

Égéstermék elvezetés tervezése

Baumann Mihály
PTE PMMK Épületgépészeti Tanszék

Pécsi Tudományegyetem
Pollack Mihály Műszaki Kar
7624 Pécs, Boszorkány u. 2.



**Égéstermék-elvezető berendezések.
Hő- és áramlástechnikai méretezési eljárás.
Égéstermék-elvezető berendezések egy
tüzelőberendezéssel.**

2002. december

**Égéstermék-elvezető berendezések.
Hő- és áramlástechnikai méretezési eljárás.
2. rész: Égéstermék-elvezető berendezések több
tüzelőberendezés csatlakozással.**

2003. május

**Égéstermék-elvezető berendezések.
Hő- és áramlástechnikai méretezési
eljárás.**

**Eljárás egy tüzelőberendezéssel
rendelkező égéstermék-elvezető
berendezések méretezésére szolgáló
táblázatok és diagramok kidolgozására.**

2005. október



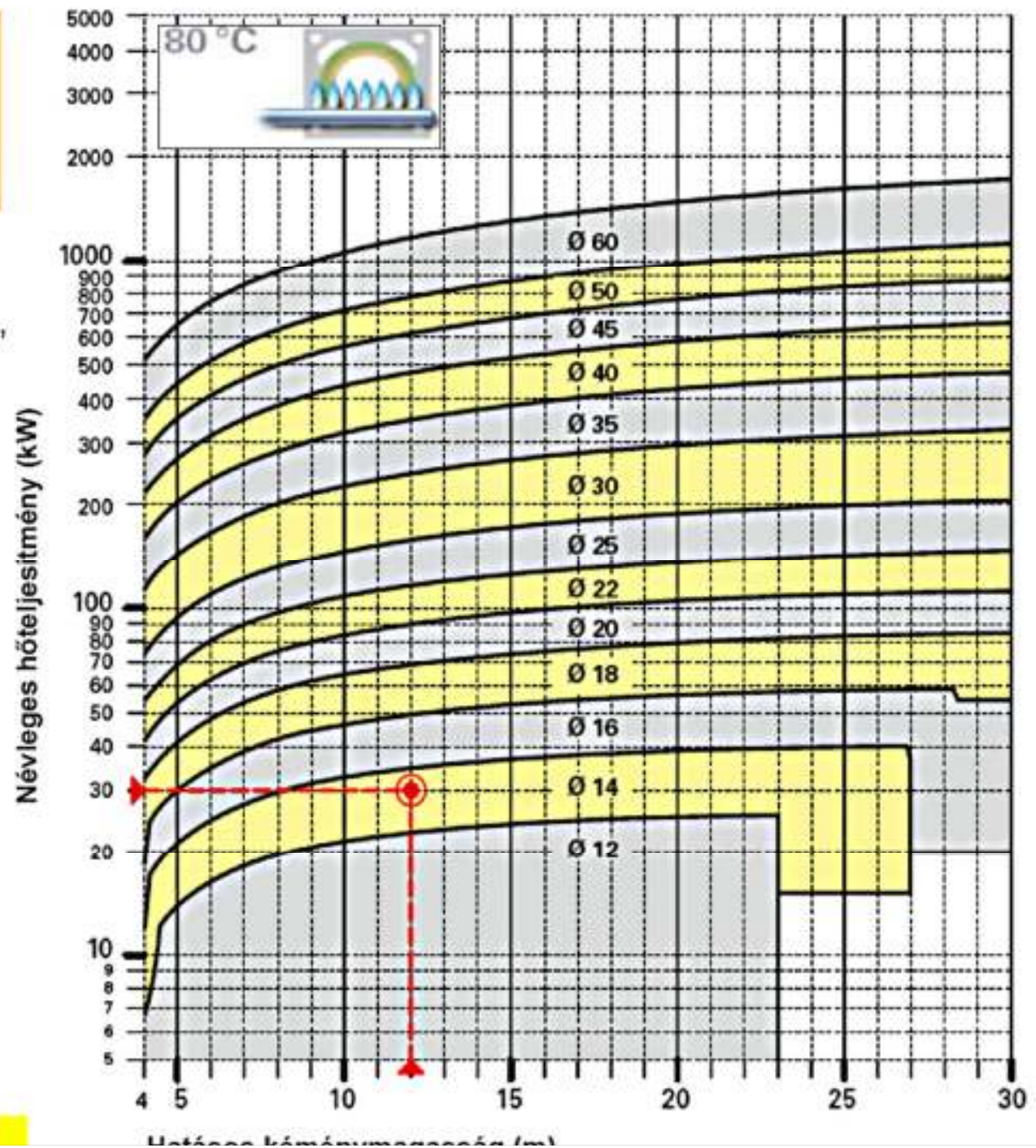
SCHIEDEL UNI*** PLUS

Diagramm 1.1. Földgáz

Gázkazán, atmoszférikus égővel,
áramlásbiztosítóval.
égéstermék hőmérséklet az
áramlásbiztosító után :
 $\geq 80 \text{ }^\circ\text{C}$ és $< 100 \text{ }^\circ\text{C}$

Kéményméretezés az MSZ EN 13 384-1 szerint

- max. 2,0 m bekötő füstcsővel.
- max. 2 db 90° – os könyökkel,
- 4 Pa huzatigénnyel az égési
levegő biztosításához

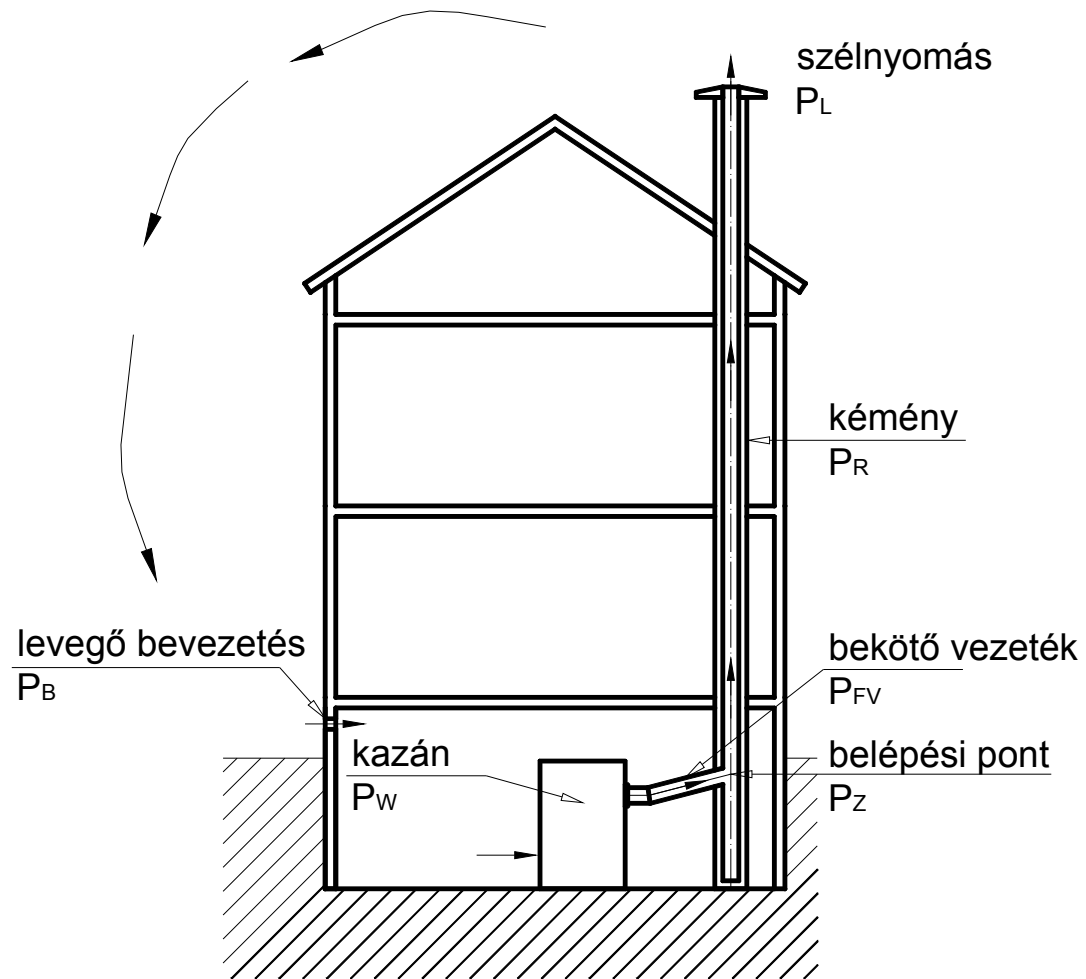


Égéstermék elvezető berendezések csoportosítása

- **Kialakítás szerint:**
 - Normál (égéstermék elvezetés és levegő utánpótlás külön)
 - Égéstermék elvezetés és levegő utánpótlás közösen (LAS)
- **Nyomás szerint:**
 - Huzat vagy szívás hatása alatt álló (depressziós)
 - Túlnyomásos
- **Üzem mód szerint:**
 - Nedves üzemű (kondenzáció üzemszerűen megengedett)
 - Száraz üzemű (kondenzáció károsítja a kémény szerkezetet)



Kémény áramkör részei

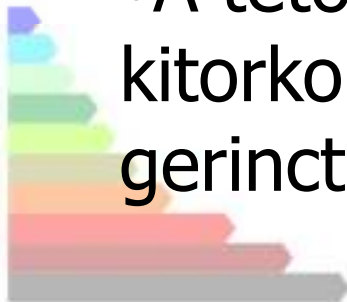


Szélnyomás, kedvezőtlen kitorkollás

A szélnyomást $P_L=25$ Pa értékkel kell figyelembe venni belföldön.

