



AIRMON Levegőszennyezés Monitoring Kft.

1112 Budapest, Repülőtéri út 6. 27. épület

Tel: 30-257-5156 E-mail: airmon@airmon.hu

A NAH által NAH-1-1795/2021 számon akkreditált vizsgálólaboratórium.

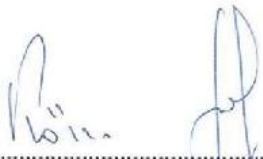
VIZSGÁLATI JEGYZŐKÖNYV

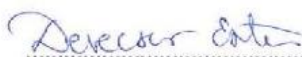
**Helyszín: APOLLO TYRES (HUNGARY) KFT.
GYÖNGYÖSHALÁSZ**

**Téma: GŐZKAZÁNOK LEVEGŐSZENNYEZÉSÉNEK
VIZSGÁLATA**

A vizsgálati jegyzőkönyv száma: 12/2023

Kiadás dátuma: 2023.02.07.


.....
Dr. Kőmíves József
nyug. egyetemi docens
műszaki vezető


.....
Devecser Eszter
okl. vegyészmérnök
laboratórium vezető

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	2
1.1. A VIZSGÁLATI JEGYZŐKÖNYV TÁRGYA, ELŐZMÉNYEK	2
1.2. A VIZSGÁLT TELEPHELY ADATAI	2
1.3. A VIZSGÁLAT IDŐPONTJA	2
1.4. A VIZSGÁLT TELEPHELY KÉPVISELŐJE	2
1.5. A VIZSGÁLATBAN RÉSZT VETTEK	2
2. GŐZKAZÁNOK KIBOCSÁTÁSÁNAK VIZSGÁLATA	3
2.1. A VIZSGÁLT TECHNOLÓGIA ISMERTETÉSE	3
2.2. A MINTAVÉTELI-MÉRÉSI HELYEK LEÍRÁSA	4
2.3. MÉRÉSI EREDMÉNYEK	5
3 JOGSZABÁLYI MEGFELELÉS VIZSGÁLATA	8
4. ALKALMAZOTT MÓDSZEREK ÉS KÉSZÜLÉKEK	9
4.1. SZERVETLEN GÁZKOMPONENSEK FOLYAMATOS MEGHATÁROZÁSA	9
4.2. A FÜSTGÁZ TÉRFOGATÁRAMÁNAK MEGHATÁROZÁSA SZÁMÍTÁSSAL	10
4.3. A KÖRNYEZETI LEVEGŐ ÁLLAPOTJELLEMZŐINEK MEGHATÁROZÁSA	11

MELLÉKLETEK

1. **melléklet:** A füstgáz jellemzők időbeli alakulása

1. BEVEZETÉS

1.1. A vizsgálati jegyzőkönyv tárgya, előzmények

Az Apollo Tyres (Hungary) Kft. telephelyén 3 db BOSCH gőzkazán található, melyek füstgázainak elvezetése 3 különálló, azonban ugyanazon 45 m magas kéménytestben történik. A vállalat a kazánok vezérlőrendszerébe egy új relés korlátozó egységet telepített, ami garantálja, hogy egyidejűleg maximum 2 kazán tud üzemelni. A relés korlátozó rendszer alkalmazásával a vállalat a környezetvédelmi hatóságtól egy új levegőtisztaság-védelmi engedélyt kérelmezett, melyben az 53/2017. (X. 18.) FM rendelet 3.§ szerinti összesítési szabály alkalmazásával a korábbi három pontforrás (P1, P2, P3) helyett a kazánok (egyidejűleg maximum 2 kazán) kibocsátását egy pontforrásnak (P67 pontforrás) kell tekinteni.

Az Apollo Tyres (Hungary) Kft. megbízása alapján feladatunk volt a cég gyöngyöshalászi telephelyén található 3 db BOSCH gyártmányú gőzkazán közül 2 db kazán egyidejű működése során a légszennyező anyag kibocsátás méréssel történő meghatározása, az alábbiak szerint:

- P67 Gőzkazánok kéménye (CO, NO_x, O₂, CO₂,)

A mérési eredmények a vizsgált tüzeléstechnikai berendezéseknek a vizsgálat ideje alatt érvényes jellemzőire vonatkoznak.

