



IMSYS Kft.

KÖRNYEZET- ÉS MUNKAVÉDELMI VIZSGÁLÓ LABORATÓRIUM

1033 BUDAPEST, MOZAIK UTCA 14/A.

Tel: (1) 430-0014 Fax: (1) 437-0325 E-mail: imsys@imsys.hu

Verzió: 1.2 (2023.06.29.) Dok. szám: FN-3-7.08.01

A NAH által NAH-1-1626/2023 számon akkreditált vizsgálólaboratórium.

VIZSGÁLATI JELENTÉS

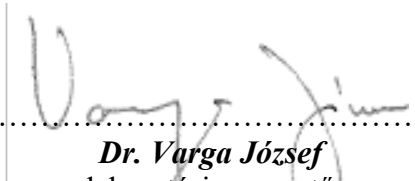
Helyszín: *MVM ÉSZAK-BUDAI FŰTŐERŐMŰ,
BUDAPEST*

Téma: *GT3 GÁZTURBINA LÉGSZENNYEZŐ ANYAG KIBOCSÁTÁSÁNAK
GARANCIÁLIS VIZSGÁLATA*


A vizsgálati jelentés száma: AM-GT3/2025.

Kiadás dátuma: 2025.05.16.

**Környezet- és munkavédelmi vizsgáló-
laboratóriumért felelős:**

.....

Dr. Varga József
laboratóriumvezető

**Levegőszennyezés vizsgáló csoportért
felelős:**

.....

Szabó László
levegőszennyezés vizsgáló csoport vezető

A jelentés 12 számozott oldalt és 0 mellékletet tartalmaz.

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	3
1.1. A VIZSGÁLATI JELENTÉS TÁRGYA	3
1.2. A VIZSGÁLT TELEPHELY ADATAI	3
1.3. A VIZSGÁLAT IDŐPONTJA	3
1.4. FŐVÁLLALKOZÓ KÉPVISELŐJE	3
1.5. A VIZSGÁLATBAN RÉSZT VETTEK	3
2. PONTFORRÁS KIBOCSÁTÁSÁNAK VIZSGÁLATA	4
2.1. ÜZEMVITELI JELLEMZŐK A VIZSGÁLATOK ALATT	4
2.2. A MINTAVÉTELI-MÉRÉSI HELYEK LEÍRÁSA	5
2.3. MÉRÉSI EREDMÉNYEK	6
2.3.1. Folyamatosan mért komponensek meghatározása	6
2.3.2. Szilárd anyag (korom) meghatározása	7
2.3.3. A füstgáz térfogatáram meghatározása	8
2.3.4. Légszennyező anyag kibocsátások (kg/h)	8
3. AZ EREDMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÁSA ÉS ÉRTÉKELÉSE	9
4. ALKALMAZOTT MÓDSZEREK ÉS KÉSZÜLÉKEK	10
4.1. ALKALMAZOTT ÁLTALÁNOS SZABVÁNYOK	10
4.2. FOLYAMATOSAN MÉRT KOMPONENSEK MEGHATÁROZÁSA	10
4.3. KOROMSZÁM MEGHATÁROZÁSA	12
4.4. KÖRNYEZETI JELLEMZŐK MEGHATÁROZÁSA	12

MELLÉKLETEK

1. BEVEZETÉS

1.1. A vizsgálati jelentés tárgya

Feladatunk volt az MVM Észak-Budai Fűtőerőmű 1037 Budapest, Kunigunda útja 49. szám alatti telephelyén létesített GT3 gázturbinához kapcsolódó pontforrás légszennyező anyag kibocsátásának mérése, a garanciális értékek ellenőrzése céljából.

A mérési eredmények a vizsgált légszennyező pontforrásnak a vizsgálat ideje alatt érvényes jellemzőire vonatkoznak.

1.2. A vizsgált telephely adatai

A telephely elnevezése: MVM Észak-Budai Fűtőerőmű
Cím: 1037 Budapest, Kunigunda útja 49.

1.3. A vizsgálat időpontja

Helyszíni mérés: 2025.05.06.

A mérés ideje alatt az Üzemeltető állította be és biztosította a mérendő üzemmenetet. A vizsgálati eredmények felhasználásakor tekintettel kell lenni arra, hogy a vizsgált üzemállapot mennyiben jellemzi az általános üzemmenetet.

