (μ):	0,000010 Ns/m ²	0 °C (Herning & Zipperer) [2]											
A gázkeverékre jellemző techn. gázáll. (R_g):	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	24 cm ²											
A kiáramlási keresztmetszet (A_3):	0,0012 m ²												
A kiömlő- és a vezeték keresztmetszetek aránya (A_3/A):	49,07 %												
A kiömlés időtartama (t):	3 600 sec												



Sugaras hálózat korlátozott utánpótlással, a kiömlési keresztmetszet kisebb, egyenlő vagy nagyobb a cső keresztmetszeténél		
Szűkítésből adódó egyenértékű csőhossz (L_e):	0 m	(Empirikus formula)
A kezdőpont sűrűsége (ρ_1):	3,4722 kg/m ³	(Kezdeti állapotban)
λ_1 =	0,0300	
λ_2 =	0,0185	
λ_3 =	0,0188	
λ_4 =	0,0188	
λ_5 =	0,0188	
A csősűrítődási tényező (λ):	0,0188	(Jó közelítéssel állandó) Colebrookkal
A Reynolds-szám (Re):	225 483	(Jó közelítéssel állandó)
A kezdőpont sebessége $t^{(0)}$ -ban (c_1):	12,08 m/s	($L+L_e$) értékkel számítva
Maximálisan kiömlhető gázmennyiség:	23,7753 kg	(A csővezetékben lévő gáz tömege $t^{(0)}$ -ban)
	32,2894 m ³	(Fizikai normálállapotban)
A "K" állandó értéke:	22 722 246,38 x 10 ⁶	
Időköz:	30 sec	
A vezeték teljes leürülési ideje (t):	7,5 perc	A vezeték teljesen leürül!
A kiömlhető gázmennyiség maximuma a hiba elhárításáig (m_{max}):	23,78 kg	
A gáz sűrűsége p_0 környezeti nyomáson (ρ_0):	0,6889 kg/m ³	(Talajhőmérsékleten)
A vezetékben maradt gázmennyiség (m_1):	4,72 kg	
A kiömlött gázmennyiség a hiba elhárításáig:	19,06 kg	(Ha az elhárítás ideje rövidebb a teljes leürülési időnél, az eredmény a teljes tömeg - a maradék tömeg; ellenkező esetben a teljes tömeg - p_0 nyomású gáztömeg)
	25,88 m³	(Fizikai normálállapotban)
	27 m³	(Gáztechnikai normálállapotban)

$$m_1 = \frac{D^2 \pi}{4} \cdot L \cdot \rho_1 \quad [\text{kg}]$$

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

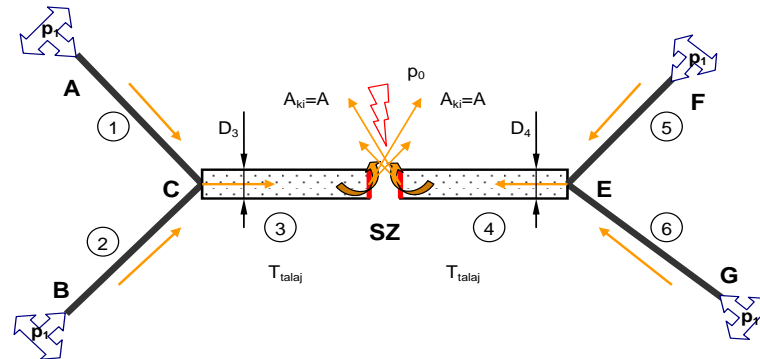
$$\dot{m} = \sqrt{\frac{p_{1(t)}^2 - p_0^2}{\lambda \cdot \frac{L + L_e}{D^5} \cdot \left(\frac{4}{\pi}\right)^2 \cdot z \cdot R_u \cdot T_1}} \cdot \frac{z \cdot R_u \cdot T_1}{M_{\text{gáz}}} \quad [\text{kg/s}]$$

$$p_{1(t)} = p_{1(t-1)} \cdot \frac{m_{1-1} - \dot{m} \cdot \Delta t}{m_{1-1}} \quad [\text{Pa}]$$

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

$$K = \lambda \cdot \frac{L + L_e}{D^5} \cdot \left(\frac{4}{\pi}\right)^2 \cdot \frac{z \cdot R_u \cdot T_1}{M_{\text{gáz}}}$$

