

3. téma

Emissziós levegőszennyezés mérési módszerek, az akkreditálás szempontjából nézve

1. A probléma megfogalmazása

A vizsgálólaboratóriumok működésének eredményességét nagyban befolyásolják a választott mintavételi-mérési módszerek. Az akkreditált laboratóriumok esetében lényeges kikötés, hogy vizsgálatokat csak érvényes vizsgálati eljárások alapján lehet végezni. A kiválasztás során akkreditált vizsgálólaboratóriumok a levegőszennyezés vizsgálatok területén a legtöbbször előnyben részesítik a nemzeti vagy nemzetközi szabályban előírt módszerek alkalmazását.

Ennek egyik oka az, hogy a laboratóriumnak érvényesítenie kell a nem szabványos módszereket, a laboratórium által tervezett vagy kidolgozott módszereket. Az érvényesítési (validálási) eljárásnak olyan terjedelműnek kell lennie, amely szükséges az adott alkalmazáshoz vagy alkalmazási területhez. A laboratóriumnak fel kell jegyeznie az eredményeket, az érvényesítési (validálási) eljárást, és nyilatkoznia kell arról, hogy a módszer megfelelő-e a szándék szerinti alkalmazáshoz.

2. A módszerek kiválasztásának lehetséges szempontjai

Saját gyakorlatunkban a szabványos módszerek kiválasztásakor – amennyiben lehetőség van rá – az alábbi sorrendet követjük:

1. MSZ EN vagy EN szabvány.
2. MSZ ISO vagy ISO szabvány.
3. Nemzeti vagy más szabványos módszer (pl. MSZ, US EPA, MDHS, NIOSH, OSHA).

A fenti sorrend alkalmazása nem kötelező. Amennyiben technikai vagy más okból előnyösebb szabvány választható (pl. több komponens mérhető ugyanabból a mintából, vagy felkészültebb hazai laboratórium található az adott elemzési módszerre), a fenti sorrendtől eltekintünk.

Mintavevő szervezeteknek nincs közvetlen befolyása az együttműködő elemző laboratórium által használt elemzési módszerekre, így szempontjait a megfelelő laboratórium kiválasztásán keresztül tudja érvényesíteni. Az alvállalkozó laboratóriumot az éppen érvényes akkreditáltság függvényében és az adott komponens vizsgálatában mutatott jártasság és megbízhatóság alapján célszerű kiválasztani.

3. BME-SZAKT és az Airmon Kft. gyakorlata

A Műegyetemi Levegőszennyezés Vizsgálólaboratórium (BME-SZAKT) és az Airmon Kft. által alkalmazott emissziós mérési és mintavételi módszerek rövid bemutatását az alábbi összeállítás mutatja. A módszerleírásokat folyamatosan fejlesztjük, az ismertetés a 2018.03.01-i helyzetet tükrözi.

1. Szervetlen gázkomponensek folyamatos meghatározása
2. Oxigén koncentráció folyamatos meghatározása
3. N₂O és O₂ folyamatosan meghatározása
4. Összes gázállapotú szerves szén (TVOC) folyamatos meghatározása
5. Nem-metán szénhidrogének meghatározása
6. Metán meghatározása FID módszerrel
7. Szilárd anyag meghatározása
8. A részecskeméret-eloszlás meghatározása kaszkád impaktorrall
9. A PM₁₀ koncentráció meghatározása
10. Elemek meghatározása szilárd szennyezőanyagokban
11. Nátrium-hidroxid és króm vegyületek meghatározása
12. Toxikus fémek meghatározása
13. Poliklórozott dibenzo-dioxinok és dibenzo-furánok meghatározása
14. PAH vegyületek meghatározása
15. Sósav és hidrogén-fluorid meghatározása
16. Hidrogén-fluorid meghatározása
17. Kén-dioxid meghatározása (referencia módszer)
18. Kénsav meghatározása
19. Foszforsav meghatározása
20. Illékony szerves vegyületek szakaszos meghatározása
21. Aldehidek meghatározása
22. Aldehidek meghatározása elnyeletéses módszerrel
23. Ammónia meghatározása
24. Fenol meghatározása
25. Alifás aminok meghatározása
26. N,N-Dimetil-etil-amin meghatározása (nem akkreditált)
27. Anilinszármazékok meghatározása
28. Diizocianátok meghatározása
29. Hidrogén-cianid meghatározása
30. Gőzfázisú higany meghatározása
31. Illékony szerves savak meghatározása
32. A feketedési szám meghatározása Bacharach módszerrel
33. Ózon meghatározása (nem akkreditált)
34. A víztartalom meghatározása
35. A víztartalom meghatározása direkt kijelzésű mérőkészülékkel
36. Az összes S-vegyület direkt kijelzésű, folyamatos meghatározása (nem akkreditált)
37. A véggáz térfogatáramának meghatározása
38. A véggáz térfogatáramának meghatározása számítással
39. A környezeti levegő állapotjellemzőinek meghatározása