1.2. A vizsgált telephely adatai

A cég elnevezése: Apollo Tyres (Hungary) Kft.
 A vizsgált telephely címe: 3212 Gyöngyöshalász, Apollo út 106.
 Környezetvédelmi Ügyfél Jel: 103 336 930
 Környezetvédelmi Területi Jel: 102 509 440
 EOv koordináták: X: 264 142 Y: 718 156

1.3. A vizsgálat időpontja

Helyszíni mérések: 2023.02.02.

A mérések ideje alatt a vizsgált telephely szakemberei állították be és biztosították a mérendő üzemmenetet.

1.4. A vizsgált telephely képviselője

Májer Anita EHS Környezetmérnök e-mail: Anita.Majer@apolloytyres.com
 Mobil: +36-30-209-8467

1.5. A vizsgálatban részt vettek

Szántó Tamás (jegyzőkönyvet készítette) vegyészmérnök MSc, vizsgáló mérnök
 Éles Kristóf vegyésztechnikus

2. GŐZKAZÁNOK KIBOCSÁTÁSÁNAK VIZSGÁLATA

2.1. A vizsgált technológia ismertetése

Az üzem technológiai gőz ellátását összesen 3 db Bosch gyártmányú gőzkazán biztosítja. A füstgázok kazánonként két darab, sorba kapcsolt hőhasznosítón (ECO1, ECO2) áthaladva a kazánház tetején, a 45 m kibocsátási magasságú hőszigetelt kéményttestben található 3 különálló lemezkéményen keresztül (korábbi P1, P2, P3 pontforrás) távoznak a szabadba.

A vizsgált kazánok főbb műszaki jellemzői:

Kazán:

Gyártó:	Bosch Industriekessel GmbH
Típus:	UL-S 18 000
Gyártási szám:	1. kazán: 123286 / 2. kazán: 123287 / 3. kazán: 123288
Gyártási év:	2016
Gőzteljesítmény:	19 046 kg/h
Max. üzemi nyomás:	24,5 bar
Max. hőmérséklet:	225 °C
Űrtartalom:	31 200 liter

Égő:

Gyártó:	SAACKE GmbH
Típus:	GS 160a
Széria szám:	1. kazán: 03816168 / 2. kazán: 03816169 / 3. kazán: 03816170
Gyártási év:	2016
Névleges teljesítmény:	1,7 – 12,8 MW
Szabályozás:	automatikus

A kazánokhoz tartozó hőhasznosítók főbb jellemzői:

Hőhasznosítók:	ECO 1	ECO 2
Gyártó:	Bosch Industriekessel GmbH	Bosch Industriekessel GmbH
Típus:	ECO 1	ECO 6
Gyártási szám:	1. kazán: 1182844 2. kazán: 1182856 3. kazán: 1182846	1. kazán: 70000 1. 10/1 2. kazán: 70000 1. 10/3 3. kazán: 70000 1. 10/2
Gyártási év :	2016	2016
Max. üzemi nyomás:	31 bar	10 bar
Max. hőmérséklet:	238 °C	110 °C
Hőteljesítmény:	906 kW	526 kW
Térfogat:	333 liter	250 liter

Üzemviteli jellemzők a vizsgálat alatt

A vizsgálat során a 2. számú gőzkazán volt a vezérkazán, az 1. számú kazánt csak magasabb gőzigény esetén indította be az automatika. Az 1. számú kazán a vizsgálat alatt csak egyszer kapcsolt be 15 perc időtartamra. Üzemzavart, rendellenes működést a vizsgálat során nem tapasztaltunk.