1.4. Fővállalkozó képviselője

Név	Beosztás	Elérhetőség
Bóhm Zoltán	Ügyvezető NIDAVEL FIVE Kft.	info@nidavelfive.hu

1.5. A vizsgálatban részt vettek

Szabó László	Mérőcsoport vezető
Nagy Dezső	Vizsgáló mérnök
Vallus Gábor	Vizsgáló mérnök

2. PONTFORRÁS KIBOCSÁTÁSÁNAK VIZSGÁLATA

2.1. Üzemviteli jellemzők a vizsgálatok alatt

Mérési program: 2025.05.06. 11:00 – 24:00 között GT3 garanciális mérések elvégzése (garantált paraméterek, emisszió mérés, zajmérés)

megjegyzés: 4 teljesítményszinten szükséges mérni az alábbiak szerint.

1. 10:45: **12 perces indítási idő mérése (purge credit nélkül) hideg indítással**
2. 11:00 – 14:00 GT 100% -os teljesítményen (GT3 termelt: kb. 22.5 MW) ®
összesen 180 perc
 - 90 perces stabilizációs idő, majd
 - 90 perces emissziós mérés, azonos időben:
 - nyílt ciklusban min. 20 perces mérés a garanciális paraméterek ellenőrzéséhez;
 - 5 perc átállás kogenerációs üzemben történő méréshez;
 - min. 20 perces mérés kogenerációs üzemben a garanciális paraméterek ellenőrzéséhez
 - időközben telephelyi zajmérés
3. 14:00 – 17:00 között GT 75% -os teljesítményen (GT3 termelt: kb. 16.9 MW) ®
összesen 180 perc
 - 90 perces stabilizációs idő, majd
 - min. 20 perces mérés kogen ciklusban (közben emisszió mérés; tájékoztató mérés)
 - min. 20 perces nyílt üzemben a garanciális paraméterek ellenőrzése
4. 17:00 – 20:00 között GT 50% -os teljesítményen (GT3 termelt: kb. 11.25 MW) ®
összesen 180 perc
 - 90 perces stabilizációs idő, majd
 - min. 20 perces mérés nyílt ciklus üzemben a garanciális paraméterek ellenőrzéséhez
 - min. 20 perces mérés kogen ciklusban a garanciális paraméterek ellenőrzéséhez
5. 20:00 – 23:00 között GT 40% -os teljesítményen (GT3 termelt: kb. 9.2 MW) ®
összesen 180 perc
 - 90 perces stabilizációs idő, majd
 - 90 perces emissziós mérés, azonos időben:
 - kogenerációs ciklusban min. 20 perces mérés a garanciális paraméterek ellenőrzéséhez;
 - 5 perc átállás nyílt ciklusú üzemben történő méréshez;
 - min. 20 perces mérés nyílt ciklusú üzemben a garanciális paraméterek ellenőrzéséhez

A vizsgálat ideje alatt a gázturbina a fentieknek megfelelően üzemelt, üzemzavart nem tapasztaltunk.. Az üzemvitel az **1. melléklet** alapján is jól nyomon követhető, ahol a füstgáz összetételét ábrázoltuk.

2.2. A mintavételi-mérési helyek leírása

A mintavétel az épületen kívül, a körkeresztmetszetű kémény függőleges, egyenes szakaszán kialakított mintavételi karimán történt.

A mintavételi, mérési hely jellemzői:

1. táblázat

Kürtő méret [m]:	Ø 2,800
Keresztmetszet [m ²]:	6,154
Egyene szakasz a mintavételi pont előtt [m]:	9,0 m
Egyenes szakasz a mintavételi pont után [m]:	>10 m

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

2.3. Mérési eredmények

2.3.1. Folyamatosan mért komponensek meghatározása

GT3 100 %-os terhelésen mért értékek:

2. táblázat

GT3	Mérés ideje	O ₂ % v/v	CO ₂ % v/v	Hőm. °C	CO konc., mg/Nm ³		NO _x konc., mg/Nm ³	
					mért	15 % O ₂ -re számolva	mért	15 % O ₂ -re számolva
100% kogen	12:30-13:15	15.5	3.3	312	2.0	2.2	23.4	25.5
100% bypass	13:55-14:00	15.5	3.2	312	1.1	1.2	22.2	24.5
	Átlag	15.5	3.2	312	1.5	1.7	22.8	25.0