3.1. Szervetlen gázkomponensek folyamatos meghatározása

Alkalmazott szabványok:

MSZ EN 14789:2006 (visszavont szabvány)	Helyhez kötött légszennyező források emissziója. Az oxigén (O₂) térfogat-koncentrációjának meghatározása. Referencia-módszer: paramágnesség.
MSZ EN 14792:2006 (visszavont szabvány)	Helyhez kötött légszennyező források emissziója. A nitrogén-oxidok (NO_x) térfogat-koncentrációjának meghatározása. Referencia-módszer: kemilumineszcencia
MSZ EN 15058:2006 (visszavont szabvány)	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.
MSZ 21853-19:1981	Szén-dioxid meghatározása. (ND-IR módszer)

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 redukción követő kemilumineszcencia,
O ₂	paramágnesség.

A gázanalizátor nullázása pormentes, száraz környezeti levegővel vagy nagytisztaságú 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 μm-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=3m 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-250 típus
Gázanalizátor:	HORIBA GmbH, Japán, PG-350E típus
Mintagáz mennyisége:	gázelőkészítőbe kb. 1 l/perc, gázanalizátorban kb. 0,4 l/perc
Hiteles anyagminta:	pl. kb. 160 ppm CO és SO ₂ , kb. 200 ppm NO, 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.

3.2. Oxigén koncentráció folyamatos meghatározása

Alkalmazott szabvány:

MSZ EN 14789:2006 Helyhez kötött légszennyező források emissziója. Az oxigén (O₂) térfogat-koncentrációjának meghatározása. Referencia-módszer: paramágnesség.

A mérési módszer elve:

A füstgázból folyamatosan vett minta gázelőkészítést követően kerül a hordozható Horiba gázanalizátorba. Az analizátor az oxigént a paramágnesség elvén detektálja.

A gázanalizátor nullázása oxigén mérésekor nagy tisztaságú nitrogénnel, beállítása pedig pormentes, száraz környezeti levegővel történik.

Mintavételi és mérési jellemzők:

Szonda és porszűrő: rozsdamentes acél szonda, kültéri, 180 °C-ra fűtött, 4 µm-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=3m 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-250 típus

Mintagáz mennyisége: gázelőkészítőbe kb. 1 l/perc, gázanalizátorban kb. 0,4 l/perc

Adatrögzítés: EDA-2000 programmal (Gemi GmbH (Horiba)), laptop segítségével.

Az alkalmazott gázanalizátorok jellemzői:

Horiba VA-3001 N₂O analízátor (Serial No. WEVAT4R2)

TÜV típusalkalmassági vizsgálat azonosítása: TÜV-Bericht: 936/21202453/A
(Köln, 23.12.2005.)