Hurkolt hálózat, korlátlan utánpótlással		Állandók		Az egyes komponensek figyelembe vett értékei							
		$R_{u,v} =$	8 314,51 J/kmolK	<i>Fizikai normálállapotban (0 °C és 1013,25 mbar)</i>							
Kiáramlás hangsebesség alatt vagy hangsebességgel		$M_{u,v} =$	28,9626 kg/kmol								
Teljes vagy teljes keresztmetszettől kisebb kiáramlási felület		$Z_{u,v} =$	0,99941								
		$\rho_{u,v} =$	1,292923 kg/m ³								
Kiindulási összetételek		Komponens	Mólaris 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]		Izentrópiikus kitevő [3] κ	Dinamikai viszkozitási tényező [4] μ Ns/m ²
A FÓMODULból átvett összetétel								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 +		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:											
üzemvezető		<p>Adatforrás:</p> <p>[1] MSZ ISO 6976: 1997. A hőérték, a sűrűség, a relatív sűrűség és a Wobbe-szám számítása a gázösszetételből</p> <p>[2] N.V. Nederlandse Gasunie. Physical properties of natural gases; 1980.</p> <p>[3] G. Cerbe: Grundlagen der gastechnik; Carl Hanser Verlag München Wien, 2004, ISBN 3-446-22803-9</p> <p>[4] Mészlyer C.: Gáztechnikai példatár; Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1978, ISBN 963 10 2184 X</p> <p>[5] Bobok E.: Áramlástan, Miskolci Egyetemi Kiadó, 1997.</p> <p>[6] Wilkonson, J.V.-Holliday, D.V.-Batey, E.R. (1964): Analytic solution for gas flow; Pipe Line Industry, 11.</p>									
Számított értékek		Megjegyzés									
Mólaris tömeg ($M_{gáz}$):	16,4629 kg/kmol										
Kompressziós tényező (z):	0,9975	0 °C; 1013,25 mbar [1]									
Kompressziós tényező (z):	0,9895	$T_{üzemi}$; p_1 (Wilkinson összefüggés) [6]									
Relatív sűrűség (d):	0,5695	0 °C; 1013,25 mbar									
Sűrűsége ($\rho_{gáz}$):	0,7363 kg/m ³	0 °C; 1013,25 mbar									
Állandó nyomáson vett fajhő ($c_{p,0}$):	2,1126 kJ/kgK	0 °C									
Állandó térfogaton vett fajhő ($c_{v,0}$):	1,6078 kJ/kgK	0 °C									
Izentrópiikus kitevője:	1,3140	0 °C									
Dinamikai viszkozitási tényező (μ):	0,000010 Ns/m ²	0 °C (Herning & Zipperer) [2]									
A gázkeverékre jell. techn. gázáll. (R_g):	505,0441 J/kgK	0 °C									
A gázra jellemző hangsebesség (a_0):	437,2882 m/s	(Talajhőmérsékleten) [5]									
A gázra jell. kritikus hangsebesség (a^*):	406,5400 m/s	(Talajhőmérsékleten) [5]									
A hálózat névleges túlnyomása (p_{n1}):	4,00 bar	(A kezdőpontokban)									
A hálózat abszolút nyomása (p_{a1}):	500 000 Pa	(A kezdőpontokban)									
Barometrikus nyomás (p_0):	100 000 Pa										
A gáz hőmérséklete (T_1):	288,15 K	(Talajhőmérséklet)									
A sérült szakasz belső átmérője (D):	0,09 m										
A vezeték érdessége (k):	0,00003 m										
A sérült szakasz keresztmetszete (A):	0,0064 m ²	64 cm ²									
Kiáramlási keresztmetszet maximuma (A_{max}):	0,0127 m ²	127 cm ²									
A kiömlés keresztmetszete (A_{ki}):	0,0127 m ²										
A kiáramlási keresztmetszet (A_3) ABCSZ:	0,0064 m ²	64 cm ² max.									
A kiáramlási keresztmetszet (A_4) EFGSZ:	0,0064 m ²	64 cm ² max.									
A kiömlő- és a vezeték keresztmetszetek aránya $2A_3/A_4$:	200,00 %	max. 200%									
A kiömlés időtartama (t):	3 600 sec										



A szakasz neve:	1. szakasz (A-C)	2. szakasz (B-C)	3. szakasz (C-SZ)	4. szakasz (E-SZ)	5. szakasz (F-E)	6. szakasz (G-E)	
A szakasz kezdő és végpontja:							
A vezeték belső átmérője (D _i):	0,131	0,131	0,090	0,090	0,090	0,090	m
A sértetlen vezeték hossza (L):	1 000	800			600	1 500	m
Az elszakadt vezeték hossza SZ pontig (L _s):			400	500			m