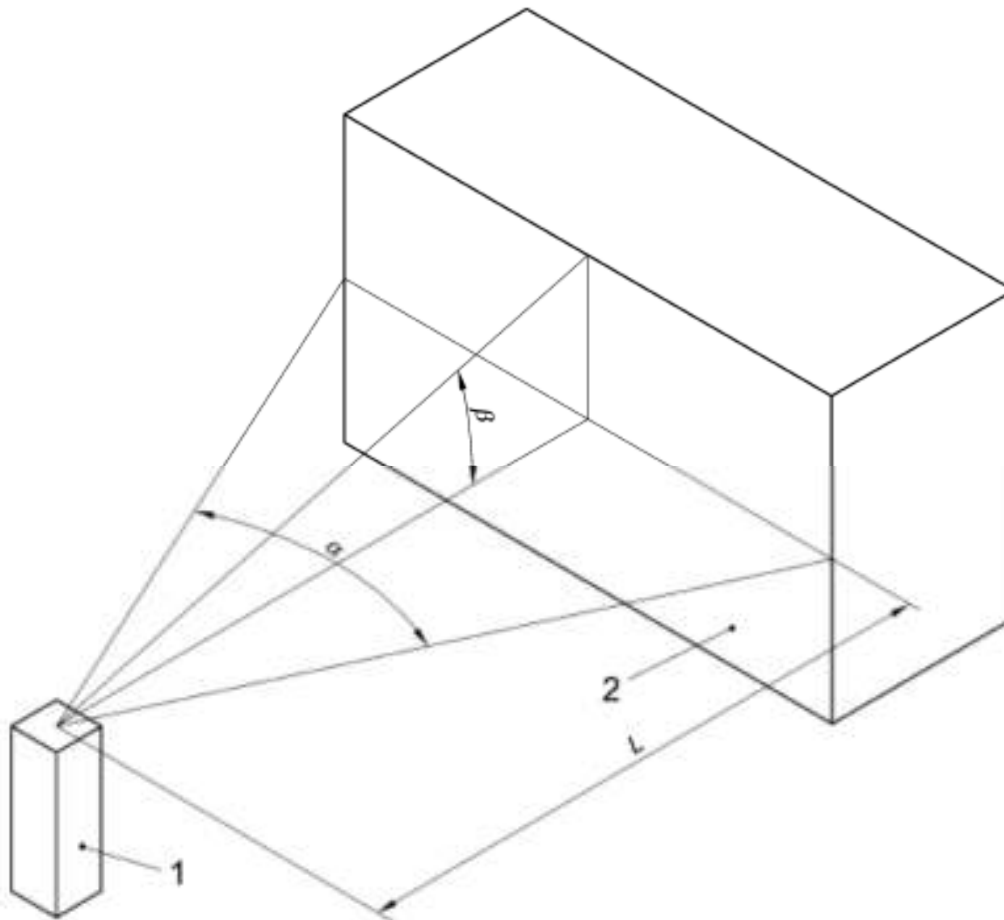
Kedvezőtlen a kitorkollás, ha a kitorkollás magassága a gerinc felett $<0,4$ m, és a vízszintes távolság a tetőtől $<2,3$ m, illetve:

- A tető hajlásszöge $>40^\circ$
- A tető hajlásszöge $>25^\circ$, a légbeszívás és kitorkollás a gerinc ellenkező oldalán van és a gerinctől való távolság $>1,0$ m



Szélnyomás, kedvezőtlen kitorcollás

Környező tereptárgyak hatása:



Kedvezőtlen, ha:

$L < 15 \text{ m}$

$\alpha > 30^\circ$

$\beta > 10^\circ$



Nyomásfeltétel

Huzat vagy szívás alatt működő (depressziós) égéstermék-elvezető berendezés

A következő feltételeket kell betartani:

$$P_Z = P_H - P_R - P_L \geq P_W + P_{FV} + P_B = P_{Ze} \quad \text{Pa} \quad (1)$$

$$P_Z \geq P_B \quad \text{Pa} \quad (2)$$

Ahol:

P_B a bevezetett levegő szükséges szállító nyomása, Pa;

P_{FV} az összekötőelem szükséges szállító nyomása, Pa;

P_H a nyugalmi nyomás, Pa;

P_L a szélnyomás, Pa,

P_R az égéstermék-elvezető berendezés függőleges szakaszának ellenállási nyomása, Pa;

P_W a tüzelőberendezés szükséges szállító nyomása, Pa;

P_Z a szívónyomás az égéstermék-elvezető berendezés függőleges szakaszának bevezetési pontján, Pa;

P_{Ze} a szükséges szívónyomás az égéstermék-elvezető berendezés függőleges szakaszának bevezetési pontján, Pa;



Nyomásfeltétel

Túlnyomásos égéstermék-elvezető berendezés

A következő feltételeket kell betartani:

$$P_{ZO} = P_R - P_H + P_L \leq P_{WO} - P_B - P_{FV} = P_{Zoe} \quad \text{Pa} \quad (3)$$

$$P_{ZO} \leq P_{Z \text{ excess}} \quad \text{Pa} \quad (4)$$

$$P_{ZO} + P_{FV} \leq P_{ZV \text{ excess}} \quad \text{Pa} \quad (5)$$

Ahol:

P_B a bevezetett levegő szükséges szállító nyomása, Pa;

P_{FV} az összekötőelem szükséges szállító nyomása, Pa;

P_H a nyugalmi nyomás, Pa;

P_L a szélnyomás, Pa,

P_R az égéstermék-elvezető berendezés függőleges szakaszának ellenállási nyomása, Pa;

P_W a tüzelőberendezés szükséges szállító nyomása, Pa;

P_{WO} a tüzelőberendezés maximális nyomáskülönbsége, Pa;

P_{ZO} az égéstermék-elvezető berendezés belépési pontjának túlnyomása, Pa;

P_{Zoe} az égéstermék-elvezető berendezés belépési pontjának maximális nyomáskülönbsége, Pa;

$P_{Z \text{ excess}}$ az égéstermék-elvezető berendezés engedélyezett üzemi nyomása, Pa;

Hőmérsékleti feltétel

A következő összefüggést kell igazolni:

$$T_{iob} \geq T_g \quad \text{K} \quad (6)$$

Ahol:

T_{iob} állandósult viszonyok mellett a kitorkolásnál számított belsőfali hőmérséklet, K;

T_g a belsőfali határhőmérséklet, K

A száraz üzemmódban működő égéstermék-elvezető berendezések belső fal határhőmérséklete T_g az égéstermék harmatponti hőmérsékletének T_{sp} felel meg.

A nedves üzemmódban működő (kondenzációs) égéstermék-elvezető berendezések esetén $T_g = 273,15$ K. Ez a feltétel az égéstermék-elvezető berendezés kitorkolásánál a jégképződéstől véd.

Égéstermék és égési levegő mennyiségének számítása

Pontos számítás: sztöchiometriai számítással

Közelítő számítás: Rosin - Fehling egyenletek

Elméleti levegőszükséglet:

$$L'_{\min} = a_1 \cdot \frac{H_i}{4186} + a_2 \quad [Nm^3 / kg \quad \text{ill.} \quad Nm^3 / Nm^3]$$

Elméleti füstgázmennyiség:

$$V'_{f \min} = b_1 \cdot \frac{H_i}{4186} + b_2 \quad [Nm^3 / kg \quad \text{ill.} \quad Nm^3 / Nm^3]$$

Tüzelőanyag	a1	a2	b1	b2
Szilárd	1,01	0,5	0,89	1,65
Cseppfolyós	0,85	2,0	1,11	1,0
Gáz $18420 < H_i < 43960$	1,154	-0,466	1,215	0,05
Gáz $73270 < H_i < 175850$	0,2756	-0,466	0,29	0,05

Időegység alatti tüzelőanyag fogyasztás:

$$G = \frac{\dot{Q}}{\eta \cdot H_i} \quad [kg/s \text{ ill. } Nm^3/s]$$

Időegységre eső mennyiségek (tökéletes égés):

$$L_{\min} = G \cdot L'_{\min} \quad [Nm^3/s]$$

$$V_{f \min} = G \cdot V'_{f \min} \quad [Nm^3/s]$$

Légellátási tényező:

$$n = \frac{V_{f \min}}{L_{\min}} \cdot \left(\frac{CO_{2 \max}}{CO_2} - 1 \right) + 1$$

Tüzelőanyag	n
Gyenge minőségű barnaszén	2,0 - 2,5
Jó minőségű barnaszén	1,4 - 2,0
Koksz	1,4 - 1,7
Olajtüzelés	1,1 - 1,5
Gáztüzelés	1,05 - 1,25



Valóságos normálértékek:

$$L_0 = n \cdot L_{\min} \quad [Nm^3 / s]$$

$$V_{f0} = r \cdot V_{f\min} = V_{f\min} + (n-1) \cdot L_{\min} \quad [Nm^3 / s]$$