Magyar típusalkalmassági vizsgálat száma: 3/2007

Működési elv	Alkalmazott mérési tartomány	Linearitás	Vándorlás	Zavaró hatások (1)	Kiterjesztett mérési bizonytalanság
ND-IR	0-200 ppm	≤ 1,6% / méréshatár	≤ 2,0% / méréshatár / hét	0,6 % / méréshatár	5,1% / határérték (2)

Megjegyzések:

- (1) A Borsodchemben előforduló összetevőkre nézve.
- (2) A 200 ppm-es mérési tartományban magyar N₂O határérték hiányában a követelményt a német TÜV előírás (150 mg/m³) figyelembe vételével alkalmaztuk.

Horiba PG-350E hordozható füstgáz analízátor (Serial No. 4PROU4E5)

TÜV típusalkalmassági vizsgálat azonosítása: TÜV-Bericht: 936/21217617/A
(Köln, 21.03.2013.)

Magyar típusalkalmassági vizsgálat száma: 1/2013

Működési elv	Alkalmazott mérési tartomány	Ismételhetőség	Linearitás	Drift	Kiterjesztett mérési bizonytalanság
Paramágnesesség	0-5 %	± 1,0 % teljes skála	± 2,0 % teljes skála	± 1,0 % teljes skála / nap	6,0% / mért érték

3.4. Összes gázállapotú szerves szén (TVOC) folyamatos meghatározása

Alkalmazott szabvány:

MSZ EN 12619:2013 Helyhez kötött légszennyező források emissziója.
Az összes, gázállapotú, szerves kötésben lévő szén tömegkoncentrációja.
Folyamatos, lángionizációs detektoros módszer.

A mérési módszer elve:

A véggázból folyamatosan vett, végig fűtött minta kétszeres porszűrést követően kerül a direkt kijelzésű, lángionizációs detektorú (FID) analizátorba. Az analizátorban égő hidrogén láng a szerves alkotókat elégeti, elektromosan vezető részecskék keletkeznek, melyek áramot hoznak létre a láng közelében elhelyezett két elektróda között. A detektor szelektíven méri a szerves anyagokat, a válaszjel nagysága a mért molekula C-atom számának és szerkezetének függvénye.

A FID nullázása nagy tisztaságú nitrogénnel vagy a készülék által katalitikusan tisztított környezeti levegővel, beállítása hiteles anyagmintával a helyszínen történik.

Mintavételi és mérési jellemzők:

- Szonda és porszűrő: rozsdamentes acél szonda, kültéri, 180 °C-ra fűtött, 4 µm-es pórusméretű szinterelt kerámia porszűrővel és NiCr-Ni füstgáz termoelemmel (M+C, PSP 4000 H/C típus).
- Mintagáz vezeték: teflon, programozottan fűthető (140 °C), L=3m, amely szükséges esetben a gázelőkészítő előtt kerül leágaztatásra.
- Mintagáz mennyisége: kb.1,5 l/perc.
- Analizátor: SK GmbH (Németország) THERMO FID típus, 140 °C-ra fűtött.
Mérési tartomány: pl. 0 – 100 ppm propán egyenértékben.
- Mintagáz mennyisége: 0,14 l/perc.
- Hiteles anyagminta: pl. 25,1 ppm propán nitrogénben (Messer Hungarogáz Kft.).
- Adatrögzítés: Testo 175-S2 mV/mA adatgyűjtő segítségével, Az adatgyűjtőből az információk a mérést követően számítógépbe másolhatók.
- Átszámítási szorzó ppm (propán egyenérték) egységből TVOC mgC/Nm³ egységbe: 1,61
- Adatrögzítés: Testo 175-S2 mV/mA adatgyűjtő segítségével, Az adatgyűjtőből az információk a mérést követően számítógépbe másolhatók.
- Átszámítási szorzó ppm (propán egyenérték) egységből TVOC mgC/Nm³ egységbe: 1,61

3.5. Nem-metán szénhidrogének meghatározása

Alkalmazott szabványok:

- MSZ 21462:1997 A nem metán szénhidrogének és a metán koncentrációjának meghatározása a helyhez kötött gázmotorok füstgázában.
- MSZ EN ISO 225139:2012 Helyhez kötött légszennyező források kibocsátása. A metán koncentráció kézi meghatározása gázkromatográffal.
- MSZ 21463:1997 A helyhez kötött gázmotorok füstgázában lévő légszennyező anyagok emissziójának mérési körülményei

A mérési módszer elve:

A nem-metán szénhidrogének (NMHC) koncentrációját a lángionizációs detektorú (FID) analizátorral folyamatosan regisztrált összes szénhidrogén koncentráció (TVOC, lásd az előző fejezetben) és a szakaszos mintavétel alapján mért metán/nem-metán arány alapján határozzuk meg. A metán/nem-metán arány meghatározásához 3-3 liter füstgáz minta vételére kerül sor szeptummal ellátott teflon zsákba (SKC gyártmány), majd a minta elemzése GC-FID módszerrel (gázkromatográfia lángionizációs detektorral) történik.

Elemző laboratórium: Környezettechnológia Kft, eredményeik a 2. mellékletben.

3.6. Metán meghatározása FID módszerrel

Alkalmazott szabvány:

- MSZ EN 12619:2013 Helyhez kötött légszennyező források emissziója. Az összes, gázállapotú, szerves kötésben lévő szén tömegkoncentrációja. Folyamatos, lángionizációs detektoros módszer.

A mérési módszer elve:

A véggázból folyamatosan vett, végig fűtött minta kétszeres porszűrést követően kerül a direkt kijelzésű, lángionizációs detektorú (FID) analizátorba. Az analizátorban égő hidrogén láng a szerves alkotókat elégeti, elektromosan vezető részecskék keletkeznek, melyek áramot hoznak létre a láng közelében elhelyezett két elektróda között. A detektor szelektíven méri a szerves anyagokat, a válaszjel nagysága a mért molekula C-atom számának és szerkezetének függvénye.

A FID nullázása nagy tisztaságú nitrogénnel, beállítása hiteles anyagmintával a helyszínen történik.

Átszámítási szorzó ppm (propán egyenérték) egységből metán mg/Nm³ egységbe: 2,15.

3.7. Szilárd anyag meghatározása

Alkalmazott szabványok:

- MSZ EN 13284-1:2002 Helyhez kötött légszennyező források emissziója.
A szilárd anyag tömegkoncentrációjának meghatározása az alacsony mérési tartományban.
1. rész: Kézi gravimetriás módszer
- MSZ 21853-3:1989 Légszennyező források vizsgálata.
A szilárdanyag-emisszió meghatározása

A mérési módszer elve:

A füstgázból vagy véggázból izokinetikusan leszívott minta (a részgázáram iránya és sebessége megegyezik a beszívási ponton lévő gázáram irányával és sebességével) szilárd anyag tartalma szűrőanyagon kerül leválasztásra, majd mennyiségének meghatározása tömeg szerinti módszerrel (gravimetria) történik.

Mintavételi és mérési jellemzők: (a feladattól függően több lehetőség közül lehet választani)

