



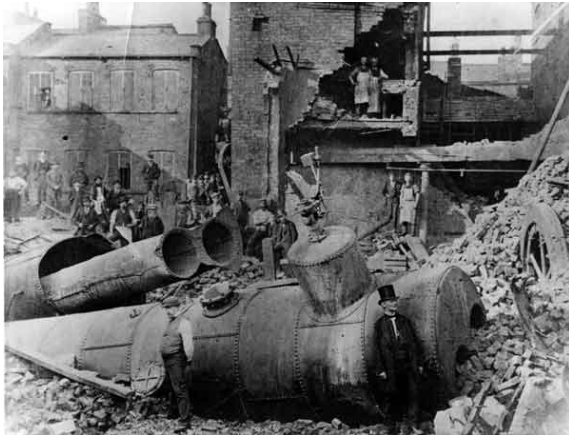
XI. Országos Kéménykonferencia – 2020.08.27-28. Kecskemét

Környezetvédelmi előírások a világban, a tüzelőberendezések hatása a környezetre, valamint károsanyag-kibocsátás és annak keletkezése

Előadó: Versits Tamás MGVE elnök, Kéményjobbítók Országos Szövetsége

Követelmények egy hőtermelő rendszerrel szemben

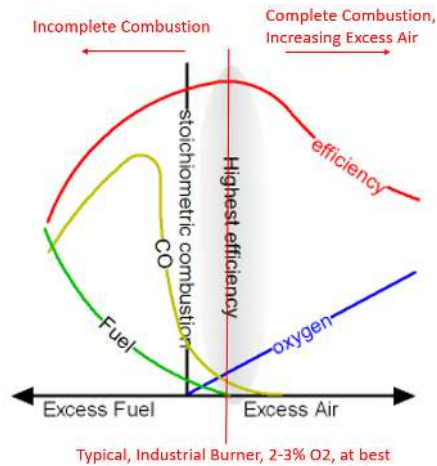
Biztonság



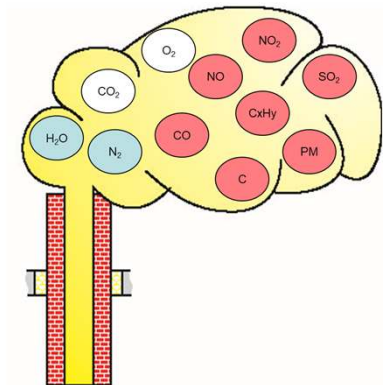
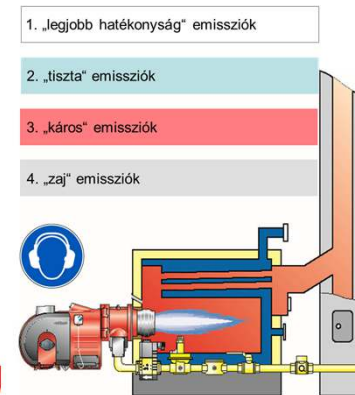
Megbízhatóság



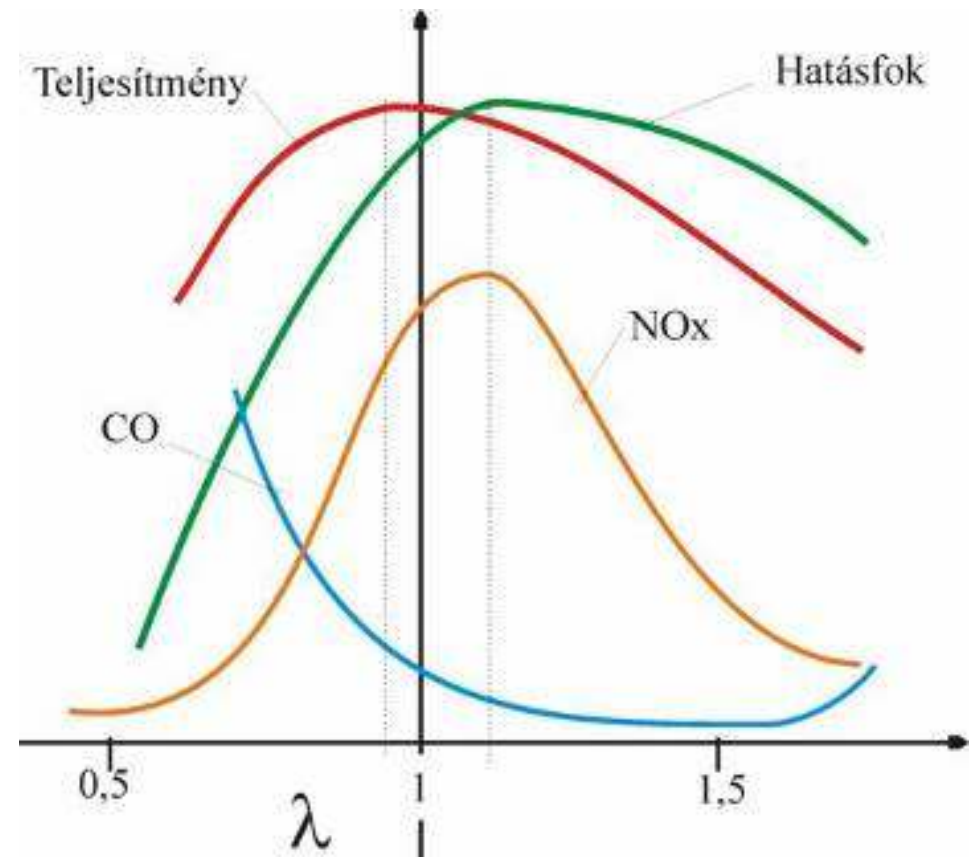
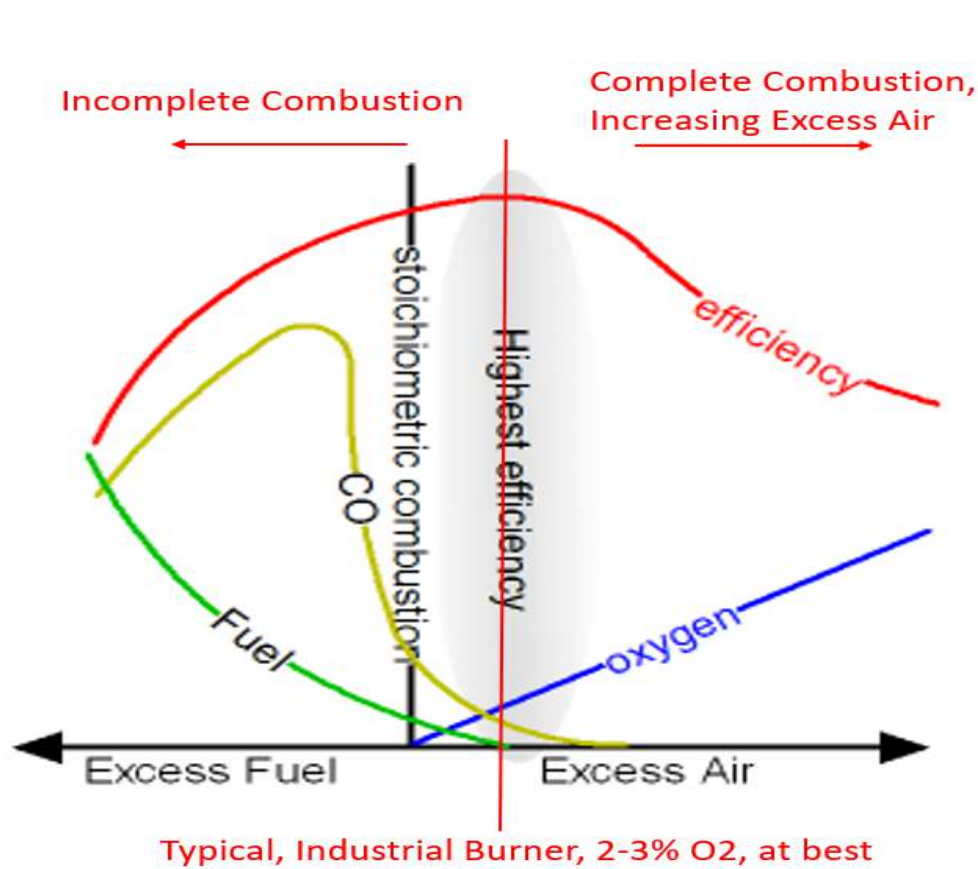
Hatékonyság