Égéstermék higítási tényező:

$$r = \frac{CO_{2\max}}{CO_2}$$

Valóságos értékek:

$$L = \frac{T \cdot p_0}{T_0 \cdot p} \cdot L_0 \quad [m^3 / s]$$

$$V_f = \frac{T \cdot p_0}{T_0 \cdot p} \cdot V_{f0} \quad [m^3 / s]$$



Égéstermék jellemzőinek közelítő számítása MSZ EN 13384-1 B.1 táblázat

Brennstoffart	Charakteristische Brennstoffdaten						Koeffizienten (Ausgangswerte) für die Berechnung der Abgasdaten											
	H_u	$V_{Air\ min}$	$V_{L\ min}$	V_{H_2O}	$\sigma(CO_2)_{max}$	$\sigma(SO_2)_{max}$	f_{m1}	f_{m2}	f_R ohne Kond.	f_R mit Kond.	f_{c0}	f_{c1}	f_{c2}	f_{c3}	f_w	f_{s1}	f_{s2}	
	kWh/kg kWh/m ³	kWh/kg m ³ /m ³	kWh/kg m ³ /m ³	kWh/kg m ³ /m ³	%	%	g-%/(kWs)	g/(kW·s)	1/%	1/%	J/(kgK·%)	J/(kgK ² ·%)	J/(kgK ³ ·%)	1/%	%	K	K	
Koks	8,06	7,64	7,66	0,13	20,60	0,09	7,06	0,033	-0,003 6	-0,003 8	3,4	0,014	-0,000 014	0,004 6	1,235	99	7	
Steinkohle(Anthrazit)	9,24	8,37	8,55	0,44	19,05	0,10	6,23	0,036	-0,002 8	-0,003 3	5,6	0,014	-0,000 013	0,005 7	370	93	7	
Braunkohle	5,42	5,09	5,17	0,68	19,48	0,04	6,61	0,055	-0,001 4	-0,002 6	10,3	0,015	-0,000 012	0,008 3	149	80	7	
Schweröl < 4% S	9,43	9,91	10,48	1,15	16,17	0,28	6,14	0,052	-0,001 2	-0,002 4	10,7	0,014	-0,000 012	0,008 2	142	94	7	
Schweröl < 2% S	9,61	10,06	10,67	1,21	16,15	0,14	6,11	0,052	-0,001 1	-0,002 3	11,0	0,014	-0,000 011	0,008 3	137	89	7	
Schweröl < 1% S	9,74	10,17	10,79	1,25	16,09	0,07	6,07	0,052	-0,000 9	-0,002 2	11,2	0,014	-0,000 011	0,008 4	134	85	7	
Heizöl EL	11,86	10,52	11,26	1,49	15,40	0,00	4,94	0,046	-0,000 2	-0,001 8	13,0	0,014	-0,000 011	0,009 3	111	0	0	
Kerosin	12,09	11,36	12,14	1,57	15,00	0,00	5,09	0,047	-0,000 2	-0,001 8	13,0	0,014	-0,000 011	0,009 3	111	0	0	
Erdgas H	10,03	8,67	9,57	1,86	12,00	0,00	3,75	0,053	0,003 2	0,000 2	23,0	0,015	-0,000 007	0,014 2	57	0	0	
Erdgas L	9,03	7,87	8,63	1,70	11,80	0,00	3,72	0,054	0,003 3	0,000 3	23,5	0,015	-0,000 007	0,014 4	56	0	0	
Flüssiggas	26,67	22,46	24,51	4,10	13,80	0,00	4,20	0,049	0,001 3	-0,000 9	17,6	0,015	-0,000 009	0,011 6	77	0	0	
Holz (23,1%Feuchte)	3,70	3,44	3,45	0,80	20,50	0,00	6,89	0,076	0,000 1	-0,001 8	15,4	0,016	-0,000 011	0,011 1	90	15	0	
Holz (33,3%Feuchte)	3,12	2,98	2,99	0,86	20,50	0,00	7,08	0,090	0,001 1	-0,001 3	18,5	0,016	-0,000 010	0,012 8	72	15	0	
Holz, Pellets	5,27	4,78	4,81	0,78	20,31	0,00	6,66	0,060	-0,001 1	-0,002 4	11,6	0,015	-0,000 012	0,009 1	127	15	0	

Égéstermék jellemzőinek közelítő számítása MSZ EN 13384-1 B.1 táblázat

Égéstermék tömegárama:

$$\dot{m} = \left(\frac{f_{m1}}{\sigma(\text{CO}_2)} + f_{m2} \right) \cdot \dot{Q}_F \quad [\text{g} / \text{s}]$$

$$\dot{Q}_F = \frac{100}{\eta_W} \cdot \dot{Q}$$

$\sigma(\text{CO}_2)$

\dot{Q}_F

\dot{Q}

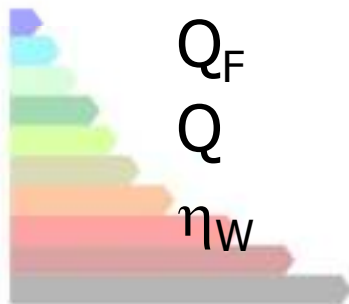
η_W

égéstermék CO_2 koncentrációja, %

tüzelőberendezés hőterhelése, kW

tüzelőberendezés teljesítménye, kW

tüzelőberendezés hatásfoka, %



Égéstermék jellemzőinek közelítő számítása MSZ EN 13384-1 B.1 táblázat

Égéstermék gázállandója:

$$R = R_L \cdot [1 + f_R \cdot \sigma(CO_2)] \quad [J / kgK]$$

$\sigma(CO_2)$
 R_L

égéstermék CO_2 koncentrációja, %
levegő gázállandója $R = 288 \text{ J/kgK}$



Égéstermék jellemzőinek közelítő számítása MSZ EN 13384-1 B.1 táblázat

Égéstermék fajhője:

$$c_P = \frac{1011 + 0,05 \cdot t_m + 0,0003 \cdot t_m^2 + (f_{c0} + f_{c1} \cdot t_m + f_{c2} \cdot t_m^2) \cdot \sigma(\text{CO}_2)}{1 + f_{c3} \cdot \sigma(\text{CO}_2)} \quad [\text{J} / \text{kgK}]$$

$\sigma(\text{CO}_2)$

égéstermék CO_2 koncentrációja, %

t_m

égéstermék középhőmérséklete, °C



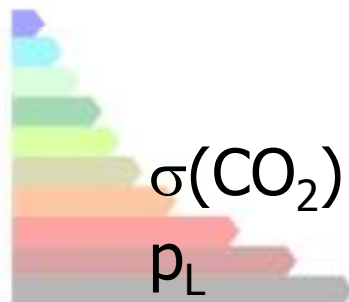
Égéstermék jellemzőinek közelítő számítása MSZ EN 13384-1 B.1 táblázat

Égéstermék vízgőz koncentrációja, parciális vízgőznyomása és harmatponti hőmérséklete:

$$\sigma(H_2O) = \frac{100}{1 + \frac{f_w}{\sigma(CO_2)}} + 1,1 \quad [\%]$$

$$p_D = \frac{\sigma(CO_2)}{100} \cdot p_L \quad [Pa]$$

$$tp = \frac{4077,9}{23,6448 - \ln(p_D)} - 236,67 \quad [^\circ C]$$



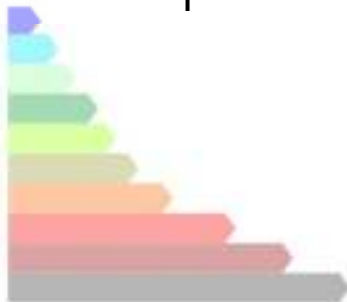
égéstermék CO₂ koncentrációja, %
légköri nyomás, Pa

Égéstermék jellemzőinek közelítő számítása MSZ EN 13384-1 B.1 táblázat

Harmatponti hőmérséklet emelkedés:

$$\Delta T_{sp} = f_{s1} + f_{s2} \cdot \ln(K_f) \quad [^{\circ}\text{C}]$$

K_f átalakulási tényező SO_2 -ről SO_3 -ra, %



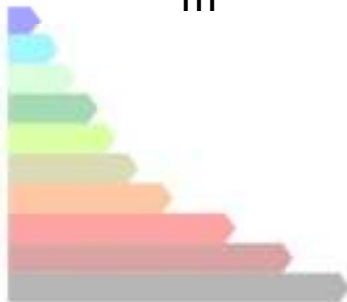
Égéstermék jellemzőinek közelítő számítása MSZ EN 13384-1 B.1 táblázat

Égéstermék hővezetési tényezője és dinamikai viszkozitása:

$$\lambda_A = 0,0223 + 0,000065 \cdot t_m \quad [W / mK]$$

$$\eta_A = 15 \cdot 10^{-6} + 47 \cdot 10^{-9} \cdot t_m - 20 \cdot 10^{-12} \cdot t_m^2 \quad [Ns / m^2]$$

t_m égéstermék középhőmérséklete, °C



Többrétegű kör keresztmetszetű kémény hőátbocsátási tényezője

Ha hőmérsékletek
állandósultak:

$$k_b = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \left(\frac{1}{\Lambda}\right) + \frac{D_h}{D_{ha} \cdot \alpha_a}} \quad [W / m^2 K]$$

Nem állandósult állapotban:

$$k_b = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + S_H \cdot \left[\left(\frac{1}{\Lambda}\right) + \frac{D_h}{D_{ha} \cdot \alpha_a} \right]} \quad [W / m^2 K]$$

α_i belső hőátadási tényező

α_a külső hőátadási tényező

$(1/\Lambda)$ hővezetési ellenállás

D_h hidraulikai egyenértékű belső átmérő

D_{ha} hidraulikai egyenértékű külső átmérő



Többrétegű kör keresztmetszetű kémény hőátbocsátási tényezője

$$\left(\frac{1}{\Lambda}\right) = y \cdot \sum_n \left[\frac{D_h}{2 \cdot \lambda_n} \cdot \ln\left(\frac{D_{h,n+1}}{D_{h,n}}\right) \right] \quad [\text{m}^2\text{K} / \text{W}]$$

λ_n

n-dik réteg hővezetési tényezője

D_h

kémény hidraulikai egyenértékű belső átmérője

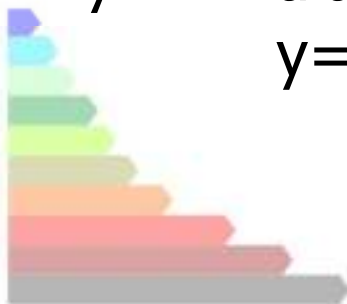
$D_{h,n}$

n-dik körgyűrű hidraulikai egyenértékű belső átmérője

y

alaktényező, $y=1$ kör és ovális keresztmetszetnél

$y=1,1$ téglalap keresztmetszetnél 1:1,5 oldalarányig



Lehülési tényező számítása

Lehülési tényező:

$$K = \frac{U \cdot k \cdot L}{\dot{m} \cdot c_p}$$

c_p	égéstermék fajhője, J/kgK
k	hőátbocsátási tényező, W/m ² K
L	szakasz hossza, m
\dot{M}	égéstermék tömegárama, kg/s
U	belső kerület, m