- Szonda:* L = 0,6 m hosszúságú, Apex (USA), titán béléscső, saját fejlesztésű beltéri titán szűrőházzal. Az elrendezés egyik jellegzetessége, hogy a szűrőtartóhoz közvetlenül illeszkedő beszívó sorozatot alkalmaz, melynek kilépő éle eléri a szűrőlapot, minimálisra csökkentve a szűrő előtti felületeket. A másik jellegzetesség, hogy a síkszűrő a szűrőtartóval együtt kerül cserélésre és mérésre, elkerülve ezzel a szűrőlap kivételekor előforduló szálvesztést.
- Szonda:* L = 1,0 m hosszúságú, rozsdamentes acél, BME, külső téri polikarbonát szűrőtartóval.
- Szonda:* L = 1,0 m hosszúságú, rozsdamentes acél, külső téri Dadolab rozsdamentes acél szűrőtartóval.
- Szonda:* Ishibashi (japán) Dust Unicon, L = 2,0 m, rozsdamentes acél, belső téri szűrőtartóval, S-típusú Pitot-csővel ($K_{Pt} = 0,84$) és K-típusú (NiCr-Ni) termoelemmel.
- Szonda:* BME, L = 2,4 m, rozsdamentes acél, belső téri szűrőtartóval, S-típusú Pitot-csővel ($K_{Pt} = 0,84$) és K-típusú (NiCr-Ni) termoelemmel.
- Szűrőanyag:* Whatmann QMA, $\varnothing 34$ mm átmérőjű kvarcszálalás síkszűrő.
A szűrőanyag leválasztó hatásfoka $0,3 \mu\text{m}$ -es részecskékre 20°C -on 99,9 %.
- Szűrőanyag:* Advantec (japán) 86RH, $\varnothing 25 \times 90$ mm boroszilikát üveg szűrőhüvely.
A szűrőanyag leválasztó hatásfok $0,3 \mu\text{m}$ -es részecskékre 20°C -on 99,9 %.
- Mintavevő:* KÉZIZO (saját fejlesztés), maximális mintavételi sebesség: $3,2 \text{ m}^3/\text{h}$.
A leszívási sebesség beállítása a megkerülő ág fojtása útján történik kézi túszeleppel, a rotaméter kijelzése vagy az impulzus jeladóval ellátott gázóra digitális térfogatárama alapján.
- Mintavevő:* KAMU-1 (saját fejlesztés), maximális mintavételi sebesség: $3,2 \text{ m}^3/\text{h}$.
A leszívási sebesség beállítása a beépített távadós gázóra jele (l/perc) alapján történik, a 24 V-os KNF pumpa fordulatszámának potenciométerrel történő kézi beállításával.

- Mintavevő:** Dado Lab ST5 automatikus izokinetikus mintavevő, maximális szállítás 6,0 m³/h.
A leszívási sebesség beállítása tömegáram szabályzó (felbontás 0,01 l/perc) segítségével történik, a folyamatosan mért füstgáz/véggáz áramlási sebesség alapján.
- Gázmérő:** A Dado Lab szabályozó egységbe beépítve, Model RS 200I/AL, hitelesített, száraz, membrános gázóra (0,4 – 6,0 m³/h), 0,02 l felbontású jeladóval szerelve.
- Gázmérő:** Itrón, G1,6 RF1, száraz, membrános gázóra (0,016 – 3,2 m³/h) OMH hitelesítéssel. VAGY
- Gázmérő:** Flogiston G4RF1 száraz gázóra (0,016 – 3,2 m³/h) OMH hitelesítéssel.
- Szivattyú:** GAST (USA) membrán, maximális szállítás: 3,4 m³/h.
- Szivattyú:** DadoLab Pump Unit, maximális szállítás: 6,0 m³/h.
- Teljesítmény szabályozás:** Megkerülő ág fojtása kézi túszeleppel, a rotaméter kijelzése vagy az impulzus jeladóval ellátott gázóra digitális térfogatárama alapján. VAGY
Megkerülő ág fojtása kézi túszeleppel, a rotaméter kijelzése alapján. VAGY
Megkerülő ág fojtása kézi túszeleppel az impulzus jeladóval ellátott gázóra digitális térfogatárama alapján. VAGY
Apex (USA) MC-572, kézi izokinetikus szabályozó egységgel. VAGY
Controflex gyártmányú univerzális levegő mintavevő segítségével, Brooks MFC 4800 tömegáram szabályozás, 1-33,3 l/min.