Környezeti tudatosság

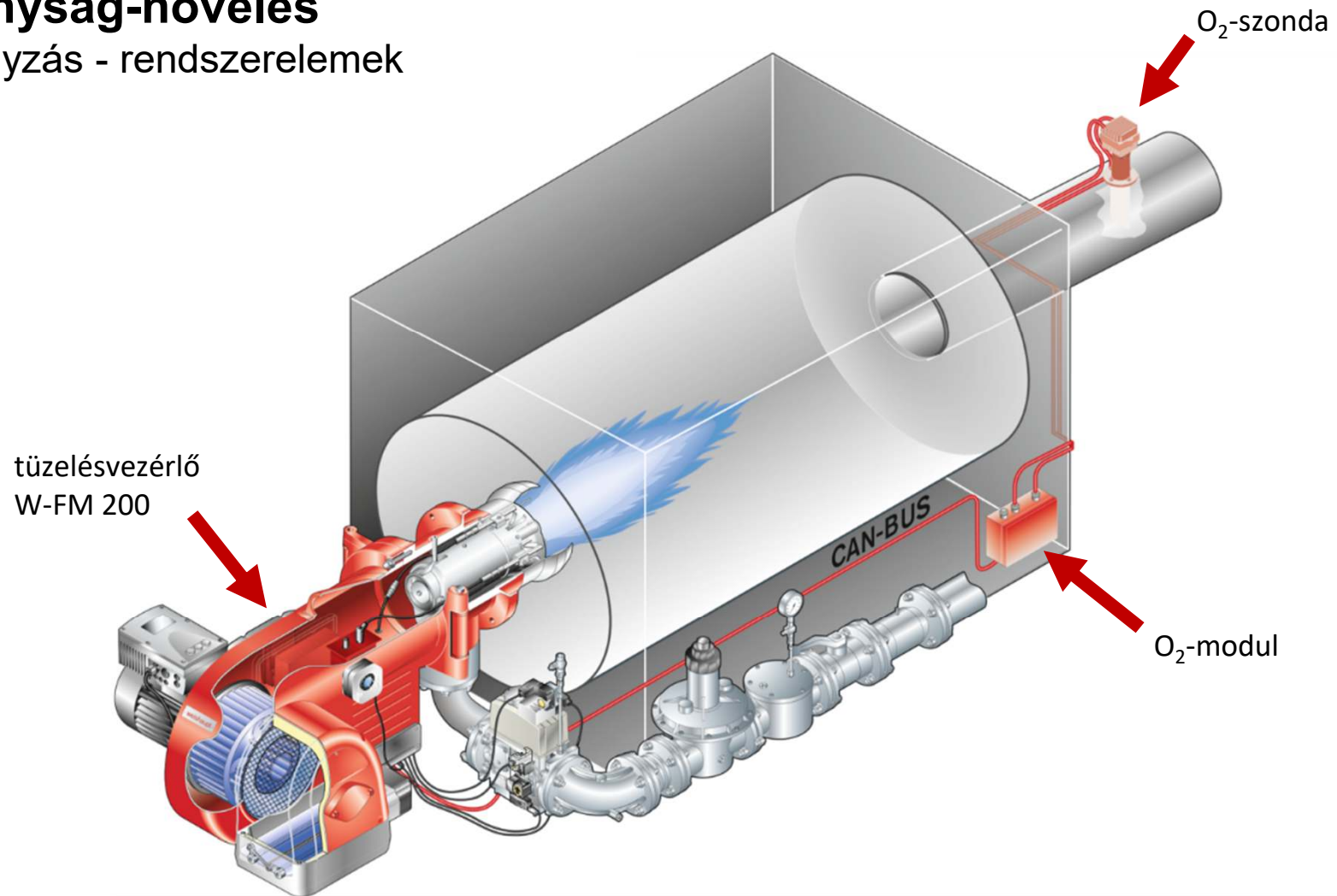


Hatékonyág – tüzeléstechnika, önfogyasztás, beruházás

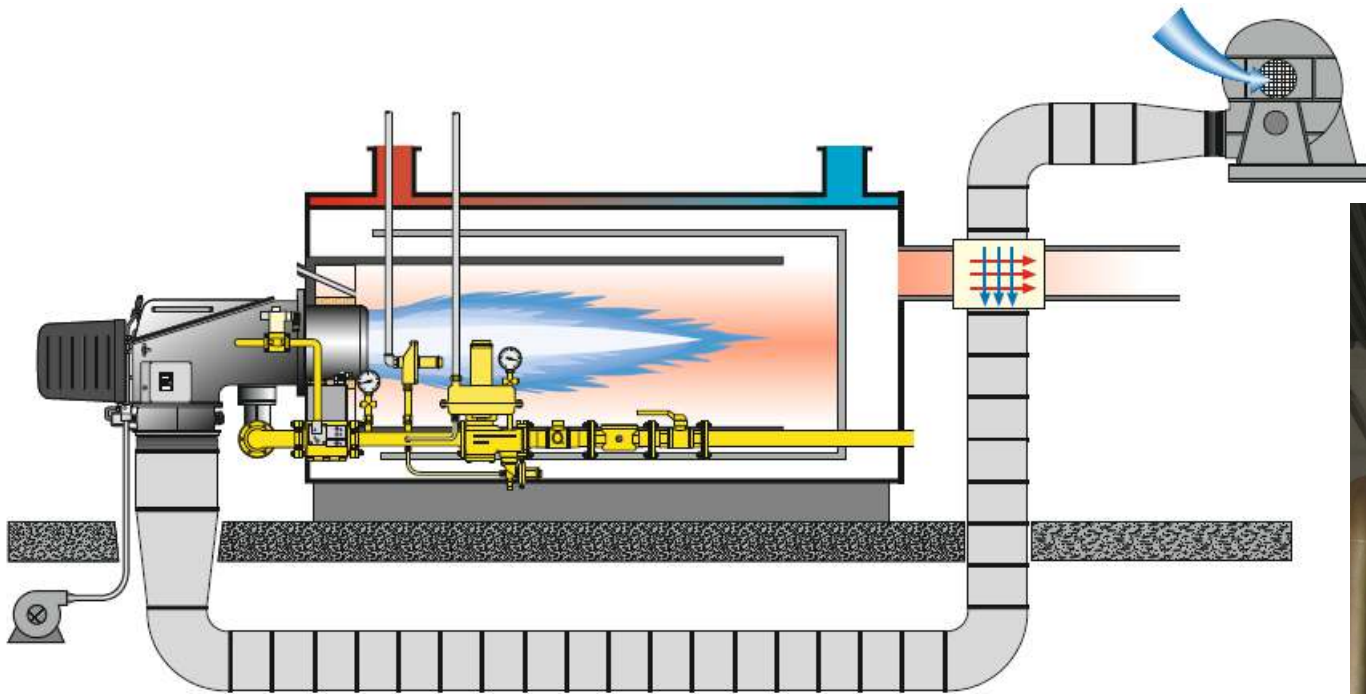


Hatékonyság-növelés

O₂-szabályzás - rendszerelemek



Hatékony-ság-növelés Égéslevegő előmelegítése



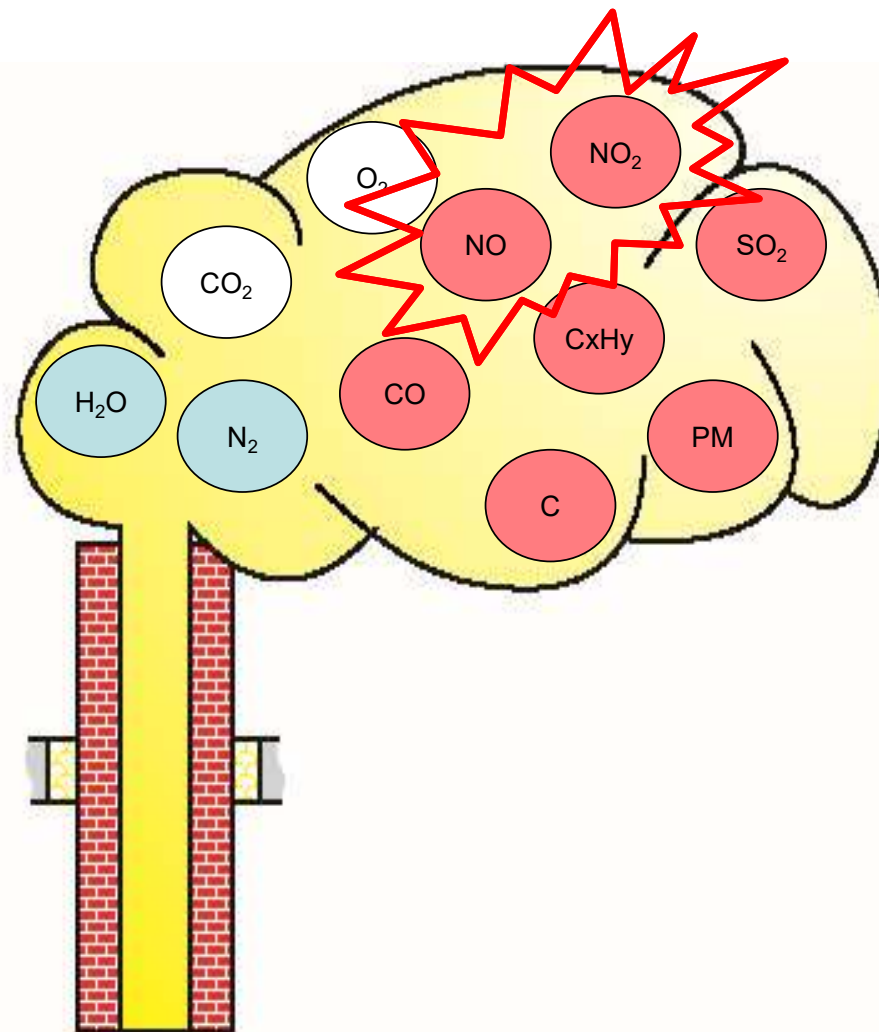
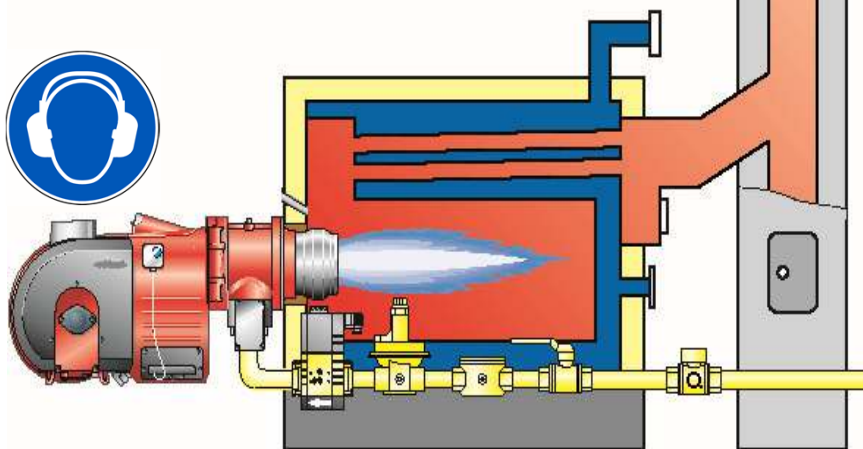
Tüzelőberendezések emissziói

1. „legjobb hatékonyság“ emissziók

2. „tiszta“ emissziók

3. „káros“ emissziók

4. „zaj“ emissziók



NO_x határértékek

Változnak a határértékek – Kína
(földgáz H)

- < 150 mg/m³_n
- < 80 mg/m³_n
- < 30 mg/m³_n



NO_x határértékek

Változnak a határértékek – Észak-Amerika
(földgáz H)



Magyarországon érvényes NOx határértékek földgáz tüzelés esetén

110/2013. (XII. 4.) VM rendelet

az **50 MW_{th}** és **annál nagyobb** teljes névleges bemenő hőteljesítményű tüzelőberendezések - **100 mg/Nm³**
(távhő: 2023. január 01-től)

53/2017. (X. 18.) FM rendelet a **140 kW_{th}** és **annál nagyobb, de 50 MW_{th}-nál kisebb** teljes névleges bemenő hőteljesítményű tüzelőberendezések

NOx határértékek mg/Nm ³	II.kategóriájú égők	II.kategóriájú égők	I.kategóriájú égők	I.kategóriájú égők	I.kategóriájú égők
	2018.12.20 előtt	2018.12.20 után	2018.12.20 után	2024.12.31 után	2029.12.31 után
>5MW	350	100	350	200	200
1...5 MW	350	100	350	350	250
<1MW	350	250	350	350	350

ErP - 2014/314/EU (max 400 kW): ~60 mg/Nm³ NOx a füstgázban

NO_x molekulák kialakulása földgáz tüzelésnél, kazánok tűzterében

1. **Termikus** (Zeldovics féle) NO képződés

- az **égési levegővel bejutó** nagy mennyiségű N₂ **magas hőmérsékleten** oxidálódhat
- bármilyen járatos tüzelőanyagnál lejátszódhat
- több féle módon csökkenthető

2. **Prompt** NO képződés (Fenimore)