A vizsgálat időtartamát jellemző átlagos üzemviteli adatok:

	1. kazán (08:40-08:55)	2. kazán
Kazánnomás:	17,5 bar	18,0 bar
Kazánszint:	59 %	59 %
Égő terhelés:	21 %	71 %
Gőzmennyiség:	1,5 t/h	8,0 – 10,0 t/h
Gőznyomás:	17,7 bar	17,5 bar
Tápvíz mennyisége:	2,7 m ³ /h	10,8 – 11,1 m ³ /h
Gázfogyasztás:	157 Nm ³ /h	581 Nm ³ /h
Hőmérsékletek:		
Füstgáz hőm. ECO1 előtt:	202 °C	230 °C
ECO1 után:	135 °C	101 - 111 °C
ECO2 után:	110 °C	76 - 80 °C
Víz hőm. ECO1 előtt:	122 °C	131 °C
ECO1 után:	175 °C	149 - 151 °C

A vizsgált gőzkazánok üzemvitelének egyenletessége az **1. melléklet** alapján vizsgálható, ahol a mért légszennyező anyag koncentrációk mellett ábrázoltuk a füstgázok oxigén és szén-dioxid koncentrációját, valamint hőmérsékletét is.

2.2. A mintavételi-mérési helyek leírása

A mintavételek mindkét kazán esetében a kazánház tetején, 16 méteres magasságában, a közös hőszigetelt kéménytesten található mintavételi csomópontokon keresztül történtek.

A mintavételi-mérési hely jellemzői:

Mintavételi hely:	1. és 2. kazán
Kürtő méret [m]:	Ø 1,000
Keresztmetszet [m ²]:	0,785

A gázminta vétele a folyamatosan mért komponensek (CO, NO_x, O₂, CO₂) meghatározásához a mérési szelvények középpontjából történt. Ugyanott helyezkedett el a hőmérséklet regisztrálására szolgáló termoelem is.

2.3. Mérési eredmények

A koncentrációkat a jegyzőkönyvben végig fizikai normál állapotú (273,15 K és 101,3 kPa), száraz füstgázra vonatkoztatva adtuk meg és elvégeztük a 3 % oxigéntartalomra történő átszámítást is, az 53/2017. (X.18.) FM rendelet 5.§ (1) pontja szerint.

Folyamatosan mért komponensek meghatározása

A folyamatosan regisztrált füstgáz jellemzők (CO, NO_x, O₂ és CO₂ valamint a hőmérséklet) időbeli alakulása az **1. melléklet** diagramjain láthatóak, a 30 perces átlagokat az alábbi táblázatokban foglaltuk össze. Az 1. számú kazán a vizsgálat során mindössze egyszer kapcsolt be 15 perc időtartamra.

Átlagos koncentráció és hőmérséklet adatok:

1. kazán

A mérés ideje	O ₂ konc. % v/v	CO ₂ konc. % v/v	Hőm. °C	CO konc., mg/Nm ³		NO _x konc., mg/Nm ³	
				mért	3 % O ₂ -re számolva	mért	3 % O ₂ -re számolva
08:40-08:55	5,74	8,66	85	3,6	4,2	52,9	62,4

2. kazán

A mérés ideje	O ₂ konc. % v/v	CO ₂ konc. % v/v	Hőm. °C	CO konc., mg/Nm ³		NO _x konc., mg/Nm ³	
				mért	3 % O ₂ -re számolva	mért	3 % O ₂ -re számolva
08:30-09:00	4,48	9,69	79	2,2	2,4	74,9	81,7
09:00-09:30	4,41	9,78	79	1,6	1,7	75,2	81,6
09:30-10:00	4,22	9,88	80	<1,3	<1,3	76,9	82,5
10:00-10:30	4,34	9,81	80	<1,3	<1,4	75,2	81,3
Átlag:	4,36	9,79	80	1,2 *	1,3 *	75,6	81,8

*: A meghatározási határ alatti koncentrációkat az átlagolás során a meghatározási határ felével vettük figyelembe

SO₂ - a gáztüzelésnek megfelelően - a füstgázban nem volt mérhető mennyiségben

Füstgáz térfogatáram meghatározása

A térfogatáram meghatározását az eltüzelt földgáz mennyisége és összetétele, valamint a mért átlagos O₂ koncentráció alapján számítással határoztuk meg. Ugyancsak számoltuk a füstgázok nedvességtartalmát, amihez az égés során keletkező víz mellett figyelembe vettük a felhasznált égéslevegő víztartalmát is.