GT3 75%-os terhelésen mért értékek:

3. táblázat

GT3	Mérés ideje	O ₂ % v/v	CO ₂ % v/v	Hőm. °C	CO konc., mg/Nm ³		NO _x konc., mg/Nm ³	
					mért	15 % O ₂ -re számolva	mért	15 % O ₂ -re számolva
75% kogen	15:30-16:15	16.0	3.0	298.0	0,9	1,1	19.67	23.5
75% bypass	16:15-17:00	16.0	3.0	298.0	0,9	1,1	19.19	23.0
	Átlag	16.0	3.0	298.0	0,9	1,1	19.4	23.2

GT350 %-os terhelésen mért értékek:

4. táblázat

GT3 és GT4 együtt	Mérés ideje	O ₂ % v/v	CO ₂ % v/v	Hőm. °C	CO konc., mg/Nm ³		NO _x konc., mg/Nm ³	
					mért	15 % O ₂ -re számolva	mért	15 % O ₂ -re számolva
50% kogen	18:30-19:15	16.2	2.8	340	1.3	1.6	16.94	21.3
50% bypass	19:15-20:00	16.3	2.8	340	1.5	1.9	16.89	21.5
	Átlag	16.2	2.8	340	1.4	1.7	16.9	21.4

GT3 40 %-os terhelésen mért értékek:

5. táblázat

GT4	Mérés ideje	O ₂ % v/v	CO ₂ % v/v	Hőm. °C	CO konc., mg/Nm ³		NO _x konc., mg/Nm ³	
					mért	15 % O ₂ -re számolva	mért	15 % O ₂ -re számolva
40% kogen	21:30-22:15	16.3	2.8	361	1.6	2.1	16.36	21.0
40% bypass	22:15-23:00	16.3	2.8	361	1.5	1.9	16.51	21.3
	Átlag	16.3	2.8	361	1.6	2.0	16.4	21.2

A koncentrációkat fizikai normál állapotú (273,15 K és 101,3 kPa), száraz füstgázra vonatkoztatva adtuk meg. SO_2 – a gáztüzelésnek megfelelően – a füstgázban nem volt mérhető mennyiségben.

2.3.2. Szilárd anyag (korom) meghatározása

A koromszámot Testo gyártmányú koromszám-mérő pumpa segítségével, egy fehér színű szűrőlap pontosan meghatározott felületén határoztuk meg. A szűrőlap feketedését etalon Bacharach skálával hasonlítottuk össze.

Koromszám adatok:

6. táblázat

Üzemállapot	Mintavétel ideje	Koromszám
100% bypass	12:00	0
100% koogeneráció	13:30	0
40% bypass	21:30	0
40% koogeneráció	22:30	0

2.3.3. A füstgáz térfogatáram meghatározása

A légszennyező anyag kibocsátás számításához szükséges füstgáz térfogatáramot a tüzeléshez felhasznált földgáz mennyisége és összetétele, valamint a mért átlagos O₂-koncentráció alapján határoztuk meg. Ugyancsak számítással határoztuk meg a füstgáz nedvességtartalmát, amihez az égés során keletkező víz mellett figyelembe vettük a felhasznált égéslevegő víztartalmát is.

Füstgáz mért és számított átlagos jellemzői:

7. táblázat

Megnevezés	Mértékegység	GT3			
		100%	75%	50%	40%
Bemenő égéslevegő hőmérséklet	°C	13,1	13,4	12,4	11,3
Barometrikus nyomás	kPa	101,2	101,2	101,2	101,2
Füstgáz hőmérséklet	°C	312	298	340	361
Nedvességtartalom, nedves füstgázra	kg/Nm ³ tf. %	0,0549 6,83	0,0511 6,36	0,0493 6,14	0,0481 5,99
Nedvességtartalom, száraz füstgázra	kg/Nm ³ tf. %	0,0589 7,33	0,0546 6,80	0,0526 6,54	0,0512 6,37
Nedves gázsűrűség	kg/Nm ³	1,27	1,27	1,27	1,27
Száraz gázsűrűség	kg/Nm ³	1,31	1,30	1,30	1,30
Tényleges térfogatáram	m ³ /h	487 726	425 554	401 211	386 627
Térfogatáram, nedves, normál	Nm ³ /h	227 381	203 260	178 503	166 317
Térfogatáram, száraz, normál	Nm ³ /h	211 864	190 336	167 551	156 361
Füstgáz tömegáram, száraz normál	kg/s	77,095	69,261	60,970	56,898

2.3.4. Légszennyező anyag kibocsátások (kg/h)

A térfogatáram és a mért koncentrációk alapján a mintavételek teljes időtartamára számolt átlagos emissziókat a 3. fejezet összefoglaló táblázata tartalmazza.