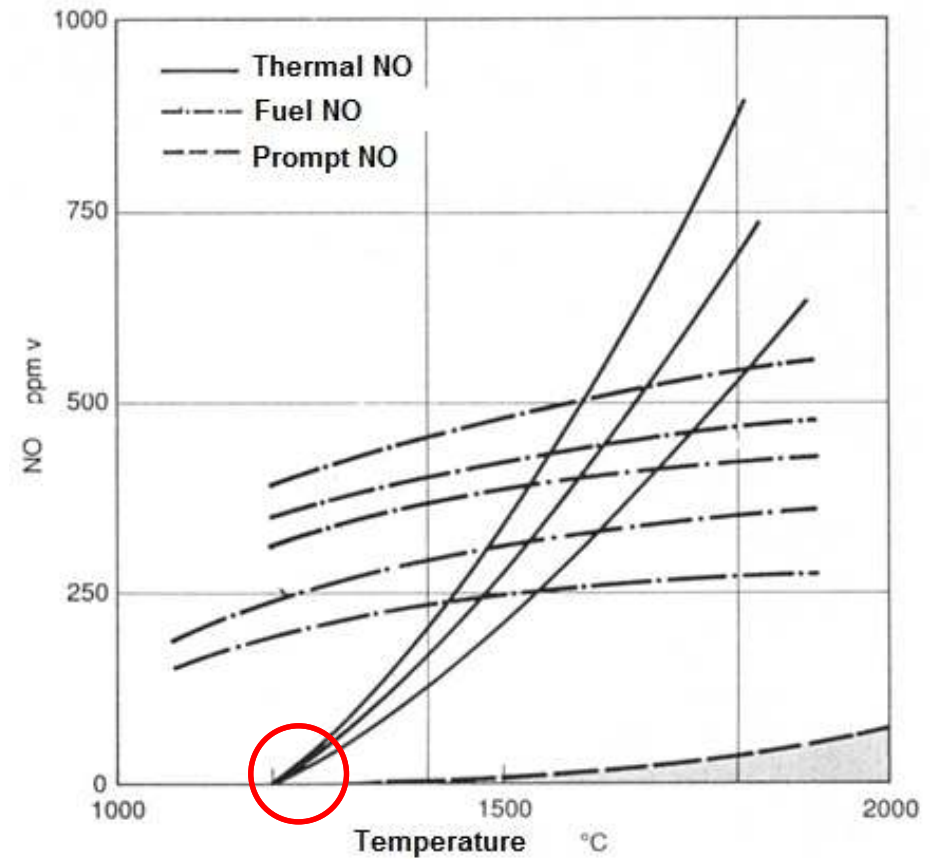
- **tüzelőanyagban gazdag keverékben** játszódik le, ahol elegendő CH radikál van jelen
- a CH (metin gyök) a nitrogénnel hidrogén cianidot (HCN) alkot, ami több lépésen keresztül NO-vá alakul át
- a **reakcióidő** nagyságrendekkel nagyobb a turbulens keveredés idejénél, ezért a tartózkodási időnek nincs jelentősége
- csekély mennyiségű az NO képződés, ezért csak **Ultra-LowNO_x égők**nél ad feladatot

NO termikus képződése



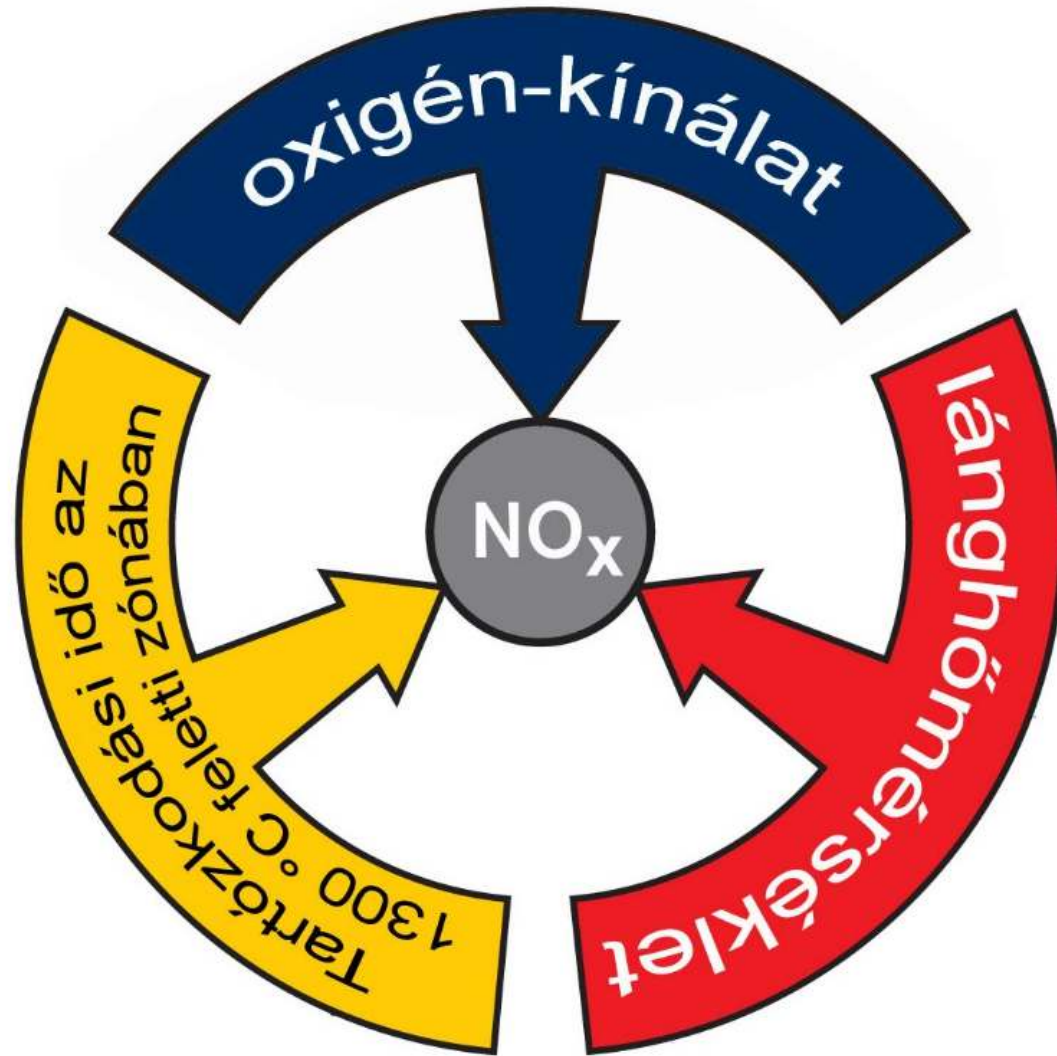
Jakov Boriszovics Zeldovics 1939-ben írta le

- (1) $O+N_2=NO+N$ - nagyon magas aktiválási energia
- (2) $N+O_2=NO+O$
- (3) $N+OH=NO+H$



Emissziók

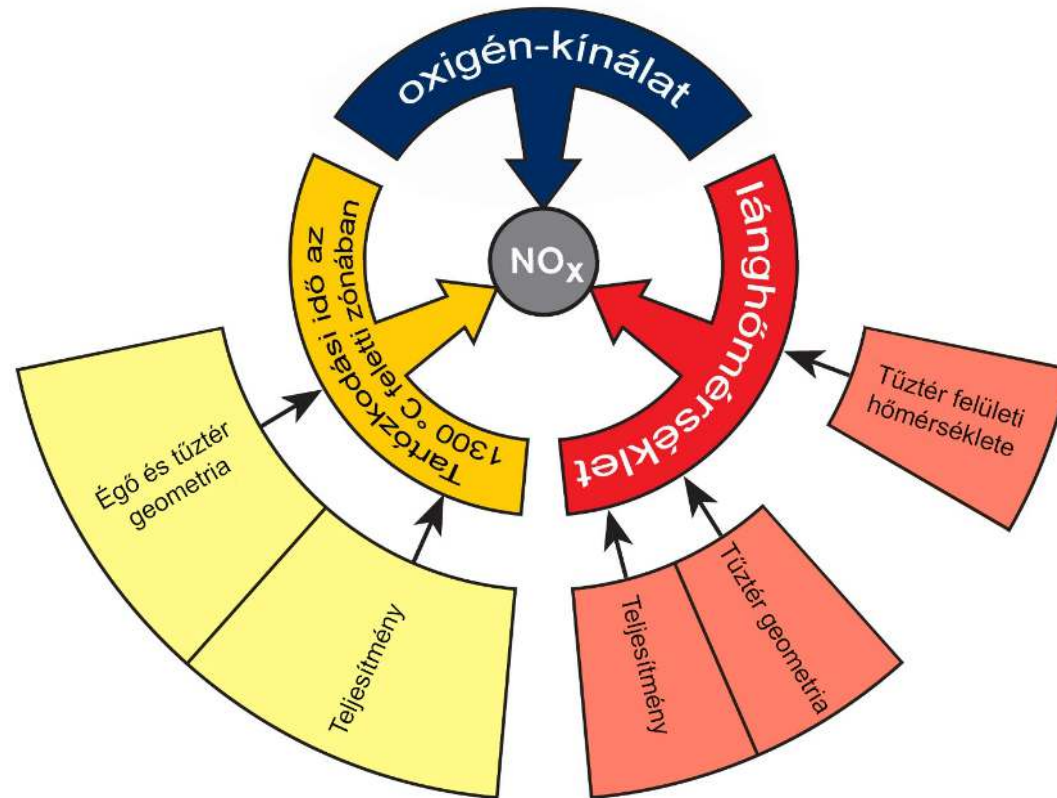
Mitől függ a termikus NO_x ?



Emissziók

Mitől függ a termikus NO_x ?