A füstgázok mért és számított átlagos adatai:

<i>Megnevezés</i>	<i>Mértékegység</i>	<i>1. kazán</i>	<i>2. kazán</i>
Környezeti hőmérséklet	°C	6 - 7	
Barometrikus nyomás	kPa	100,2	
Füstgáz hőmérséklet	°C	85	80
Áramlási sebesség	m/s	1,0	3,5
Nedvességtartalom, nedves füstgázra	g/Nm ³ tf. %	120 14,9	129 16,0
Nedves gázsűrűség	kg/Nm ³	1,25	1,25
Száraz gázsűrűség	kg/Nm ³	1,33	1,33
Tényleges térfogatáram	m ³ /h	2 920	9 890
Térfogatáram, nedves, normál	Nm ³ /h	2 200	7 570
Térfogatáram, száraz, normál	Nm ³ /h	1 870	6 360
Szumma térfogatáram, száraz, normál	Nm ³ /h	8 230	

Légszennyező anyag kibocsátások

A fenti térfogatáramok és koncentrációk alapján számolt emissziókat (kg/h kibocsátás) az alábbi táblázatokban foglaltuk össze.

<i>Légszennyező anyag</i>	<i>Koncentráció, mg/Nm³</i>		<i>Emisszió, kg/h</i>
	<i>mért</i>	<i>3 % O₂-re számolt</i>	

1. kazán

2 Szén-monoxid (CO)	3,6	4,2	0,0067
3 Nitrogén-oxidok (mint NO ₂)	52,9	62,4	0,0989
999 Szén-dioxid (CO ₂)	169 700	200 100	317

2. kazán

2 Szén-monoxid (CO)	1,2	1,3	0,0076
3 Nitrogén-oxidok (mint NO ₂)	75,6	81,8	0,481
999 Szén-dioxid (CO ₂)	191 900	207 600	1 220

Az 1. számú kazán folyamatos üzemelését feltételezve a kazánok egyidejű működésére számított, az 1. és 2. kazán kibocsátásának térfogatárammal súlyozott átlagkoncentrációját, valamint a térfogatáramok összegzésével számolt emissziókat (kg/h kibocsátás) az alábbi táblázatban foglaltuk össze.

<i>Légszennyező anyag</i>	<i>Koncentráció, mg/Nm³</i>		<i>Emisszió, kg/h</i>
	<i>mért</i>	<i>3 % O₂-re számolt</i>	

P67 pontforrás (1. és 2. kazán)

2 Szén-monoxid (CO)	1,7	1,9	0,014
3 Nitrogén-oxidok (mint NO ₂)	70,4	77,7	0,579
999 Szén-dioxid (CO ₂)	186 900	206 000	1 538

3 JOGSZABÁLYI MEGFELELÉS VIZSGÁLATA

A mérési eredmények összefoglalását az alábbi táblázat tartalmazza, ahol a feltüntetett határértékeket Heves Megyei Kormányhivatal HE/KVO/03170-9/2021. számú határozat alapján adtuk meg.

Az összefoglaló táblázatban szereplő értékeket az 1. és 2. számú kazán egyidejű üzemelése során külön-külön mért koncentrációk térfogatáramokkal súlyozott átlagolásával határoztuk meg.

A táblázat első oszlopában megadott térfogatáram a tényleges oxigéntartalom mellett mérhető érték (száraz állapotban, 273,15 K hőmérsékleten és 101,3 kPa nyomáson). Mivel a határértékek 3 % oxigéntartalomra vonatkoznak, így a mért koncentrációkat 3 % oxigéntartalomra átszámított formában is megadtuk.

A táblázatban a száraz, fizikai normál (273,15 K és 101,3 kPa) körülmények között, a mérések teljes időtartamára számolt koncentrációk mellett megadtuk a légszennyező anyag kibocsátásokat is, kg/h egységben.