Szakasz hőmérsékletek számítása

Szakasz átlaghőmérséklete:

$$T_m = T_u + \frac{T_e - T_u}{K} \cdot (1 - e^{-K})$$

Szakasz kilépő hőmérséklete:

$$T_o = T_u + (T_e - T_u) \cdot e^{-K}$$

K lehűlési tényező
T_e belépő égéstermék hőmérséklet
T_u környezeti hőmérséklet



Szakasz áramlási ellenállása

$$P_R = S_E \cdot P_E + S_{EG} \cdot P_G \quad [Pa]$$

$$P_R = S_E \cdot \left(\psi \cdot \frac{L}{D_h} + \sum_n \zeta_n \right) \cdot \frac{\rho_m}{2} \cdot w_m^2 + S_{EG} \cdot P_G \quad [Pa]$$

$$ha \quad P_G \geq 0 \quad S_{EG} = S_E$$

$$ha \quad P_G < 0 \quad S_{EG} = 1,0$$

D_h hidraulikai egyenértékű belső átmérő, m

L szakasz hossza, m

P_E szakasz csősúrlódásból és alaki ellenállásokból származó áramlási ellenállása, Pa

P_G sebességváltozásból eredő nyomásváltozás, Pa

S_E áramlástechnikai biztonsági tényező

S_{EG} sebességváltozásból eredő áramlástechnikai biztonsági tényező

w_m égéstermék közepes sebessége, m/s

ρ_m égéstermék közepes sűrűsége, kg/m³

ψ csősúrlódási tényező

Áramlástechnikai biztonsági tényező

A biztonsági tényező célja az üzem közbeni egyenlőtlenségek és az építési pontatlanságokból adódó kérdések kezelése:

- a hőtermelő nem tervezett túlterhelése
- a szokásosnál nagyobb légfelesleg-tényező az égésnél
- falslevegő belépés az összekötő vezetékben vagy a kéményben
- a számításokban figyelembe vett felületi érdességtől való eltérés
- a kémény hőátbocsátási tényezőjének eltérése a tervezettől
- méreteltérések
- nem kívánatos légköri viszonyok

Huzat hatása alatt álló rendszereknél $S_E = 1,5$

Légtértől független üzemű ventilátoros készülékeknél $S_E = 1,2$

Túlnyomásos rendszereknél $S_E = 1,2$ minimálisan

Égési levegő bevezetés

Megoldások:

1. Nyílászárók résein
 2. Légbevezető elemekkel
 3. Légellátó zsaluk, légcsatornák
 4. Ventilátorral biztosított légellátás
- Légbevezető elemek ellenállását milyen állásban, milyen külső hőmérséklet mellett számítsam?
 - A kazánnak, vízmelegítőnek a lakótérben van a helye?



Szilárdtüzelésű berendezések

- A készülékeknek jelentős ellenállása van.
- Magas az égéstermék hőmérséklet – alacsony a hatásfok.
- Nagy légfeszleggel üzemelnek.

Brennstoff	Gleichungen für $P_{W,nw}$ und $\sigma(\text{CO}_2)$			
Koks, Steinkohle, Braunkohle Briketts	P_W	=	$\begin{cases} 15 \cdot \lg Q_N & \text{in Pa für } Q_N \leq 100 \text{ kW} \\ -70 + 50 \cdot \lg Q_N & \text{in Pa für } 100 \text{ kW} < Q_N \leq 1\,000 \text{ kW} \\ 80 \text{ Pa} & \text{für } Q_N > 1\,000 \text{ kW} \end{cases}$	
	η_w	=	$68,65 + 4,35 \cdot \lg Q_N$ in % für	$Q_N \leq 2\,000 \text{ kW}$
	$\sigma(\text{CO}_2)$	=	$\begin{cases} 9,5 \% & \text{für } Q_N \leq 100 \text{ kW} \\ 4,1 + 2,7 \cdot \lg Q_N & \text{in \% für } 100 \text{ kW} < Q_N \leq 2\,000 \text{ kW} \end{cases}$	

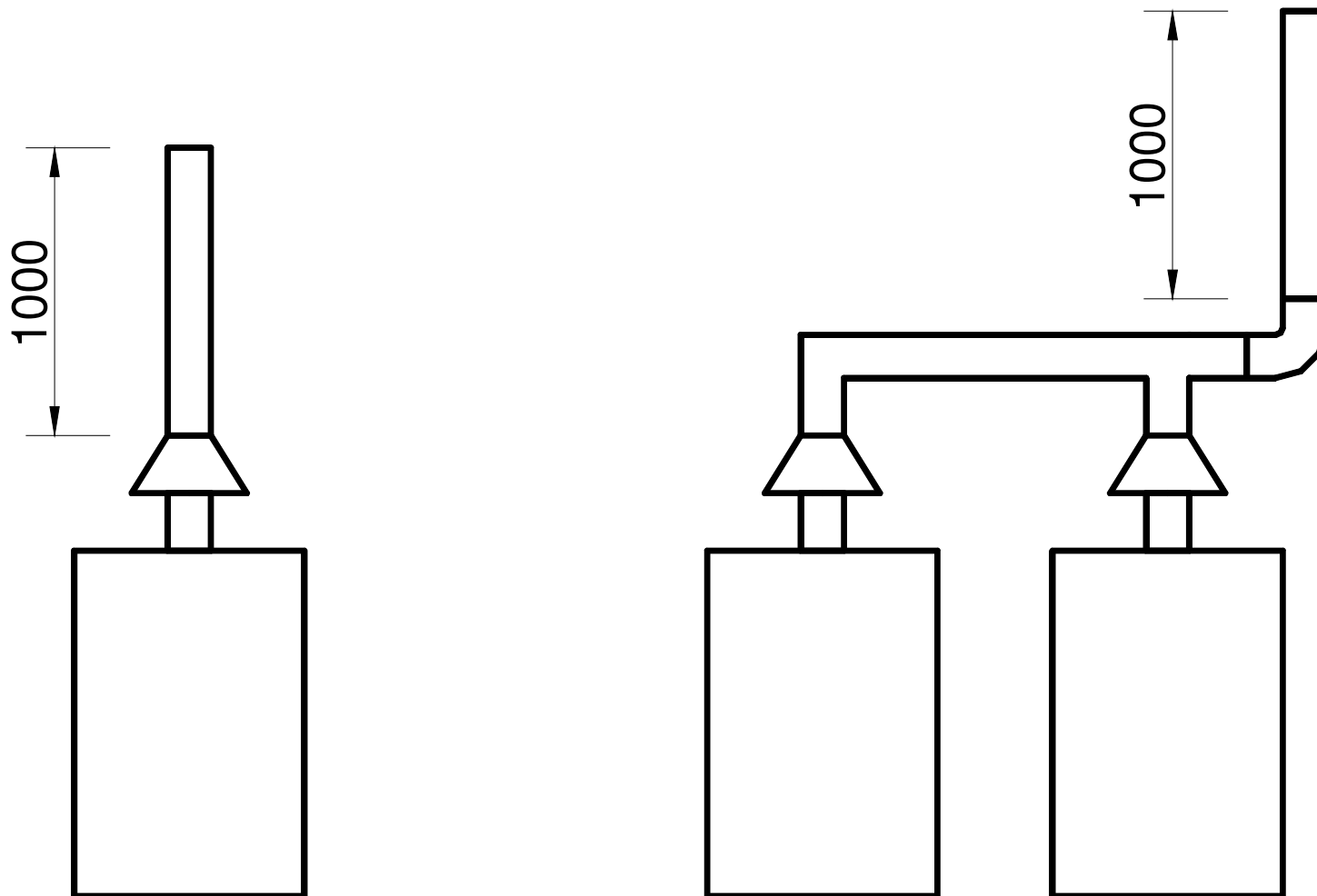
Atmoszférikus égőjű készülékek nyomásigénye, égéstermék adatai

- Jellemző huzatigény érték 2-4 Pa
- Jellemző égéstermék CO₂ tartalom:
teljes terhelésnél 5-8 %
részterhelésnél 2-3 %

Ez teljes terhelésnél kb. 2, részterhelésnél 4 légfelesleg értéket jelent.