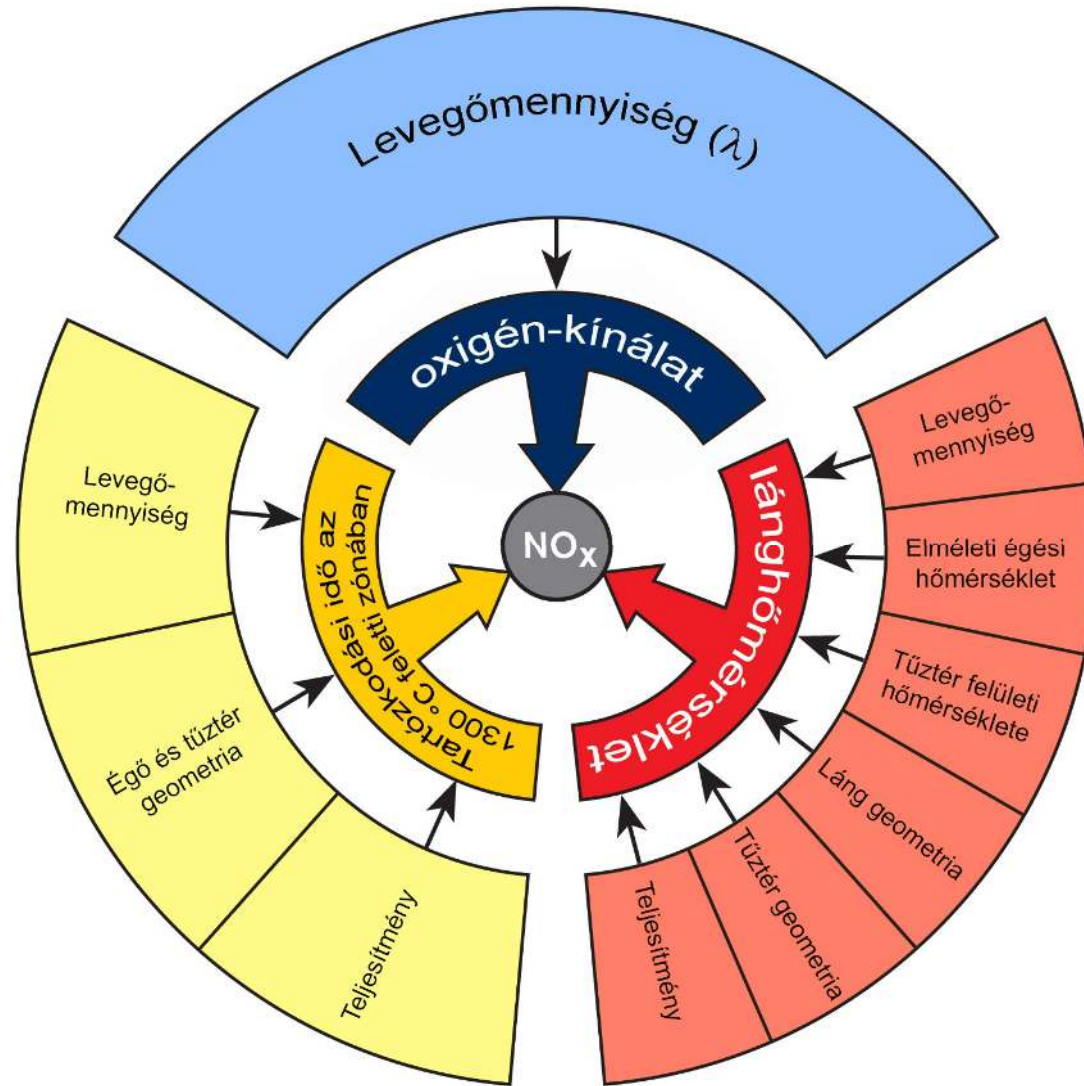
Faktor:
kazán konstrukciója



Emissziók

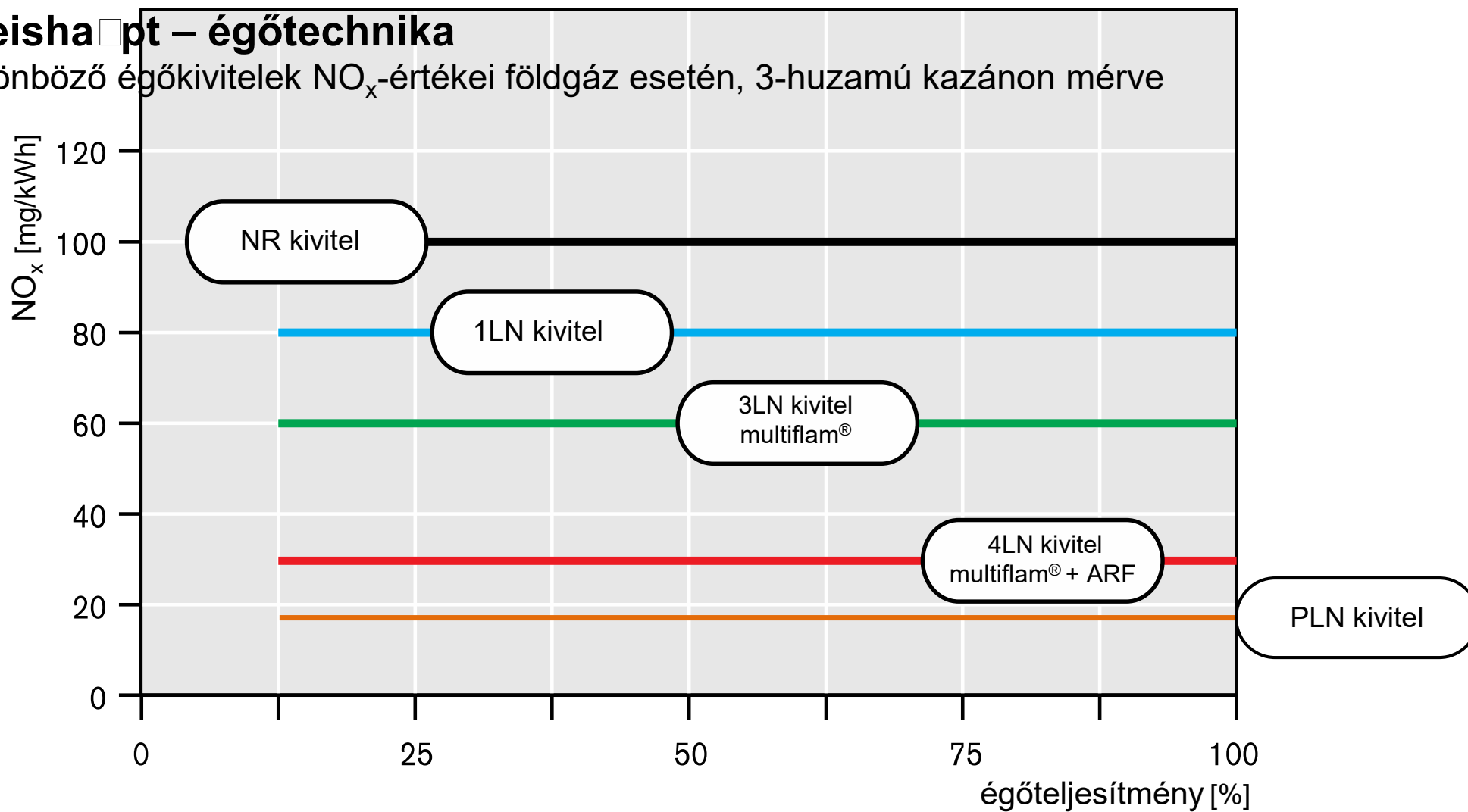
Mitől függ a termikus NO_x ?

Faktor:
kazán konstrukciója
+
égő konstrukciója

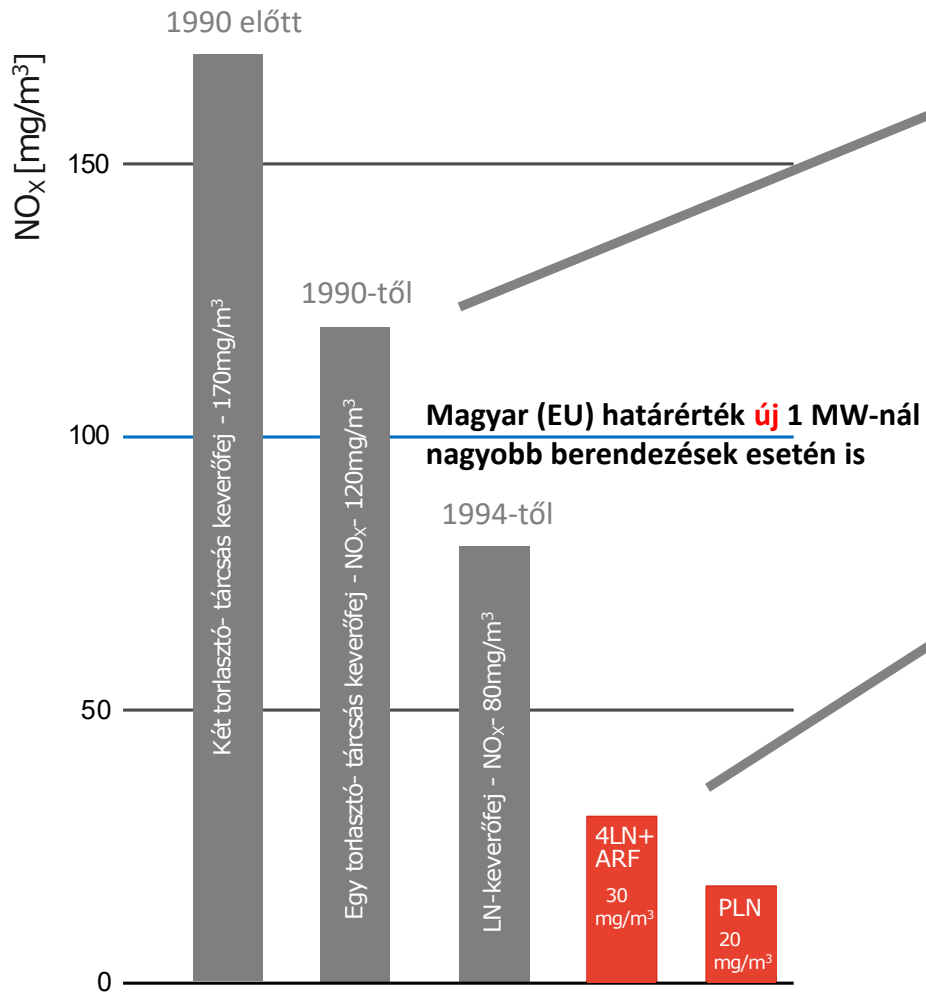


Weishaupt – égőtechnika

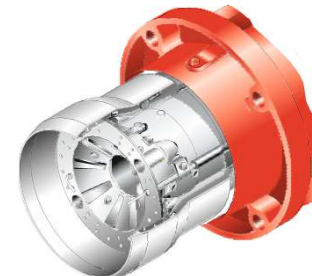
különböző égőkivitelek NO_x-értékei földgáz esetén, 3-huzamú kazánon mérve



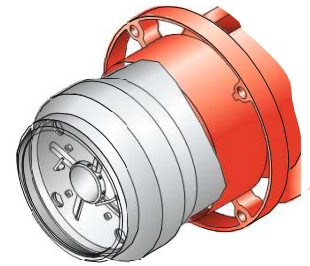
NO_x – értékek áttekintése



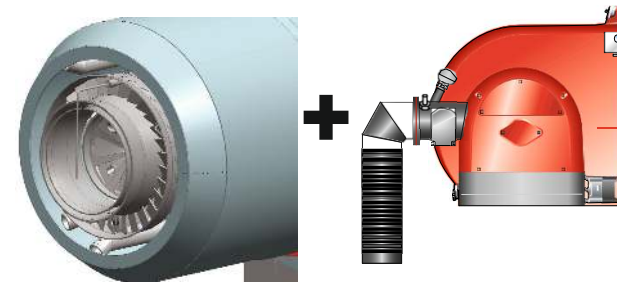
Két torlasztó-tárcsás keverőfej
NO_x: 170 mg/m³