Pontforrás (Véggáz térfogatáram és hőm.)	Légszennyező anyag	Koncentráció, mg/Nm³			Emisszió kg/h
		<i>mért</i>	<i>3 % O₂-re vonatk.</i>	<i>Határérték</i>	
P67 Gőzkazánok kéménye Térf. áram: 8 230 Nm ³ /h Hőm.: 81 °C O ₂ -konc.: 4,67 %	1 Kén-dioxid (SO ₂)*	0	0	35	0
	2 Szén-monoxid (CO)	1,7	1,9	100	0,014
	3 Nitrogén-oxidok (mint NO ₂)	70,4	77,7	350	0,579
	7 Szilárd anyag*	0	0	5	0
	999 Szén-dioxid (CO ₂)	186 900	206 000	-	1 538

*: A 53/2017. (X. 18.) FM rendelet 8.§ 7. pontja szerint: „A kizárólag földgázzal üzemelő tüzelőberendezésnél kén-dioxid és szilárdanyag mérést nem kell végezni.”

***A mérési eredmények és a határértékek összehasonlítása alapján megállapítható,
hogy határérték túllépés nem történt.***

4. ALKALMAZOTT MÓDSZEREK ÉS KÉSZÜLÉKEK

4.1. Szervetlen gázkomponensek folyamatos meghatározása

Alkalmazott szabványok:

- MSZ EN 14789:2017 Helyhez kötött légszennyező források emissziója. Az oxigén (O_2) térfogat koncentrációjának meghatározása. Referencia-módszer: paramágnesesség.
- MSZ EN 14792:2017 Helyhez kötött légszennyező források emissziója.
A nitrogén-oxidok (NO_x) térfogat-koncentrációjának meghatározása.
Referencia-módszer: kemilumineszcencia
- MSZ EN 15058:2017 Helyhez kötött légszennyező források emissziója.
A szén-monoxid (CO) tömegkoncentrációjának meghatározása.
Referencia-módszer: Nem diszperziós infravörös spektrometria
- MSZ 21853-6:1984 **Kén-dioxid** emisszió folyamatos mérése.
(visszavont szabvány)
- MSZ CEN/TS 17405:2020 Helyhez kötött légszennyező források emissziója. A szén-dioxid térfogat-koncentrációjának meghatározása. Referencia-módszer: infravörös spektrometria.

A mérési módszer elve:

A füstgázból folyamatosan vett minta gázelőkészítést követően kerül a hordozható Horiba gázanalizátorba. Az analizátor az egyes összetevőket az alábbi módon detektálja:

CO , SO_2 , CO_2 ,	ND-IR (nem-diszperzív infravörös spektrometria),
NO	kemilumineszcencia,
NO_2	katalitikus redukciót követő kemilumineszcencia,
O_2	paramágnesesség.

A gázanalizátor nullázása pormentes, száraz környezeti levegővel vagy nagy tisztaságú nitrogénnel, beállítása 5 komponensű hiteles anyagmintával a helyszínen történik.

Mintavételi és mérési jellemzők:

- Szonda és porszűrő: rozsdamentes acél szonda, kültéri, 180 °C-ra fűtött, 4 μ m-es pórusméretű szinterelt kerámia porszűrővel és NiCr-Ni füstgáz termoelemmel (M+C, PSP 4000 H/C típus).
- Mintagáz vezeték-1: teflon, programozottan fűthető (140 °C), L=3 m a gázelőkészítőig.
- Gázelőkészítő: M+C gyártmány, PSS 5 típus hőmérséklet szabályozóval.
Víztartalom leválasztás 4 °C harmatpontra Peltier-elemes hűtéssel, kétfokozatú porszűrés, belső mintagáz szivattyú.
- Mintagáz vezeték-2: teflon, a gázelőkészítőtől a By-pass rotaméterig, onnan a gázanalizátorhoz.
- Gázanalizátor: HORIBA GmbH, Japán, PG-350E típus
- Mintagáz mennyisége: gázelőkészítőbe kb. 1 l/perc, gázanalizátorban kb. 0,4 l/perc
- Hiteles anyagminta: kb. 160 ppm CO , NO és SO_2 és kb. 12 % v/v CO_2 nitrogénben (Messer Hungarogáz Kft.). Az O_2 beállítása szűrt, páratlanított környezeti levegőre történik.
- Adatrögzítés: EDA-2000 programmal (Gemi GmbH (Horiba)), laptop segítségével.