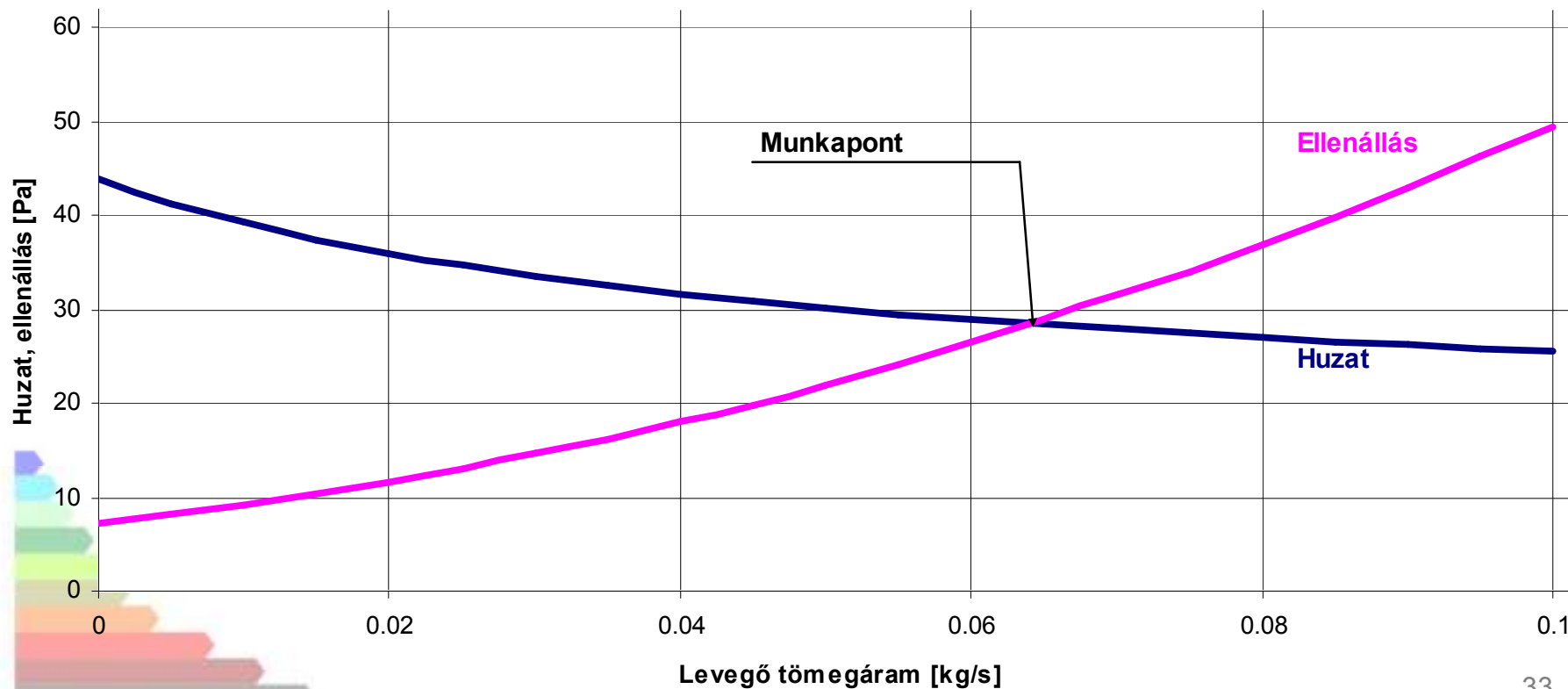


Atmoszférikus égőjű készülékek nyomásigénye, égéstermék adatai



Atmoszférikus égőjű készülék munkapontja

Huzatmegszakítás kémény munkapontja

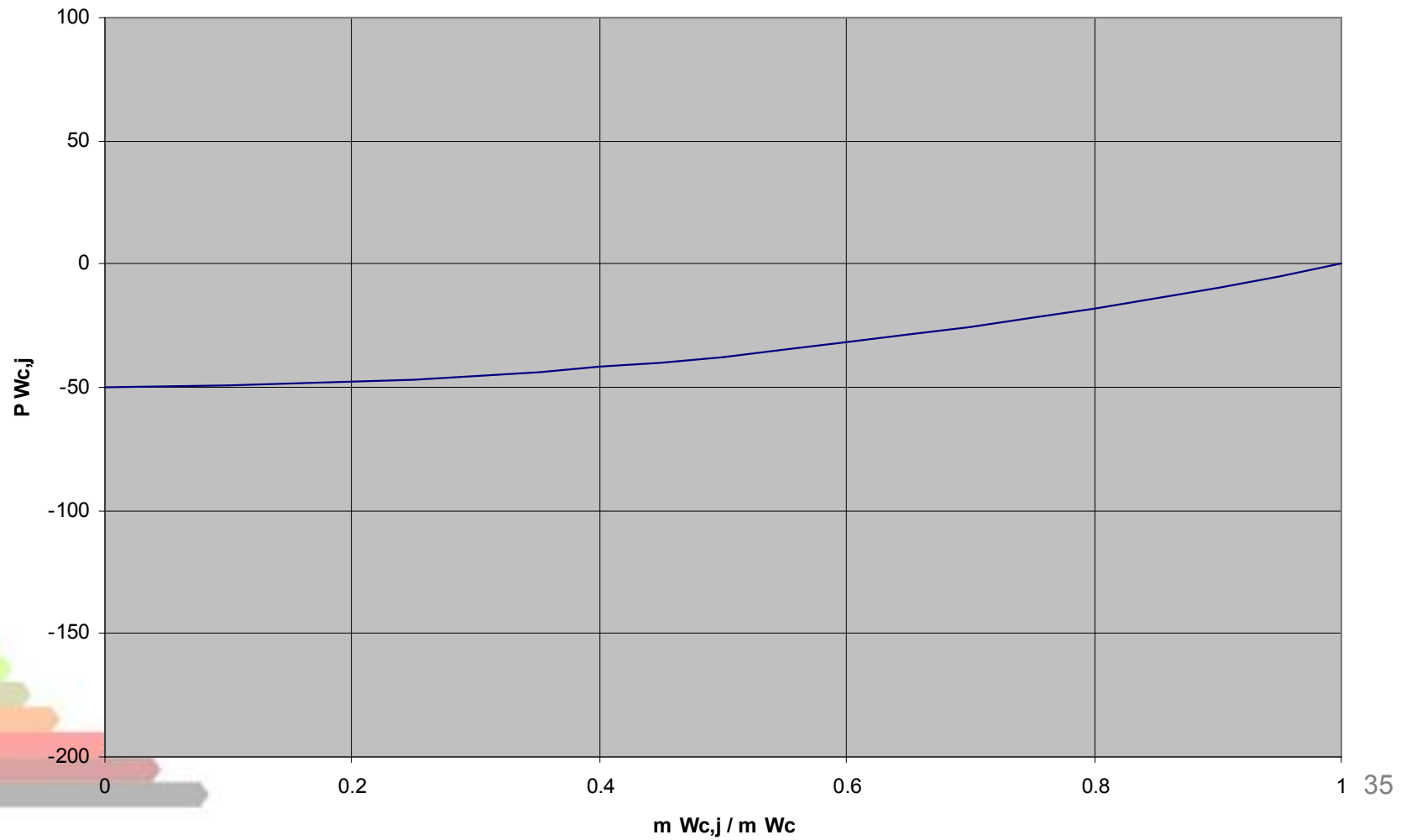


Túlnyomásos tűzterű, blokkégős kazánok

- Jellemző huzatigény érték 0 Pa. A kémény depressziós üzemmódban üzemel.
- Égéstermék CO_2 tartalom 10 % feletti, kis légszükséglet.
- Égéstermék csonkon nagy sebesség, bővíteni célszerű.
- Magas égéstermék hőmérséklet. 140-200 °C
- Légellátás jellemzően ventilátorral.

Olaj- és gázkazánok adatai

Blokkégős kazán ellenállása a tömegáram függvényében



Olaj- és gázkazánok adatai

Öl und Gas (mit und ohne Gebläsebrenner)	P_W	=	$\left\{ \begin{array}{l} 15 \cdot \lg Q_N \\ - 47 + 38,5 \cdot \lg Q_N \end{array} \right.$	in Pa für in Pa für	$Q_N \leq 100 \text{ kW}$ $Q_N > 100 \text{ kW}$
	η_W	=	$\left\{ \begin{array}{l} 85,0 + 1,0 \cdot \lg Q_N \\ 88,0 \% \end{array} \right.$	in % für für	$Q_N \leq 1\,000 \text{ kW}$ $Q_N > 1\,000 \text{ kW}$
	$\sigma(\text{CO}_2)$	=	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{f_{x1}}{1 - f_{x2} \cdot \lg Q_N} \\ f_{x3} \end{array} \right.$	in % für in % für	$Q_N \leq 100 \text{ kW}$ $Q_N > 100 \text{ kW}$

Tabelle B.3 – Werte für die Ermittlung von σ (CO₂) bei Öl- und Gasbrennern

Brennstoff	Gebläsebrenner			Atmosphärischer Brenner ^a		
	f_{x1}	f_{x2}	f_{x3}	f_{x1}	f_{x2}	f_{x3}
Öl	11,2	0,076	13,2	-	-	-
Erdgas H	8,6	0,078	10,2	5,1	0,075	6,0
Flüssiggas	10,0	0,080	11,9	5,9	0,079	7,0

^aWerte nach der Nebenluftvorrichtung.

Hőtermelők tulajdonságainak tömegáramfüggése

$$P_{Wc,j} = b_0 + b_1 \cdot \left(\frac{\dot{m}_{Wc,j}}{\dot{m}_{W,j}} \right) + b_2 \cdot \left(\frac{\dot{m}_{Wc,j}}{\dot{m}_{W,j}} \right)^2 + b_3 \cdot \left(\frac{\dot{m}_{Wc,j}}{\dot{m}_{W,j}} \right)^3 + b_4 \cdot \left(\frac{\dot{m}_{Wc,j}}{\dot{m}_{W,j}} \right)^4 \quad \text{Pa}$$

$$t_{Wc,j} = y_0 + y_1 \cdot \left(\frac{\dot{m}_{Wc,j}}{\dot{m}_{W,j}} \right)^{y_2} \quad \text{°C}$$