Hurkolt hálózat korlátlan utánpótlással, kiáramlás a hengesebesség alatt							
A kiömlési keresztmetszet egyenő vagy nagyobb a cső keresztmetszeténél							
	1. szakasz A pont	2. szakasz B pont	3. szakasz C pont	4. szakasz E pont	5. szakasz F pont	6. szakasz G pont	
Kinullázási érték (p _{c,E}) [(p _i +p ₀)/2]:			300 000	300 000			Pa
Az adott pont nyomása (p ⁽⁰⁾):	500 000	500 000	482 528	419 518	500 000	500 000	Pa
Sűrűség az adott pontban (ρ ⁽⁰⁾):	3,4722	3,4722	3,3509	2,9133	3,4722	3,4722	kg/m ³
Nyomásérték λ iterációjához (p ⁽¹⁾):	400 000	400 000	300 000	300 000	400 000	400 000	Pa
Sűrűség a λ iterációjához (ρ ⁽¹⁾):	2,7778	2,7778	2,0833	2,0833	2,7778	2,7778	kg/m ³
λ ₁ =	0,0300	0,0300	0,0300	0,0300	0,0300	0,0300	
λ ₂ =	0,0149	0,0148	0,0159	0,0160	0,0161	0,0166	
λ ₃ =	0,0152	0,0151	0,0161	0,0162	0,0164	0,0169	
λ ₄ =	0,0152	0,0151	0,0161	0,0162	0,0164	0,0169	
λ ₅ =	0,0152	0,0151	0,0161	0,0162	0,0164	0,0169	
A csősűrűlási tényező (λ ⁽¹⁾):	0,0152	0,0151	0,0161	0,0162	0,0164	0,0169	(Allandó)
A Reynolds-szám (Re ⁽¹⁾):	814 001	912 493	751 403	672 219	576 962	359 497	
Sebesség λ iterációjához (c ⁽¹⁾):	23,26	26,07	41,61	37,22	23,96	14,93	
Sebesség az adott pontban (c ⁽⁰⁾):	9,24	10,36	42,90	38,20	19,73	12,29	m/s
A kiömlés sebessége (c ₀):			207,00	160,27			m/s
"K" konstans értékek "i"-edik közelítésben:	92 405 557 133	73 440 323 421			388 375 188 634	1 003 584 101 780	
Tömegáramok "i"-edik közelítésben (m ⁽⁰⁾):	0,4310	0,4835	0,9145	0,7081	0,4365	0,2716	kg/s
Nyomásértékek "i"-ik közelítésben (p _{c,E}):			482 528	419 518			Pa
A kiömlő gáz tömegárama (m ⁽⁰⁾):			0,9145	0,7081			kg/s
A kiömlő gáz térfogatárama (Q ⁽⁰⁾):			1,2420	0,9616			m ³ /s
			4 471,10	3 461,89			m ³ /h
			4 716,63	3 652,00			m ³ /h
A kiömlött gázmennyiség (V _n):			4 717	3 652			m ³

A KIÁRAMLÁS HANGSEBESSÉG ALATTI | A KIÁRAMLÁS HANGSEBESSÉG ALATTI

Hurkolt hálózat korlátlan utánpótlással, kiáramlás a hengesebesség alatt							
A kiömlési keresztmetszet kisebb a cső keresztmetszeténél							
	1. szakasz A pont	2. szakasz B pont	3. szakasz C pont	4. szakasz E pont	5. szakasz F pont	6. szakasz G pont	
A kiömlési keresztmetszet megosztása a teljes keresztmetszetű tömegáramok arányában (A ₃) (A ₄):			0,006362	0,006362			
A megosztott szűkítési keresztmetszethez tartozó egyenértékű csőhossz (L _s):			0,00	0,00			m
Kinullázási érték (p _{c,E}) [(p _i +p ₀)/2]:			300 000	300 000			Pa
Az adott pont nyomása (p ⁽⁰⁾):	500 000	500 000	482 528	419 518	500 000	500 000	Pa
Sűrűség az adott pontban (ρ ⁽⁰⁾):	3,4722	3,4722	3,3509	2,9133	3,4722	3,4722	kg/m ³
Sebesség az adott pontban (c ⁽⁰⁾):	9,24	10,36	42,90	38,20	19,73	12,29	m/s
A kiömlés sebessége (c ₀):			207,00	160,27			m/s
"K" konstans értékek "i"-edik közelítésben:	92 405 557 133	73 440 323 421			388 375 188 634	1 003 584 101 780	
Tömegáramok "i"-edik közelítésben (m ⁽⁰⁾):	0,4310	0,4835	0,9145	0,7081	0,4365	0,2716	kg/s
Nyomásértékek "i"-ik közelítésben (p _{c,E}):			482 528	419 518			Pa
A kiömlő gáz tömegárama (m ⁽⁰⁾):			0,9145	0,7081			kg/s
A kiömlő gáz térfogatárama (Q _n ⁽⁰⁾):			1,2420	0,9616			m ³ /s
			4 471,10	3 461,89			m ³ /h
			4 716,63	3 652,00			m ³ /h
A kiömlött gázmennyiség (V _n):			4 717	3 652			m ³