Egy torlasztó-tárcsás keverőfej
NO_x: 120 mg/m³



LN-keverőfej
NO_x: 80 mg/m³

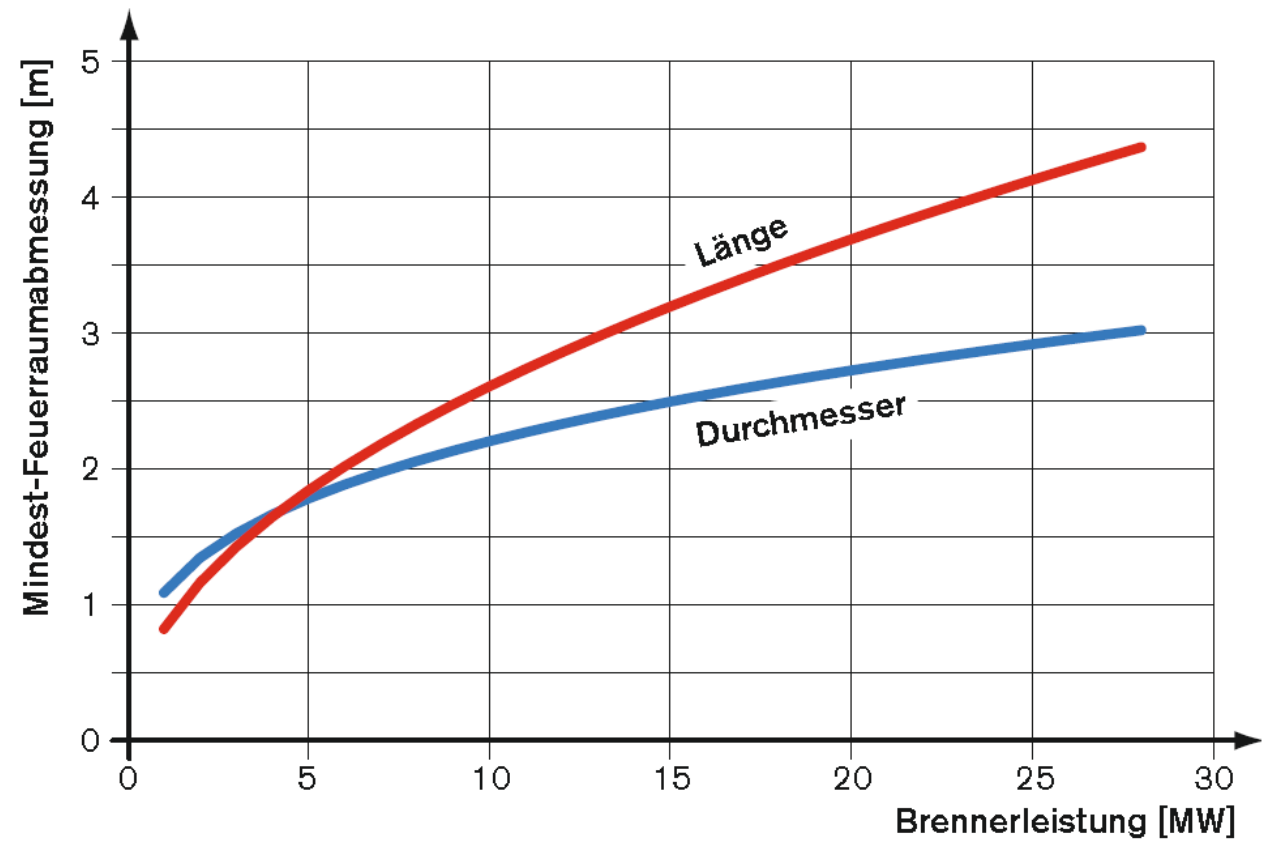
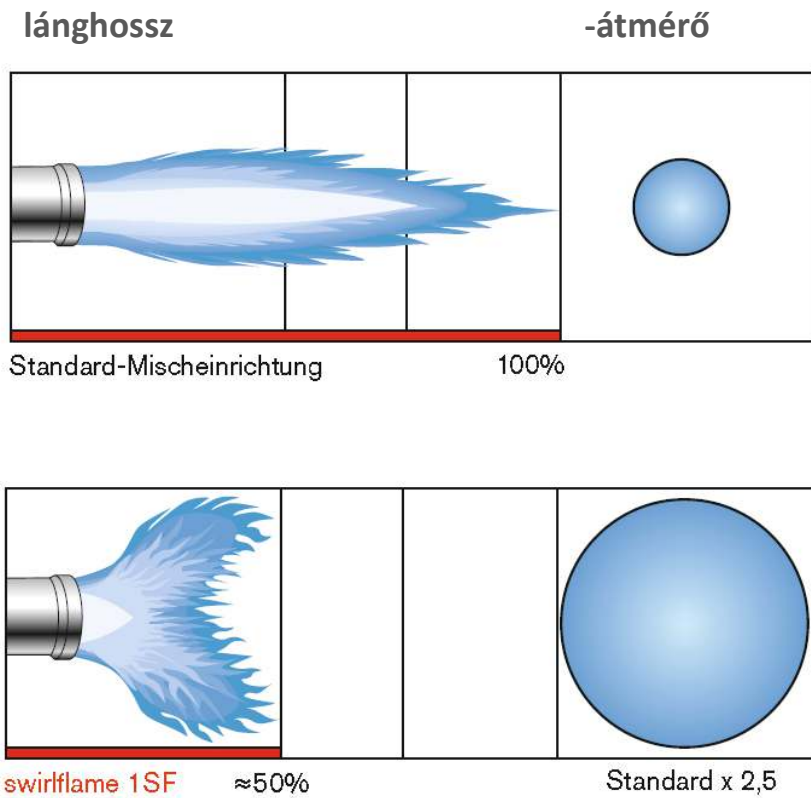


4LN + ARF
NO_x: 30 mg/m³



PLN
NO_x: 20 mg/m³

SF rendszer: lángalak és minimális tűztér méretek

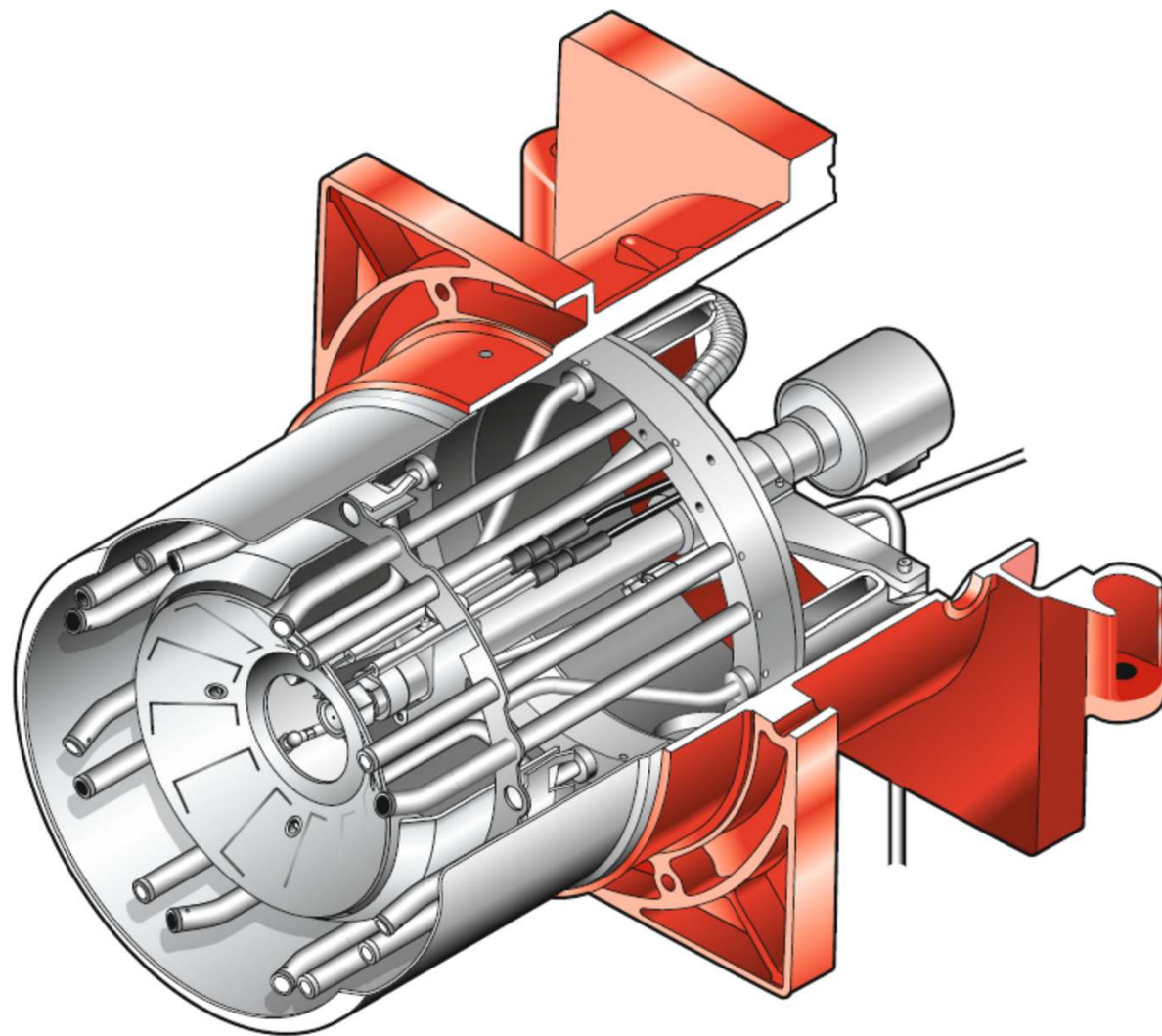


NR keverőfej gáz- és olajtüzeléshez

Tüzelőanyag-felosztás NR égőknél

A hőmérséklet csökkentése a lánggyökérben

- A középről kívülré definiált tüzelőanyag-elosztással elkerülhető a forró ($> 1300\text{ °C}$) lánggyökér
- A kiegészítő recirkuláció gondoskodik a fűtőgázok után égetéséről
- NO_x kb. $100\text{-}120\text{ mg/nm}^3$



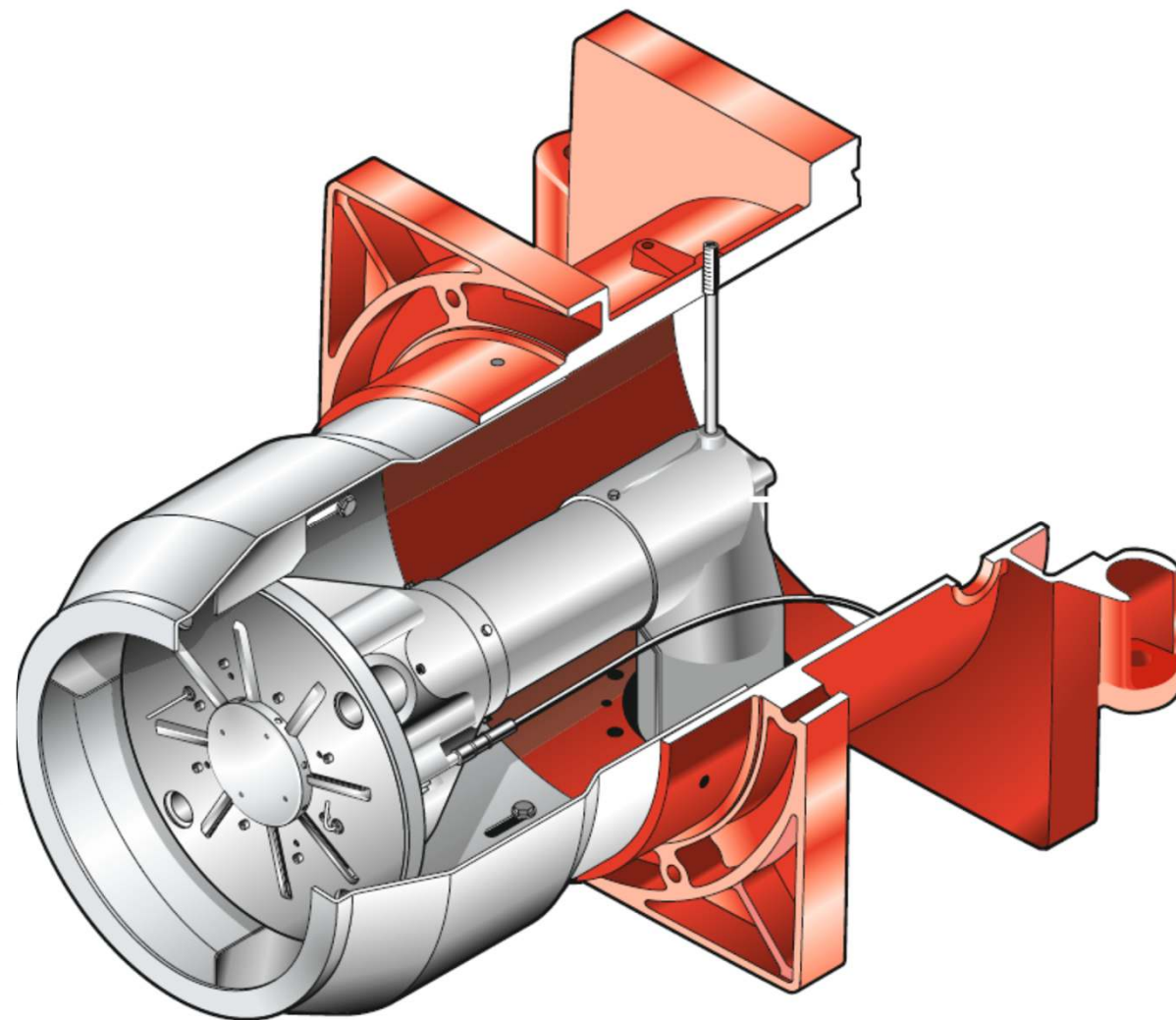
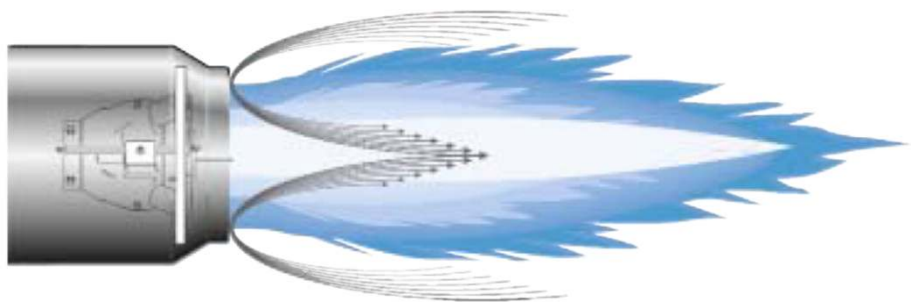
RGL 70/3-A NR (Gas NO_x reduziert)