$\dot{m}_{Wc,j}$ hőtermelő számított tömegárama, kg/s

$\dot{m}_{W,j}$ hőtermelő referencia tömegárama, kg/s

$P_{Wc,j}$ hőtermelő számított áramlási ellenállása, Pa

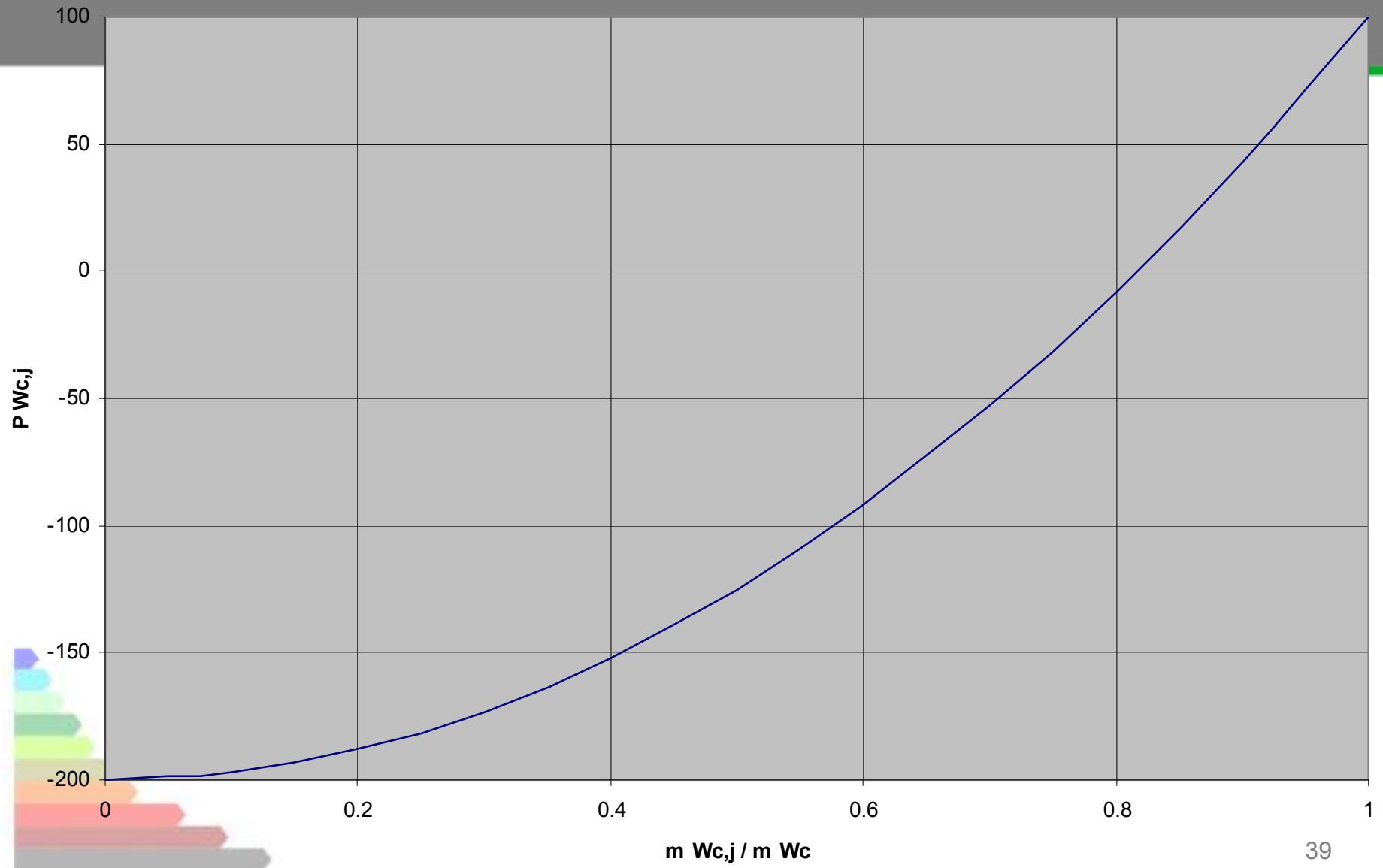
$t_{Wc,j}$ égéstermék számított kilépő hőmérséklete, °C

$b_0 \dots b_4$ és $y_0 \dots y_2$ tényezőket a gyártóknak kellene megadnia

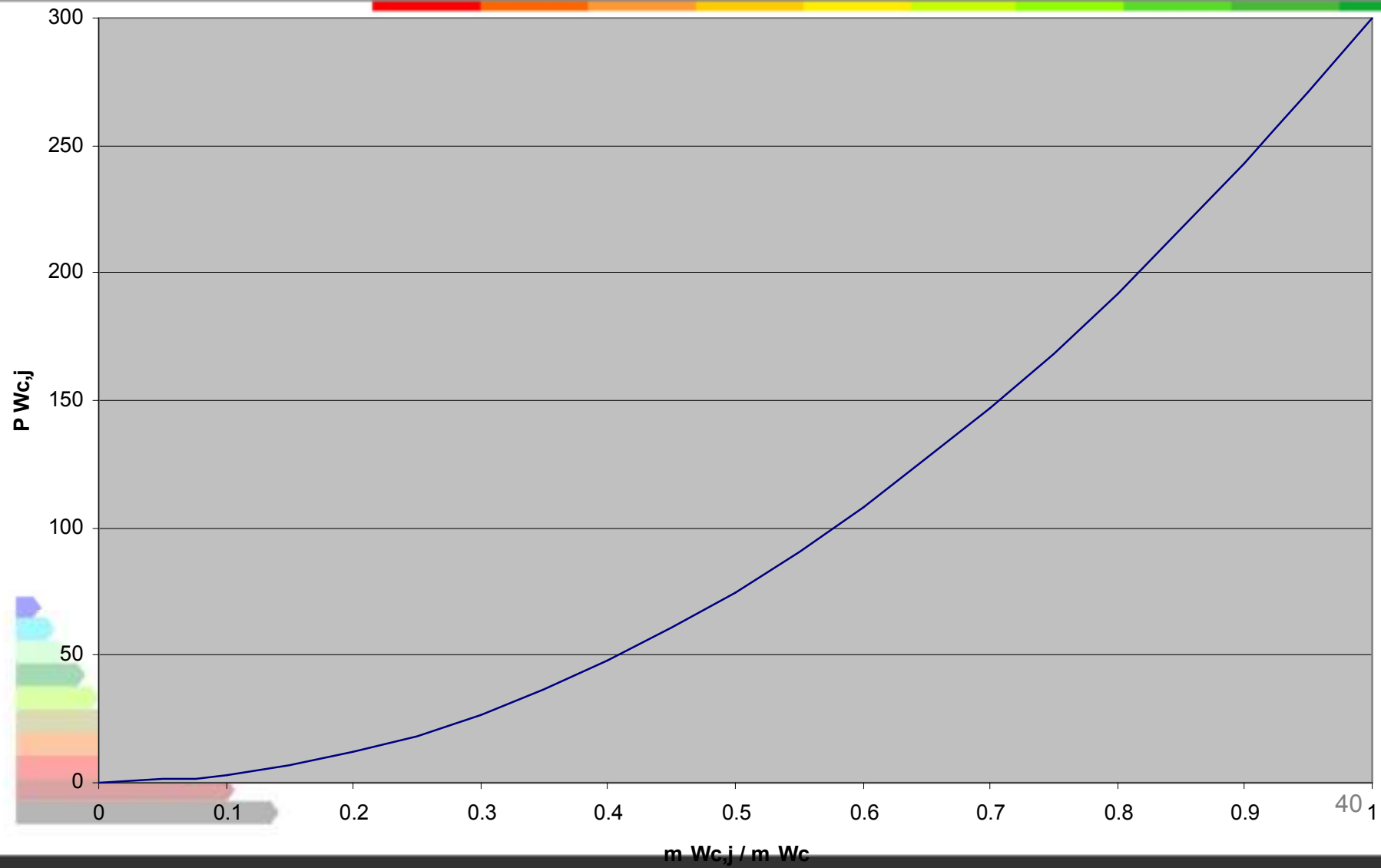
Hőtermelők tulajdonságainak tömegáramfüggése

Hőtermelő	Üzemállapot	$P_{WC,j}$					$t_{WC,j}$		
		b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	y_0	y_1	y_2
Szilárdtüzelésű, blokkégő nélküli berendezések	Bekapcsolva	0	0	0	0	$P_{W,j}$	0	$t_{W,j}$	0,8
	Kikapcsolva	0	0	$P_{W,j}$	0	0	$t_{uV,j}$	0	0
Folyékony tüzelőanyaggal üzemelő berendezések, ventilátor nélkül	Bekapcsolva	0	0	$P_{W,j}$	0	0	$t_{W,j}$	0	0
	Kikapcsolva	0	0	$P_{W,j}$	0	0	$t_{uV,j}$	0	0
Atmoszférikus égőjű (deflektoros) berendezések	Bekapcsolva	0	0	$P_{W,j}$	0	0	$t_{uV,j}$	$t_{W,j}$ $-t_{uV,j}$	-1
	Kikapcsolva	0	0	$P_{W,j}$	0	0	$t_{uV,j}$	0	0
Gázüzemű berendezések, ventilátorral felszerelve	Bekapcsolva	$-P_{WG,j}$	0	$P_{W,j} + P_{WG,j}$	0	0	$t_{W,j}$	0	0
	Kikapcsolva	0	0	$P_{W,j} + P_{WG,j}$	0	0	$t_{uV,j}$	0	0

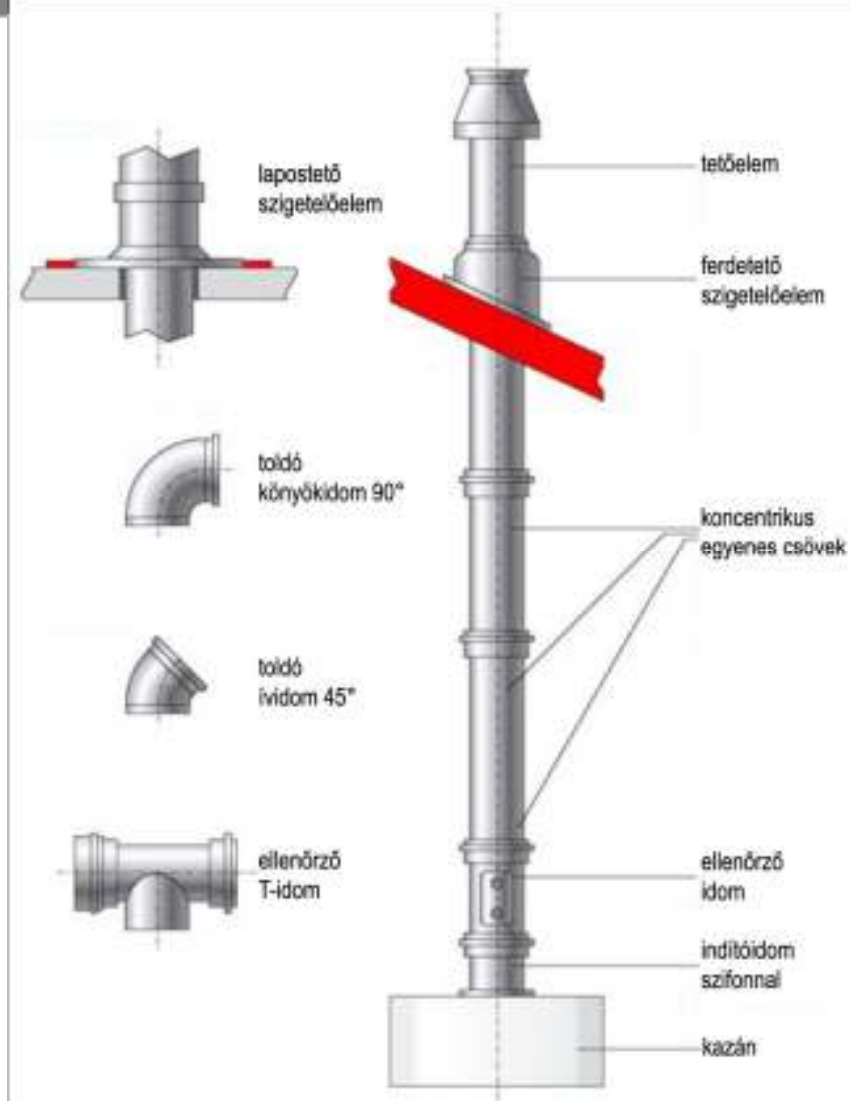
Turbó kazán ellenállása a tömegáram függvényében