A KIÁRAMLÁS HANGSEBESSÉG ALATTI | A KIÁRAMLÁS HANGSEBESSÉG ALATTI

$$K_1 = \lambda_1 \frac{L_1}{D_1^5} \cdot \left(\frac{4}{\pi}\right)^2 \cdot \frac{p_H}{\rho_H}$$

$$K_2 = \lambda_2 \frac{L_2}{D_2^5} \cdot \left(\frac{4}{\pi}\right)^2 \cdot \frac{p_H}{\rho_H}$$

$$K_3 = \lambda_3 \frac{L_3}{D_3^5} \cdot \left(\frac{4}{\pi}\right)^2 \cdot \frac{p_H}{\rho_H}$$

$$p_c^{(0)} = \frac{p_c^{(0)}}{\rho_H} \cdot \rho_H$$

$$c_c^{(1)} = \sqrt{\frac{\left(\frac{p_0^{(0)}}{p_c}\right) - 1}{\frac{\rho_H}{p_H} \left[\ln\left(\frac{p_0^{(0)}}{p_c}\right)^2 - \lambda_3 \frac{L_3}{D_3}\right]}}$$

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

$$m_1^{(1)} = \frac{m_3^{(1)}}{1 + \sqrt{\frac{K_1}{K_2}}} \quad [\text{kg/s}]$$

$$p_c^{(1)} = \sqrt{p_H^2 - \lambda_1 \frac{L_1}{D_1^5} \left(\frac{4}{\pi}\right)^2 \frac{p_H}{\rho_H} \cdot \dot{m}_1^2} \quad [\text{Pa}]$$

$$\dot{m}_3^{(1)} = \frac{D_3^2 \pi}{4} \cdot \frac{p_c^{(1)}}{\rho_H} \cdot \rho_H \cdot \sqrt{\frac{\left(\frac{p_0^{(0)}}{p_c}\right) - 1}{\frac{\rho_H}{p_H} \left[\ln\left(\frac{p_0^{(0)}}{p_c}\right)^2 - \lambda_3 \frac{L_3}{D_3}\right]}}} \quad [\text{kg/s}]$$

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

Hurkolt hálózat korlátlan utánpótlással, kiáramlás a hengesebességgel						
A kiömlési keresztmetszet egyenő vagy nagyobb a cső keresztmetszeténél						
	1.szakasz A pont	2. szakasz B pont	3. szakasz C pont	4. szakasz E pont	5. szakasz F pont	6.szakasz G pont
Az L hosszhoz tartozó Mach-szám ($M_{C,E}$):			0,100	0,089		
"K" konstans értékek:	92 405 557 133	73 440 323 421	0,0000019217	0,0000017103	388 375 188 634	1 003 584 101 780
A kiömlés sebessége ($c_{ki}=a$):			406,54	406,54		m/s
A kiömlő gáz tömegárama ($m_{C,E}$):			0,9264	0,7147		kg/s
A kiömlő gáz térfogatárama ($Q_{C,E}$):			1,2581	0,9706		m ³ /s
			4 529,27	3 494,19		m ³ /h
			4 777,99	3 686,08		m ³ /h
A kiömlött gázmennyiség (V_n):			4 778	3 686		m ³
						(Gáztechnikai normálállapotban)
Hurkolt hálózat korlátlan utánpótlással, kiáramlás a hengesebességgel						
A kiömlési keresztmetszet kisebb a cső keresztmetszeténél						
A kiömlési keresztmetszet megosztása a teljes keresztmetszetű tömegáramok arányában (A_3) (A_4):			0,006362	0,006362		
Mach-szám közvetlenül a kiömlés előtt (M_2):			1,000	1,000		
Módosult Mach-szám a kezdeti pontban (M_1):			0,100	0,089		
"K" konstans értékek:	92 405 557 133	73 440 323 421	0,0000019217	0,0000017103	388 375 188 634	1 003 584 101 780
A kiömlés sebessége ($c_{ki}=a$):			406,54	406,54		m/s
A kiömlő gáz tömegárama ($m_{C,E}$):			0,9264	0,7147		kg/s
A kiömlő térfogatáram (Q_n):			1,2581	0,9706		m ³ /s
			4 529,27	3 494,19		m ³ /h
			4 777,99	3 686,08		m ³ /h
A kiömlött gázmennyiség (V_n):			4 778	3 686		m ³
						(Gáztechnikai normálállapotban)
A meghibásodás ideje alatt kiömlött gázmennyiség gáztechnikai normálállapotban						
A kiömlhető gázmennyiség maximuma a hiba elhárításáig ($A_{ki} >= A_{eljes}$):			8 369		m ³	(Gáztechnikai normálállapotban)
Az $A_{ki} < A_{eljes}$ szakítási keresztmetszetén kiömlött gázmennyiség az elhárításig:			8 369		m ³	(Gáztechnikai normálállapotban)