3. AZ EREDMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÁSA ÉS ÉRTÉKELÉSE

A mérési eredmények összefoglalását az alábbi táblázat tartalmazza, ahol feltüntettük a technológiaszállító által megadott garanciális értékeket, valamint a vonatkozó jogszabályban (7/1999. (VII.21.) KöM rendelet) megállapított határértékeket is.

A táblázat adatainak összeállításánál arra törekedtünk, hogy azok - amennyiben szükséges - közvetlenül felhasználhatók legyenek az éves levegőszennyezési adatszolgáltatáshoz. Ennek megfelelően a táblázat első oszlopában megadott térfogatáramok a tényleges oxigén-tartalom mellett mérhető értékek (száraz állapotban, 273,15 K hőmérsékleten és 101,3 kPa nyomáson). Mivel a határértékek adott oxigén-tartalomra (15 %) vonatkoznak, ezért a mért koncentrációkat is arra az oxigén-tartalomra átszámított formában közöltük.

8. táblázat

(Füstgáz térfogatáram és hőmérséklet)	Légszennyező anyag	Koncentráció, mg/Nm ³			Emisszió kg/h
		Mért	15% O ₂ -re számolt	Határérték	
GT3 100 %-os terhelésen Térf.áram: 211 864 Nm ³ /h Hőm.: 312 °C O ₂ -konc.: 15,5 %	002 Szén-monoxid	1,5	1,7	100	0,321
	003 Nitrogén-oxidok (mint NO ₂)	22,8	25,0	50	4,832
	001 Kén-dioxid	0	-	-	0
	007 Szilárd anyag (korom) *	0	-	4	0
	999 Szén-dioxid	63 666	69 708	-	13 489
GT3 40 %-os terhelésen Térf.áram: 156 361 Nm ³ /h Hőm.: 361 °C O ₂ -konc.: 16,3 %	002 Szén-monoxid	1,6	2,0	100	0,243
	003 Nitrogén-oxidok (mint NO ₂)	16,4	21,2	50	2,570
	001 Kén-dioxid	0	-	-	0
	007 Szilárd anyag (korom) *	0	-	4	0
	999 Szén-dioxid	54 580	70 243	-	8 534

*Feketedési szám a Bacharach-skála szerint

A mérési eredmények alapján megállapítható, hogy a mért kibocsátási koncentrációk a vonatkozó határértékek alatt maradnak.

4. ALKALMAZOTT MÓDSZEREK ÉS KÉSZÜLÉKEK

4.1. Alkalmazott általános szabványok

MSZ ISO 4225:1995	Levegőminőség. Általános szempontok. Fogalom meghatározások.
MSZ ISO 4226:1994	Levegőminőség. Általános szempontok. Mértékegységek.
MSZ 21460-5:1983	Levegőtisztaság-védelmi fogalom-meghatározások. Légszennyező források fogalom-meghatározásai.
MSZ 21853-1:1976	Légszennyező források vizsgálata. Általános előírások.

4.2. Folyamatosan mért komponensek meghatározása

Alkalmazott szabványok:

MSZ ISO 10396:1998	Helyhez kötött légszennyező források. Mintavétel a gázok koncentrációjának folyamatos meghatározásához.
MSZ 21853-6:1984	Kén-dioxid emisszió folyamatos mérése. (ND-IR módszer)
MSZ CEN/TS 17021:2020	
MSZ EN 15058:2017	Szén-monoxid emisszió meghatározása. (ND-IR módszer)
MSZ EN 14792:2017	A nitrogénoxidok emissziójának mérése kemilumineszcenciás és infravörös abszorpciós módszerrel. (kemilumineszcenciás módszer)
MSZ CEN/TS 17405:2020	Szén-dioxid meghatározása. (ND-IR módszer)
MSZ EN 14789:2017	Oxigén meghatározása. (paramágneses módszer)

Mintavételi és mérési elrendezés:

A folyamatosan regisztrált CO, NO_x, SO₂, O₂ és CO₂ komponenseket a mérőhely közelébe telepített analizátor segítségével határozzuk meg.