LN keverőfej gáztüzeléshez

Recirkuláció LN égőknél

A tartózkodási idő csökkentése

- A recirkuláció növeli az égésben résztvevő gázok sebességét. A nitrogén és az oxigén gyorsabban távoznak a forró reakciózónából.
- $\text{NO}_x < 80 \text{ mg/nm}^3$
- Csak gáz halmazállapotú tüzelőanyagnál

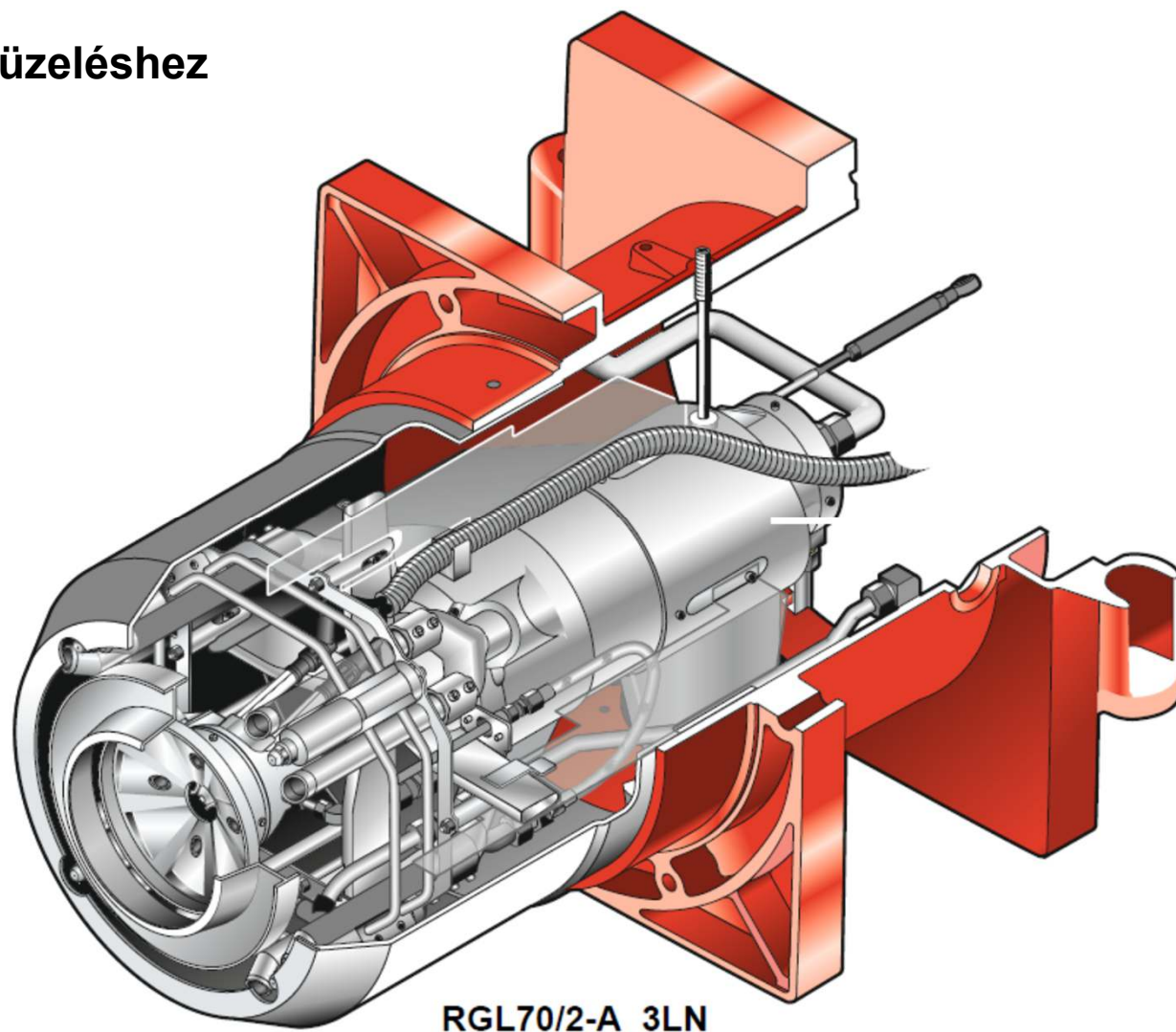
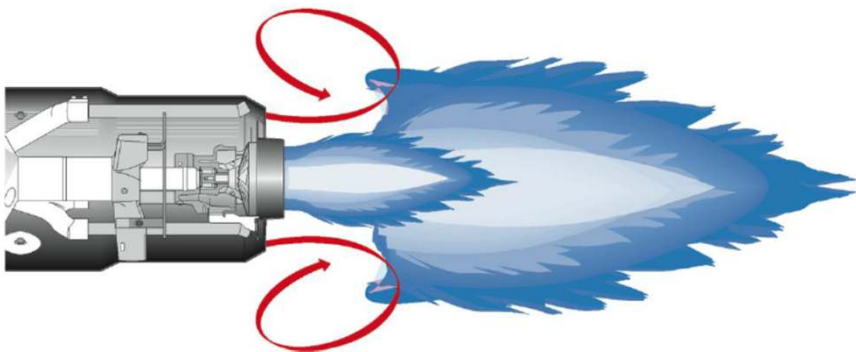


3LN (multiflam®) keverőfej gáz- és olajtüzeléshez

Tüzelőanyag-felosztás és recirkuláció multiflam® 3LN égőnél

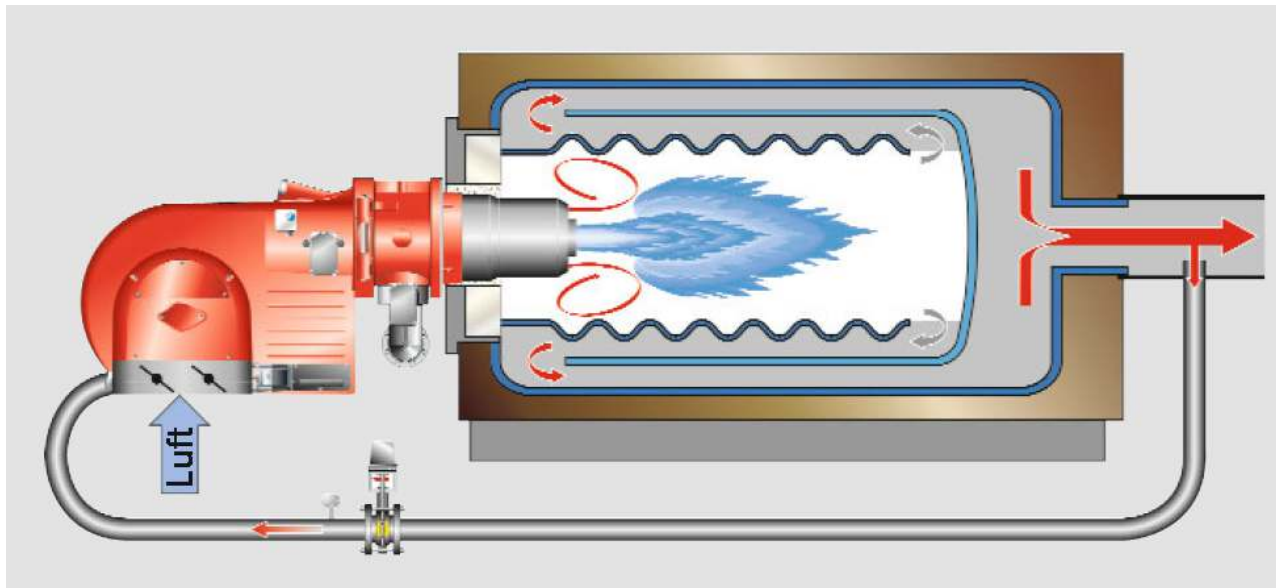
A hőmérsékletnek a lánggyökérben való csökkentése „hűvösebb“ lángot eredményez és ezzel az NO_x-kibocsátási értékek csökkenését.

- A tüzelőanyag-felosztás speciális konstrukciója egy primer és egy szekunder lángot hoz létre.
- A primer láng gondoskodik a lángstabilitásról és a szekunder láng kialakulásáról.
- NO_x <60 ill. 120 mg/nm³
- Gáz- és olaj-tüzelőanyaghoz is



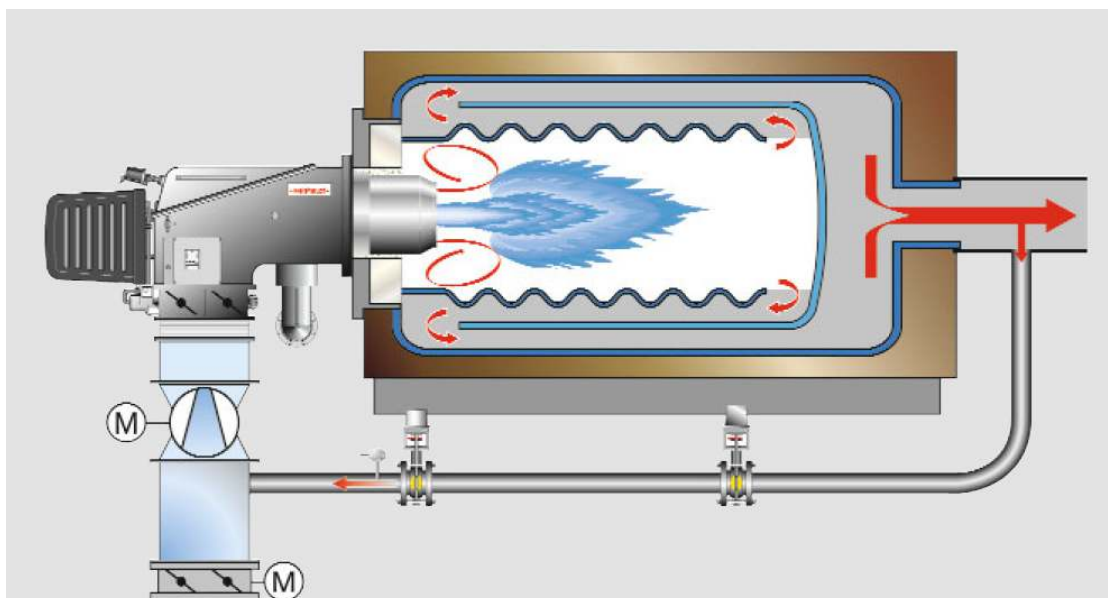
RGL70/2-A 3LN

4LN rendszer: multiflam[®] monoblokk égők egyszerűsített füstgáz visszavezetéssel