$$K_1 = \lambda_1 \frac{L_1}{D_1^5} \cdot \left(\frac{4}{\pi}\right)^2 \cdot \frac{p_H}{\rho_H}$$

$$K_2 = \lambda_2 \frac{L_2}{D_2^5} \cdot \left(\frac{4}{\pi}\right)^2 \cdot \frac{p_H}{\rho_H}$$

$$K_3 = \frac{D_3^2 \pi}{4} \sqrt{\frac{\kappa M_{gáz}}{Z R_u T_H}} M_c$$

$$L_3 = \frac{D_3}{\kappa \lambda_3} \left[\frac{1 - M_c^2}{M_c^2} + \frac{\kappa + 1}{2} \ln \frac{\frac{\kappa + 1}{2} M_c^2}{\frac{\kappa - 1}{2} M_c^2 + 1} \right]$$

$$Q_N = \frac{\dot{m}_3}{\rho_N} = \frac{Z R_u T_N}{p_N M_{gáz}} K_3 p_H \frac{1 + \sqrt{K_1}}{\sqrt{K_1 K_3^2 + \left(1 + \sqrt{\frac{K_1}{K_2}}\right)^2}} \quad [m^3/s]$$

A Mach-szám számítása

Segédszámítás az '3. Hurkolt, korlátlan' munkafüzet laphoz

A Mach-szám számításához szükséges adatok

Megjegyzés

A sérült vezeték belső átmérője (D):	0,09 m	
Izentrópus kitevő (κ):	1,3140	(Állandó, előző munkalapról)
Súrlódási tényező a sérült szakaszon (λ _{C-SZ}):	0,0161	(Állandó, Colebrook formulával számítva, előző munkalapról)
Súrlódási tényező a sérült szakaszon (λ _{E-SZ}):	0,0162	(Állandó, Colebrook formulával számítva, előző munkalapról)
Vezeték hossz a szakadásig (L _{C-SZ}):	400 m	(A p _C csomóponttól C-SZ szakasz)
Vezeték hossz a szakadásig (L _{E-SZ}):	500 m	(A p _E csomóponttól E-SZ szakasz)
Kapott Mach szám (M _C):	0,100	(Teljes keresztmetszeten történő kiáramlás esetén érvényes C csomópontban)
Kapott Mach szám (M _E):	0,089	(Teljes keresztmetszeten történő kiáramlás esetén érvényes E csomópontban)
A vezeték keresztmetszete (A):	0,0064 m ²	
A kiáramlási keresztmetszet (A ₃) C-SZ:	0,0064 m ²	
A kiáramlási keresztmetszet (A ₃) E-SZ:	0,0064 m ²	
A/A ₃ C-SZ:	1,000	
A/A ₃ E-SZ:	1,000	
Kapott Mach szám (M _{2C}):	1,000	(Közvetlenül a csökkent keresztmetszet előtti teljes keresztmetszeten érvényes)
Kapott Mach szám (M' _{1C}):	0,100	(A keresztmetszet csökkenés miatt módosuló Mach-szám a C csomópontban)
Kapott Mach szám (M _{2E}):	1,000	(Közvetlenül a csökkent keresztmetszet előtti teljes keresztmetszeten érvényes)
Kapott Mach szám (M' _{1E}):	0,089	(A keresztmetszet csökkenés miatt módosuló Mach-szám az E csomópontban)

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

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

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