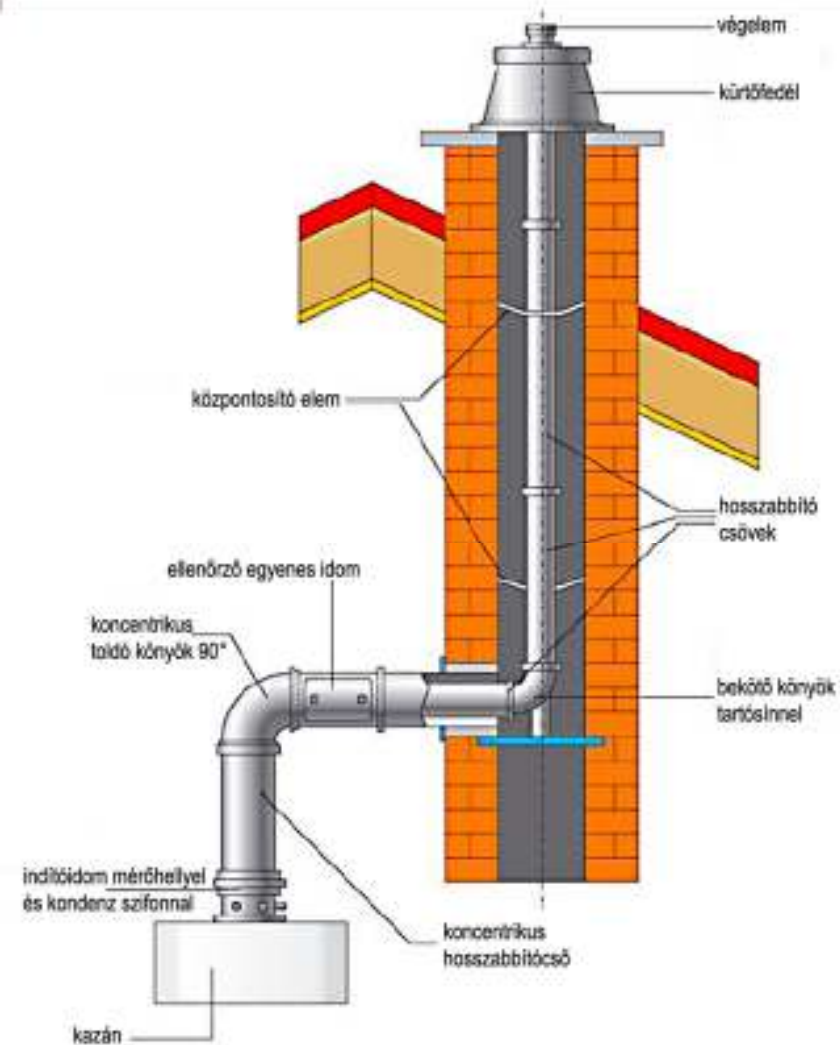
Turbó kazán ellenállása kikapcsolt állapotban