WM 10 ... 50 égősorozathoz

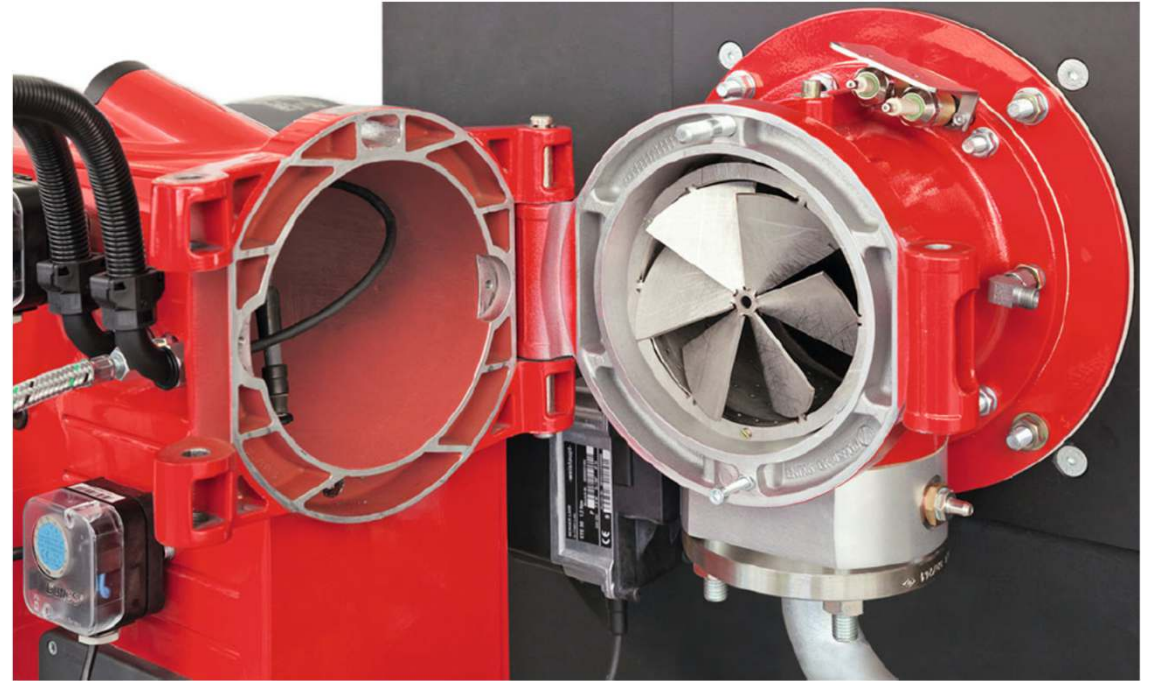
4LN rendszer: multiflam[®] duoblokk égők egyszerűsített füstgáz visszavezetéssel



WK d□oblokk égőcsaládhoz is alkalmazható:
„Mixing-Box” kerül a ventilátor légbeszívója elé,
és a levegő csappantyú megduplázódik



PLN rendszer: a „kondenzációs kazánok” Ultra-LowNO_x égőí

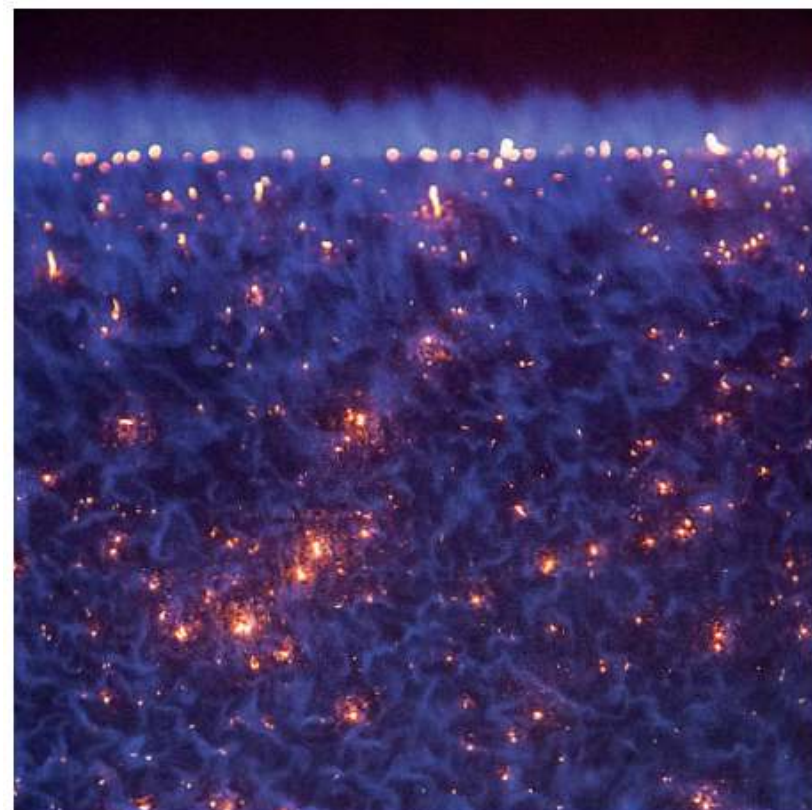
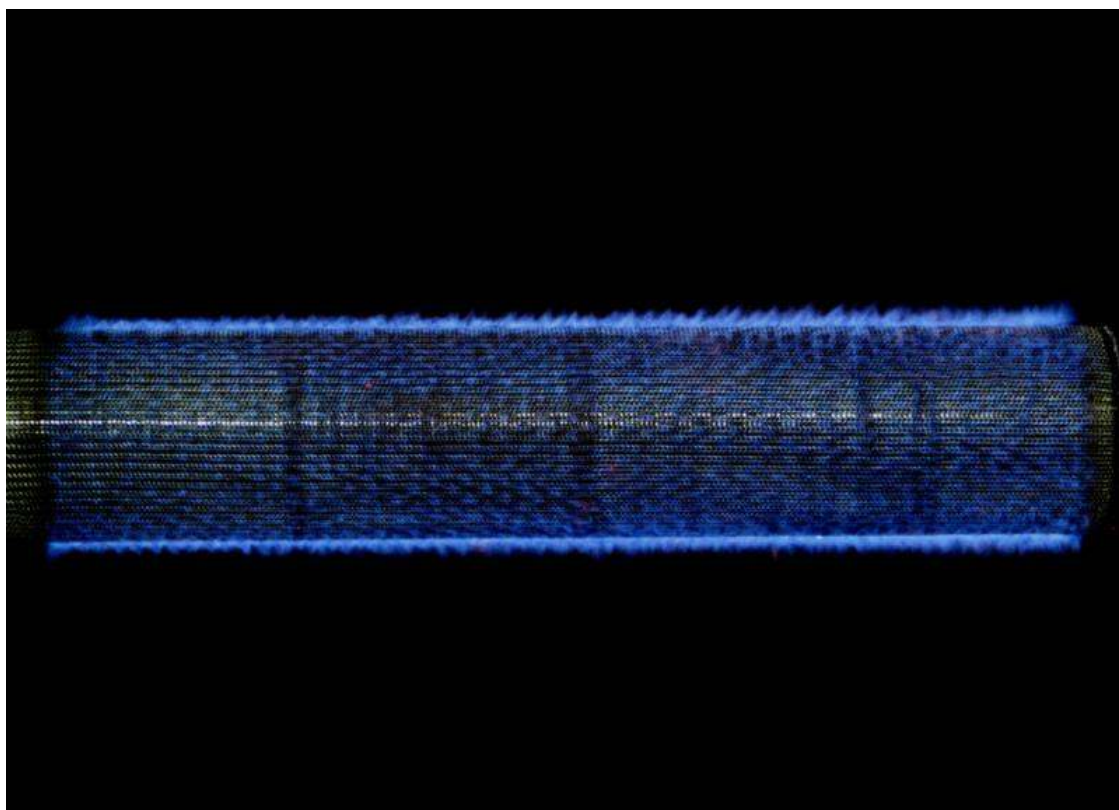


Miért?

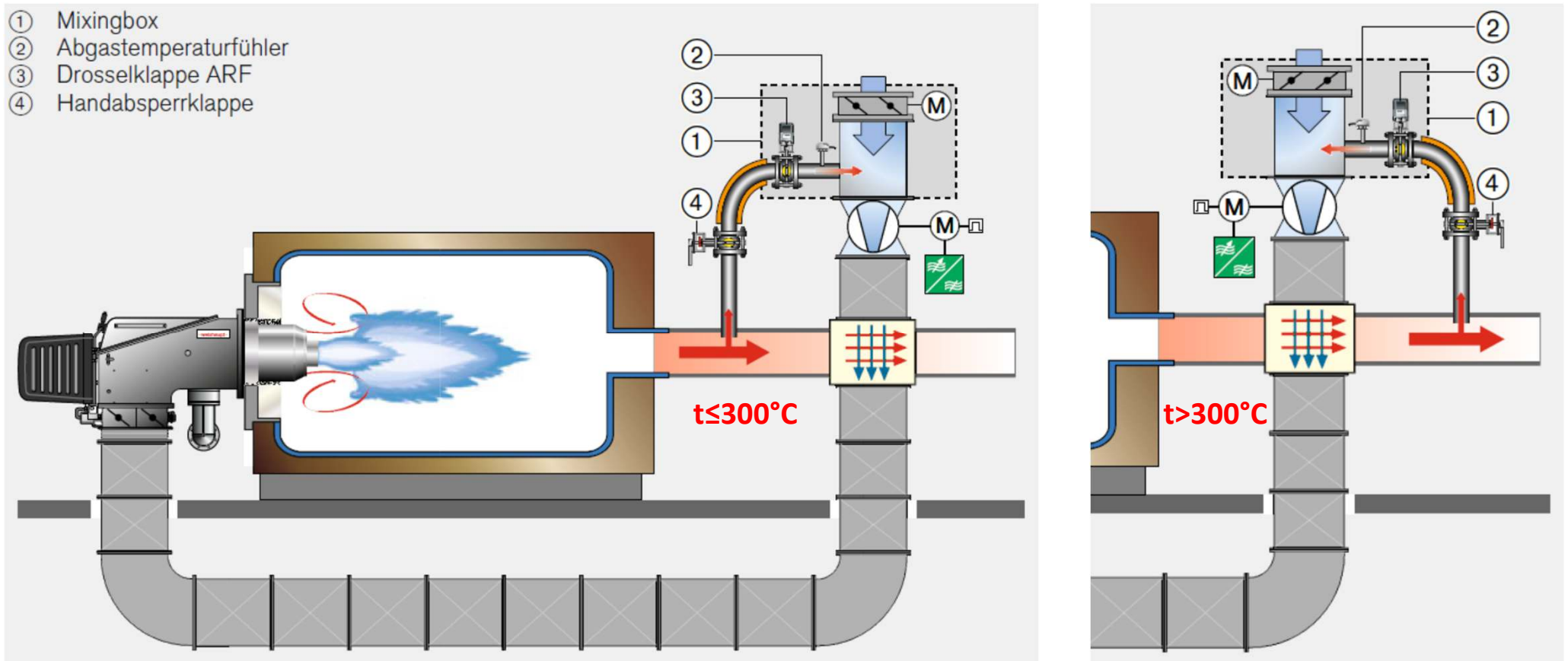
Szigorodó piaci követelmények:

- NO_x-emisszió határértékek (Ultra-Low-NO_x)
- <10 ppm NO_x zsáktűzterű és 3-huzamú-kazánoknál is
- füstgázzajok, ca. minusz 10-15 dB(A)
- sokrétű alkalmazhatóság – kis tűzterek esetén is
- drasztikus NO_x csökkentés egyszerűen – égőcsere

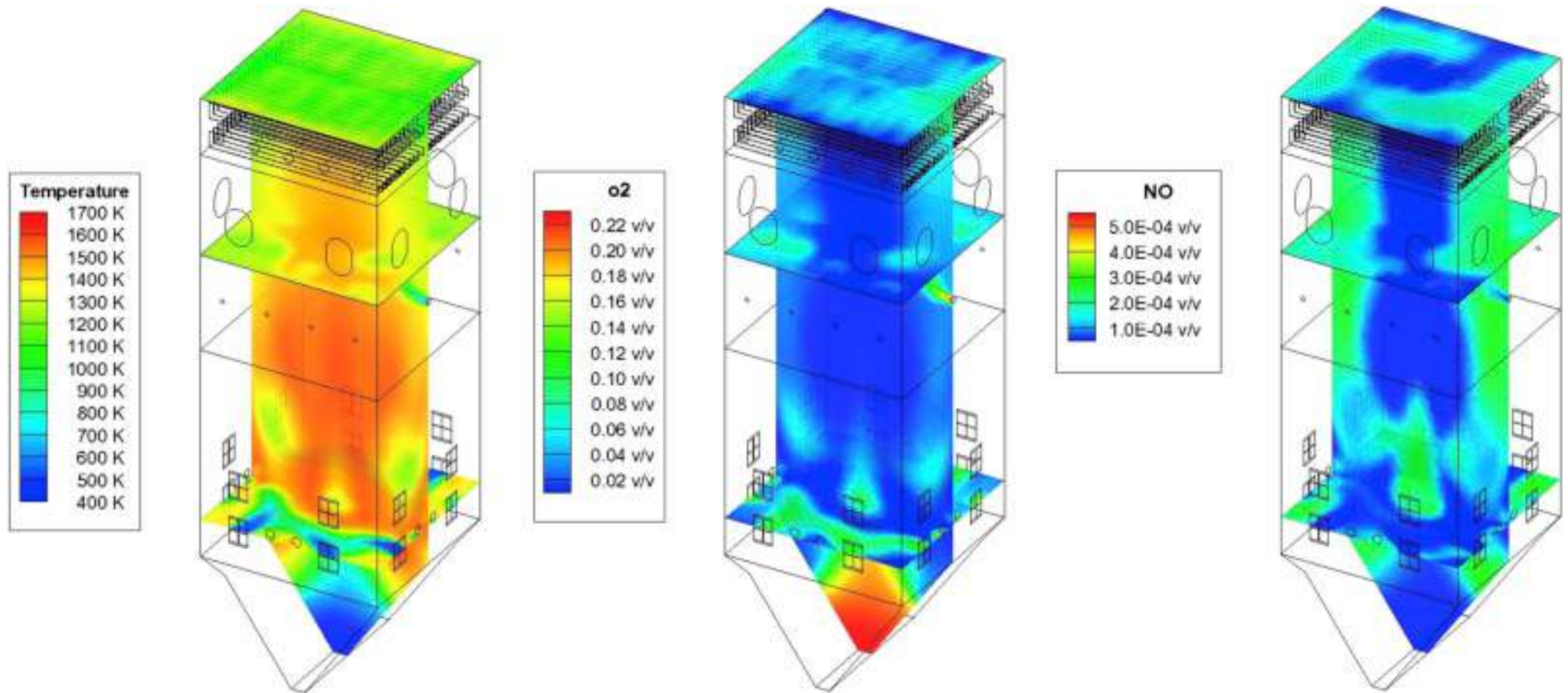
PLN rendszer: lángkép



ZMH + ARF: füstgáz visszavezetés és égési levegő előmelegítés



NO_x emisszió számítás: NO termelődés modellezése végeselem módszerrel



Megtérülés számítás

W égő hatékonyságszámítás


égő hatékonyságszámítás -weishaupt-

deutsch
english
français
magyar

25 weishaupt
1991-2016

Version 3.0.0.10

NOx emisszió számítás:

Result 

Delete Calculate Print

Burner selection with compliant emissions

Burner type/version	Oil – NOx in mg/m ³ at 3% O ₂	Gas – NOx in mg/m ³ at 3% O ₂
WKMONO-G80/1-A ZM-3LN	-	76
G70/2-A ZM-LN	-	97
G70/2-A 3LN	-	76
G70/2-A 3LN (55HZ)	-	76
WKG70/1-B 3LN	-	76
WKG70/2-A ZM-1LN	-	97

Jó eredmények:

NOx emisszió számítás:

Burner selection with slightly exceeded NOx values

Burner type/version	Oil – NOx in mg/m ³ at 3% O ₂	Gas – NOx in mg/m ³ at 3% O ₂
WM-G50/2-A ZM-NR	-	101
WKMONO-G80/1-A ZM-NR	-	101

Majdnem jó eredmények:

Megtérülés számítás

berendezés adatok

kazánrendszer	gőz (telített gőz)	
gőzteljesítmény	10	t/h
gőznyomás	9	bar
telített gőz hőmérséklete	176	°C
névl. hőteljesítmény	6548	kW
min. hőteljesítmény	400	kW
kazánhatásfok (névl. terh)*	93	%
készletléti hőveszteség	-	kW
készletléti hőveszteség	0,5	%
tűztérelenállás	12	mbar
füstgázoldali ellenállás	0	mbar
felállítási magasság tengerszint felett	100	m
környezeti hőmérséklet	20	°C

*A kazánhatásfok vonatkoztatása fűtőértékre történt.

üzem/terhelés profil

időtartam / év	h
kikapcsolva	260
10%	0
20%	0
30%	100
40%	400
50%	500
60%	1000
70%	1000
80%	4000
90%	1000
100%	500

égőadatok

égőtípus (új)	G70/2-A 3LN	
beszívott levegő hőm.	20	°C
szívási nyom. veszt.	-	mbar
tűzanyag	E földgáz	10,24 kWh/m ³
teljesítménytartomány	900 - 9100	kW
üzemmód	modulációs	
szabályozási tartomány	1:7,3	

megtakarítás

égőfelszereltség	modulációs
fordszám-szab.	igen
O ₂ -szabályzás	igen

energia-adatok

(új)		
tüza. ára E földgáz	0,30	€/m ³
áramköltség	0,081	€/kWh
priménergiatény. (áramtermelés)	0,67	kg/kWh

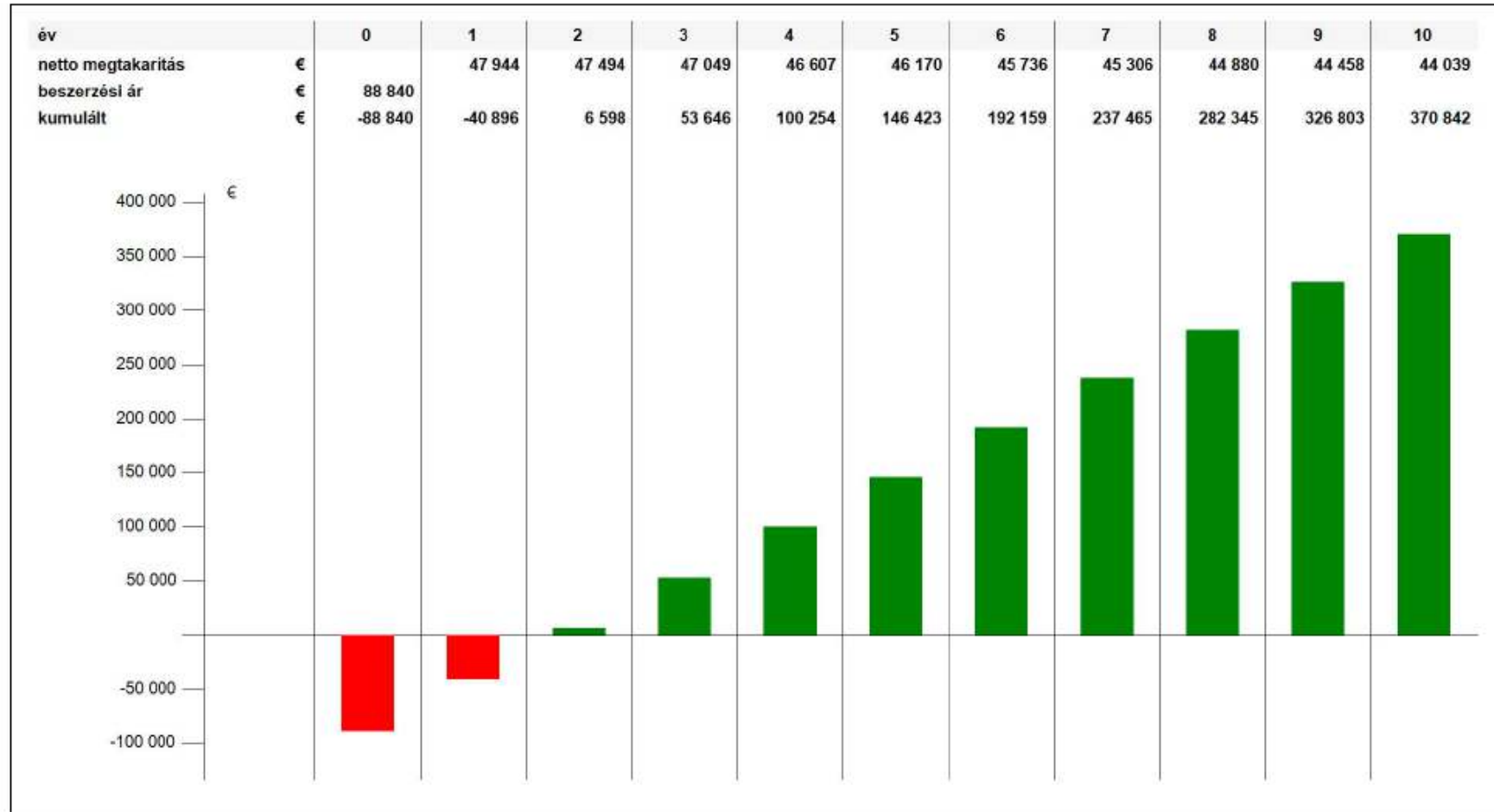
égő- és szervizktsg

égő ktsg	88 840,00	€
kieg. berendezések ára	0,00	€
szerviz ktsg	200,00	€/a
számítási időszak	10,00	év

finanszírozási ktsg

alapkamat (finanszírozás)	5,00	%
tüza. áremelkedés/év	4,00	%
áram áremelkedés/év	4,00	%
szerviz áremelkedés/év	0,00	%

Megtérülés számítás





Köszönöm megtisztelő figyelmüket