A mérőkör gázelőkészítője a mintavételi hely közelében kerül telepítésre és már többszörösen szűrt, száraz (harmatpont 5 °C) mintagáz kerül a gázanalizátorba.

Az analizátort a vizsgálat előtt és után a hiteles anyagmintákkal kalibráltuk, a nullpontot nitrogénnel állítottuk be.

Az alkalmazott gázanalizátor jellemzői:

Gyártó: **HORIBA** GmbH, Japán Típus: **PG-350**

Komponens	Működési elv	Alkalmazott mérési tartomány	Ismételhetőség	Linearitás	Drift
CO	NDIR	0-200 ppm	± 1,0 % teljes skála	± 2,0 % teljes skála	± 1,0 % teljes skála / nap
NO/NO ₂	Kemilumineszcencia NO ₂ konverter	0-250 ppm	± 0,5 % teljes skála		± 2,0 % teljes skála / nap
SO ₂	NDIR	0-200 ppm	± 1,0 % teljes skála		± 1,0 % teljes skála / nap
CO ₂	NDIR	0-20 %	± 1,0 % teljes skála		± 1,0 % teljes skála / nap
O ₂	Paramágneses	0-25 %	± 1,0 % teljes skála		

Adatrögzítés:

Az adatrögzítés közvetlenül SD kártyára történik.

A mért koncentrációk becsült bizonytalansága:

NO _x :	± 10 %
CO 10 mg/Nm ³ fölött:	± 10 %
10 mg/Nm ³ alatt:	± 20 %
SO ₂ :	± 10 %
O ₂ :	± 6 %
CO ₂ :	± 6 %

• Az adott % O₂-tartalomra történő átszámítást az alábbi képlet alapján végeztük el:

$$C = C_x \cdot \frac{21 - C_{O_2}}{21 - C}$$

- ahol C az adott komponens megadott vonatkoztatási O₂-re átszámított koncentrációja
- C_x a komponens valós O₂ mellett mért koncentrációja
- C_{O₂} a valós O₂ koncentráció % (v/v)-ban
- 21 O₂ koncentráció a levegőben % (v/v)
- C_v a vonatkoztatási O₂ koncentráció % (v/v)

4.3. Koromszám meghatározása

Alkalmazott szabvány:

MSZ ISO 11042-1:1998. Gázturbinák. Légszennyezőanyag-kibocsátás.
1. rész: Mérés és értékelés
(7.8. szakasz, Bacharach-szám meghatározása, kézi módszer)

Alkalmazott készülék:

Megnevezés: Koromszám-mérő pumpa
Gyártó: Testo, Németország
Típus: 0632. 0307
Működési elv: Meghatározott térfogatú füstgáz átszívása kézi működtetésű dugattyús pumpa segítségével egy fehér színű szűrőlap pontosan meghatározott felületén.
A szűrőlap feketedésének összehasonlítása etalon Bacharach skálával.

A meghatározás becsült bizonytalansága: $\pm 0,5$ egység

4.4. Környezeti jellemzők meghatározása

Alkalmazott szabványok:

MSZ 21452-1:1975 A levegő állapotjelzőinek meghatározása. Nedvességtartalom mérése.
MSZ 21452-3:1975 A levegő állapotjelzőinek meghatározása. Hőmérséklet mérése.

Alkalmazott mérőkészülékek és jellemzőik:

Hőmérséklet, páratartalom:

Gyártó, típus: TESTO, 175-H2
Működési elv: 2 csatornás pára és hőmérséklet adatgyűjtő
Mérési tartomány: $-10 - +50$ °C; 0-100 % RH
Felbontás: 0,1 % rel. páratart., 0,1 °C hőmérséklet
Pontosság: $\pm 0,5$ °C; ± 3 % RH

Barometrikus nyomás:

Gyártó, típus: Testo 511 digitális barométer
Működési elv: elektronikus abszolút nyomásmérő
Mérési tartomány: 300-1200 mbar
Felbontás: 1 mbar
Pontosság: leolvasás ± 3 mbar