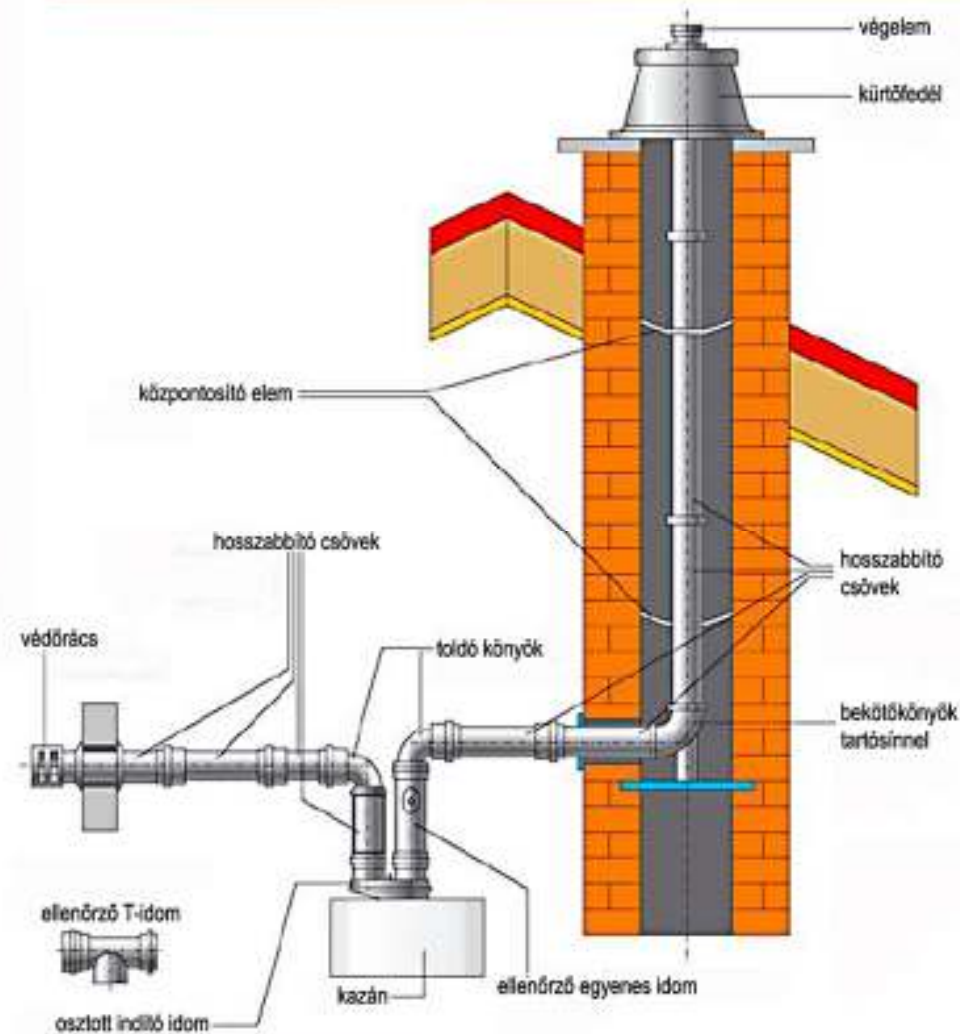
Turbó készülékek



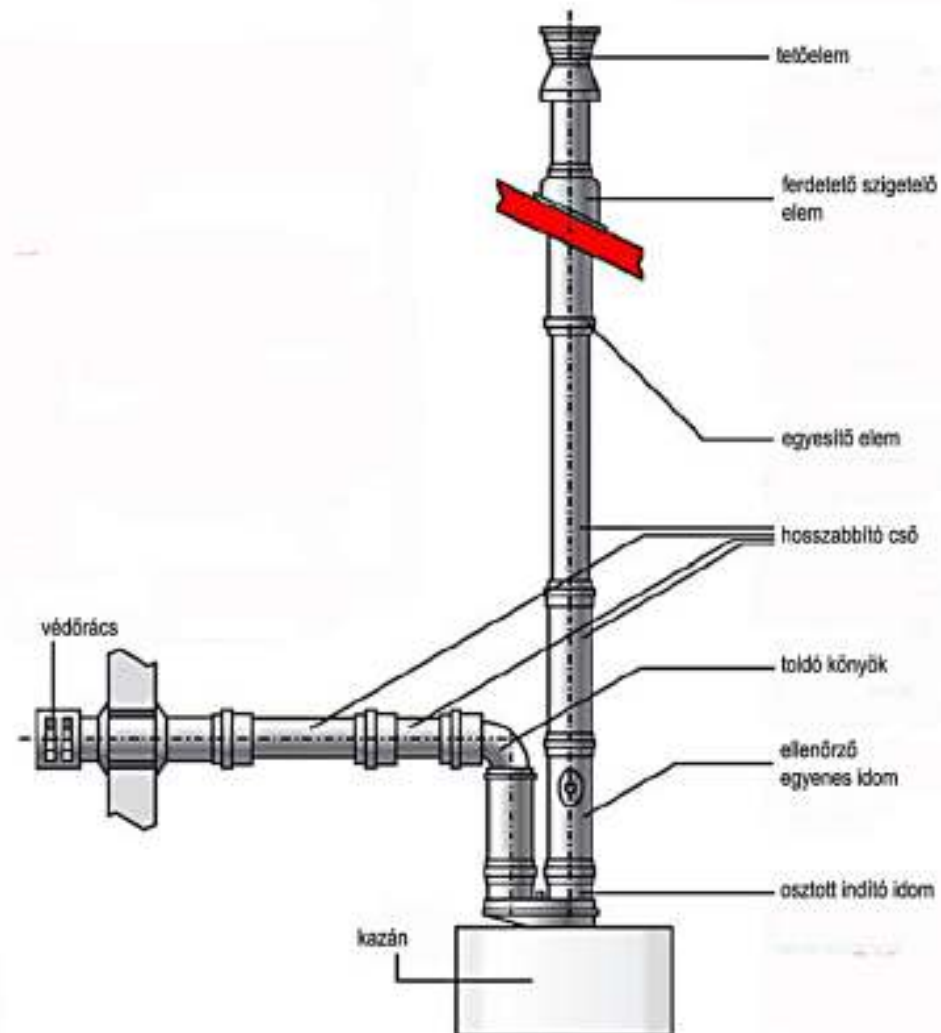
Turbó készülékek



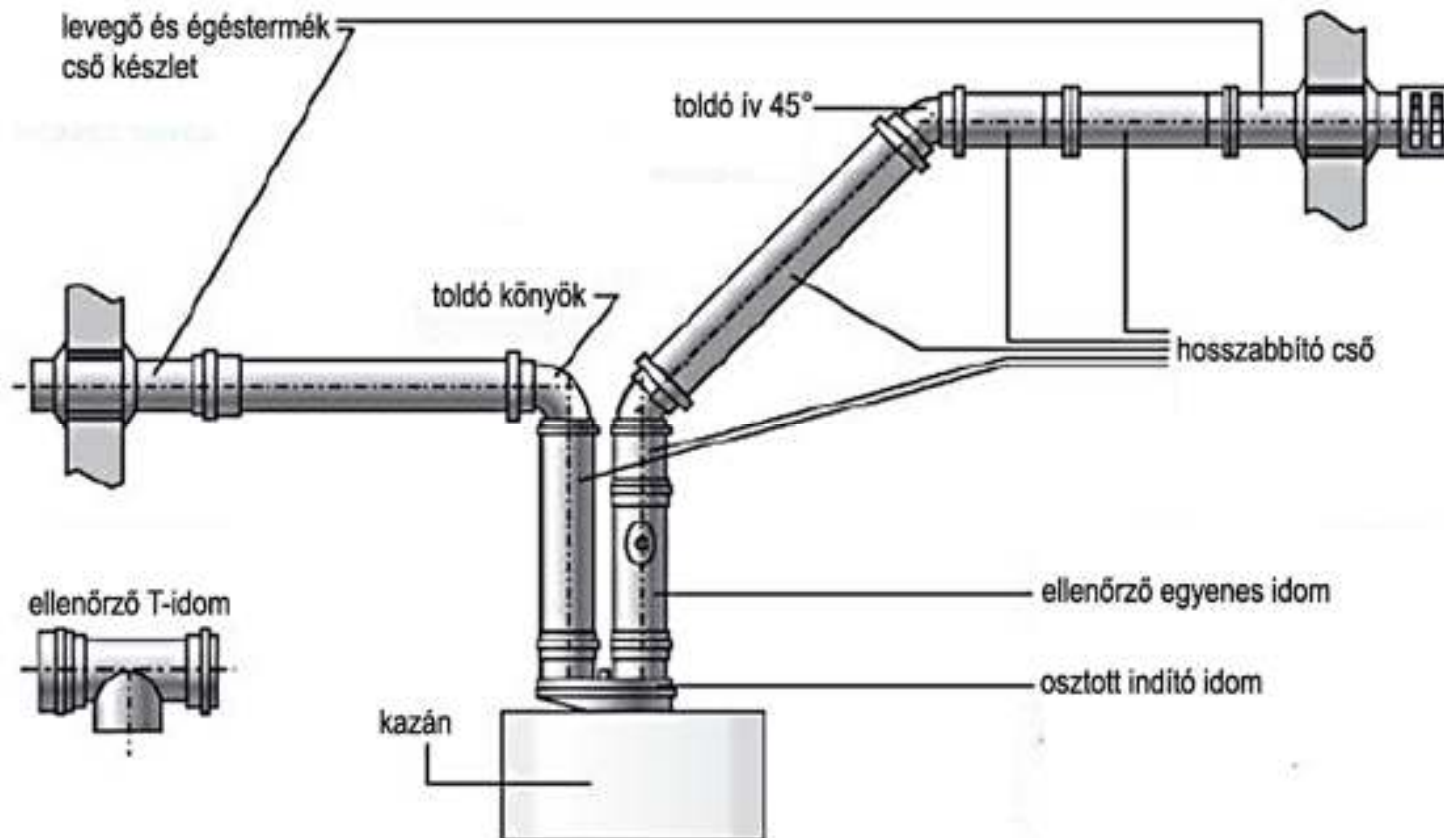
Turbó készülékek



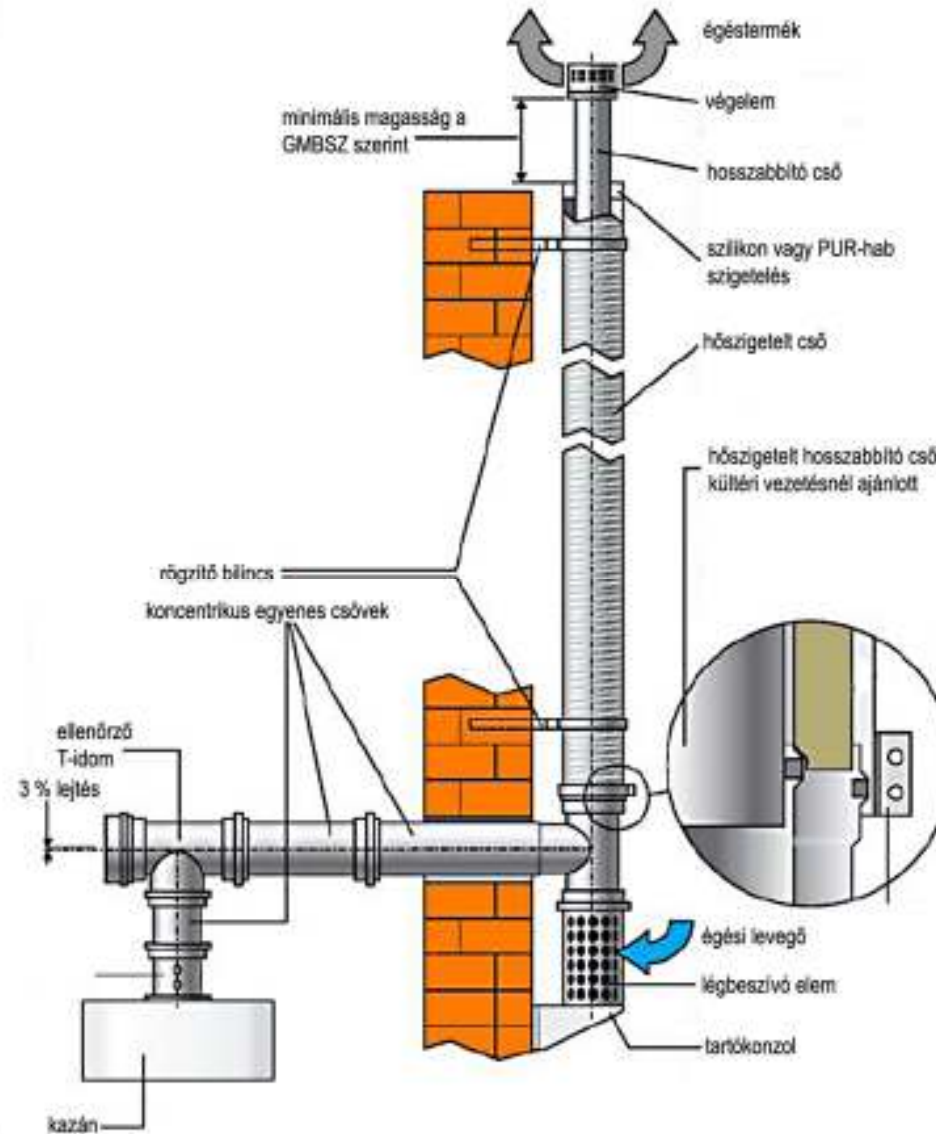
Turbó készülékek



Turbó készülékek



Turbó készülékek

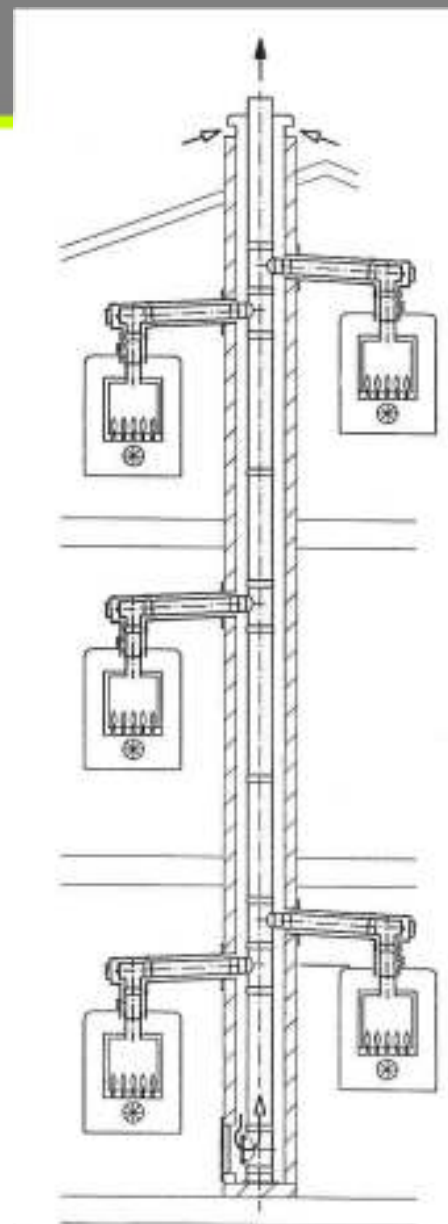


LAS gyűjtőkémény méretezése

Szabvány csak huzat hatása alatt álló (depressziós) rendszerrel foglalkozik

Méretezés feltétele:

- Csatlakozó készülékek 0 Pa túlnyomással kapcsolódnak a függőleges szakaszhoz
 - Az égéstermék elvezetését és a levegő hozzávezetését a gravitáció biztosítja
 - A túlnyomás kiegyenlítő nyíláson hozzááramló levegő meghatározásával a munkapont meghatározása a feladat
- Égéstermék hűl, égési levegő melegszik.



Turbó készülékek csatlakozása LAS gyűjtőkéményhez