4.2. A füstgáz térfogatáramának meghatározása számítással

Alkalmazott szabvány:

MSZ EN ISO 16911-1:2013 Helyhez kötött légszennyező források emissziója. A sebesség és a térfogatáram kézi és automatikus meghatározása csatornában.
1. rész: Kézi referencia-módszer (ISO 16911-1:2013).

A módszer elve:

Fenti szabvány E melléklete az alábbi módszereket írja le a füstgáz térfogatáram számítással történő meghatározására:

1. Számolás a tüzelőanyag fogyasztás alapján.
2. Számolás a tüzelőanyag fogyasztás alapján, a fűtőérték figyelembe vételével.
3. Számolás a tüzelőanyag fogyasztás alapján, az összetétel figyelembe vételével.

Ezek közül gáz- és olajtüzelés esetén a legpontosabb eredményt adó 3. módszert alkalmazzuk. A füstgáz átlagos, aktuális térfogatáramát a felhasznált tüzelőanyag mennyisége és összetétele, valamint a mért átlagos O_2 -koncentráció és füstgáz hőmérséklet alapján, számítással határozzuk meg. Ugyancsak számítással határozzuk meg a füstgáz nedvességtartalmát, amihez az égés során keletkező víz mellett figyelembe vesszük a felhasznált égéslevegő víztartalmát is.

Az alkalmazott folyamatos füstgáz hőmérséklet mérés jellemzői:

Hőmérő: a mért füstcsatorna geometriája függvényében megválasztott hosszúságú és átmérőjű, K-típusú (NiCr-Ni) termoelem.

Kijelző és adatgyűjtő:

Gyártó, típus: Testo 175-T3, kétszarnós hőm. adatgyűjtő K-típusú termoelemhez.
Mérési tartomány: $-50 - +1\ 000\ ^\circ C$.
Felbontás: $0,1\ ^\circ C$.
Pontosság: $\pm 0,5\ ^\circ C$ ($70\ ^\circ C$ -ig) ill. a mért érték $\pm 0,7\ \%$ -a ($70\ ^\circ C$ fölött).
Beállított mérési gyakoriság: 10 sec.

A Testo adatgyűjtőből az információk a mérést követően számítógépbe másolhatók.

4.3. A környezeti levegő állapotjellemzőinek meghatározása

Alkalmazott szabványok:

MSZ ISO 8756:1995	Levegőminőség. A hőmérséklet-, a légnyomás- és a légnedvesség adatok figyelembe vétele
MSZ 21452-1:1975	A levegő állapotjelzőinek meghatározása. Nedvességtartalom mérése.
MSZ 21452-3:1975	A levegő állapotjelzőinek meghatározása. Hőmérséklet mérése.

Alkalmazott mérőkészülék és jellemzői:

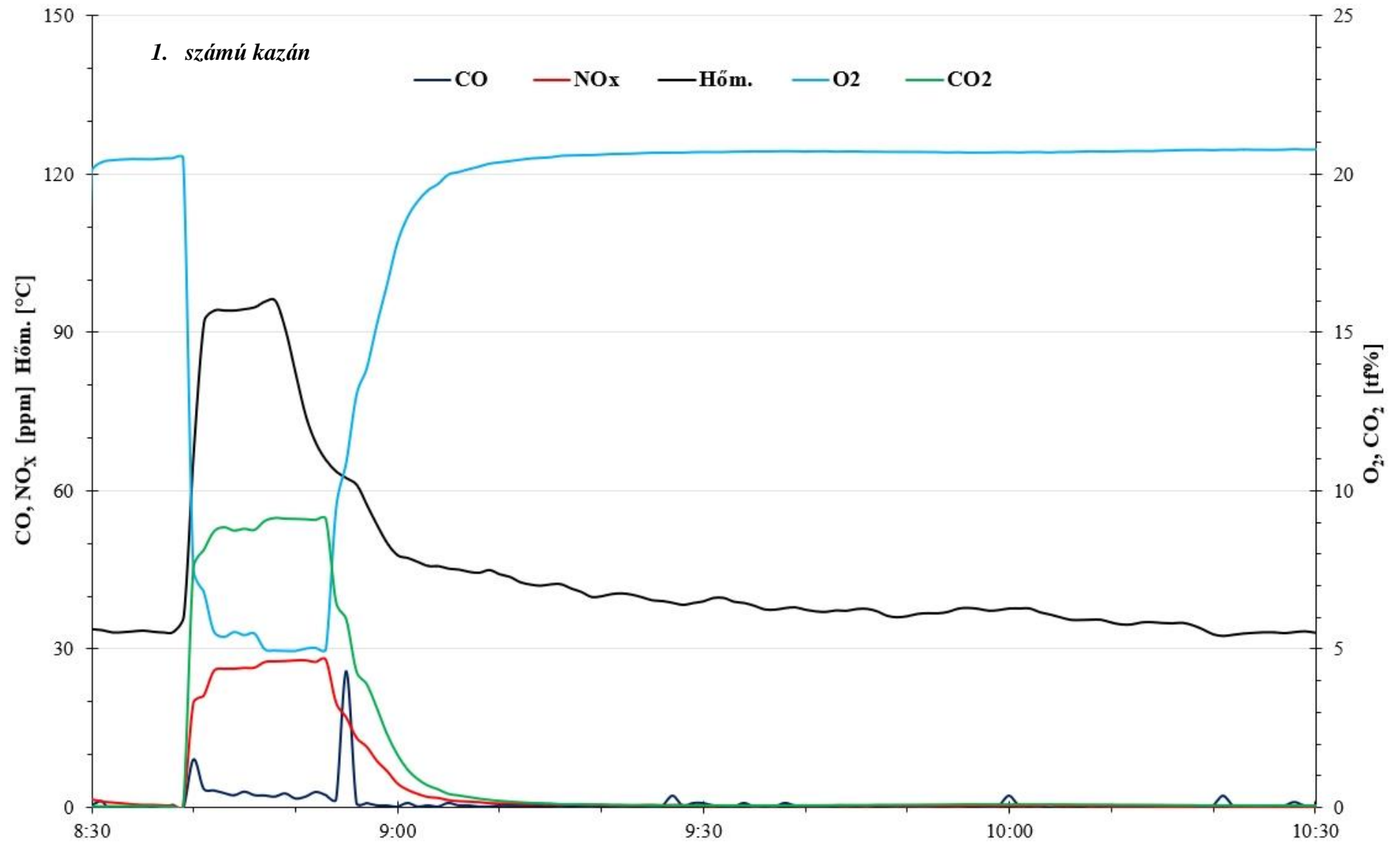
Hőmérséklet, páratartalom:

Gyártó, típus:	Testo 177-H1
Működési elv:	kapacitív nedvesség-tartalom érzékelő és NTC hőmérő
Mérési tartomány:	0 – 100 % rel. páratartalom, max. 180 °C hőmérséklet, -20 – +70 °C hőmérséklet
Felbontás:	0,1 % rel. páratartalom, 0,1 °C hőmérséklet
Pontosság:	± 2 % rel. páratartalom, ± 0,5 °C hőmérséklet

Barometrikus nyomás:

Gyártó, típus:	Testo 511
Működési elv:	elektronikus abs. nyomásmérő
Mérési tartomány:	300 – 1 200 mbar
Felbontás:	0,1 mbar
Pontosság:	± 3,0 mbar

1. MELLÉKLET: A FÜSTGÁZ JELLEMZŐK IDŐBELI ALAKULÁSA



1. MELLÉKLET: A FÜSTGÁZ JELLEMZŐK IDŐBELI ALAKULÁSA