Áramlási sebesség és hőmérséklet mérés: a 3.37. pontban leírtak szerint

Tömegmérés:

A szűrőanyagok megfelelő kondicionálását követően a tömegmérést Sartorius R200 típusú analitikai mérlegen (E 2 pontossági osztályú, automata kiegyensúlyozású elektronikus mérleg, terhelhetőség 0-42/200 g, felbontás $\pm 0,01/0,1$ mg) végeztük el, referencia szűrőlapok tömegváltozásának figyelembe vételével. A mintavételt megelőzően a szűrőanyagokat 180 °C-on hőkezeltük, majd a mintavétel után a felhasznált és legalább 3 db referencia szűrő anyagot 160 °C-on szárítottuk.

Automatikus izokinetikus szabályozású mérőkör

A leszívás szabályozása:

A BME fejlesztésű berendezés az izokinetikus leszívási paraméterek beállításához folyamatosan méri a mintavételi pontban a füstgáz dinamikus és statikus nyomását (Prandtl-cső), valamint hőmérsékletét (termoelem). A központi számítógép fenti adatokból gázsűrűséget, majd gázáramlási sebességet számol, az alábbi bemenő adatok figyelembe vételével:

- Füstgáz összetétel, melyet a csatlakoztatott Horiba gázanalizátor folyamatosan mér.
- Füstgáz nedvességtartalom, amely gravimetriás vagy elektronikus mérés vagy számítás alapján kerül beírásra.
- Barometrikus nyomás, melyet folyamatosan mér, kijelez és átlagol a számítógép.

A leszívási sebesség változtatása - a beszívó nyílás méretének figyelembe vételével – 1 db motoros és 1 db proporcionális mágnesszelep segítségével, a megkerülő ág szűkítésével történik. A teljes rendszer minden eleme mind automatikus, mind kézi beállítással üzemeltethető. A leszívott mintagáz mennyiségének folyamatos mérésére hőmérővel ellátott, hitelesített, jeladóval ellátott gázmérő óra (Apex DGM-SK25DA digitális száraz típus) szolgál. A pormérő maximális mintavételi sebessége 1,5 m³/h körüli.

Szonda: BME, L = 2,4 m, rozsdamentes acél, belső téri szűrőtartóval, S-típusú Pitot-csővel ($K_{Pt} = 0,84$) és K-típusú (NiCr-Ni) termoelemmel.

Szonda: L = 0,6 ill. 1,2 m hosszúságú, Apex (USA), titán bélésű, beltéri Ti szűrőtartóval.

Szűrőanyag: Advantec (japán) 86RH, Ø25x90 mm üvegszálal szűrőhüvely, szilárd anyag leválasztó hatásfok 0,3 µm-es részecskékre 20 °C-on 99,9 %.

Szűrőanyag: Whatmann QMA, Ø34 mm átmérőjű kvarcszálal síkszűrő. A szűrőanyag leválasztó hatásfoka 0,3 µm-es részecskékre 20 °C-on 99,9 %.

Szivattyú: GAST (USA) membrán, maximális szállítás: 3,4 m³/h.

(DadoLab rendszer leírása folyamatban)

3.8. A részecskeméret-eloszlás meghatározása kaszkád impaktorrall

Alkalmazott szabványok:

MSZ EN ISO 23210:2009	Helyhez kötött légszennyező források kibocsátása. PM10/PM2,5 tömegkoncentráció meghatározása füstgázban. Kis koncentrációk mérése impaktorokkal
US EPA 201A:2010	Determination of PM10 and PM2.5 emissions from Stationary sources (Constant Sampling Rate Procedure)

A mérési módszer elve:

A részecskeméret-eloszlást általános esetben a kéménybe elhelyezett (In-situ módszer) kaszkád impaktor segítségével határozzuk meg. A módszer a részecskék tehetetlenségi mozgását használja fel a részecskeméret szerinti elválasztáshoz. Az egyes frakciók koncentrációjának meghatározása a szűrőlapokon leválasztott részecskék tömegének méréssel történő meghatározása alapján (gravimetriás módszer) történik.

Az előleválasztó (amennyiben alkalmazása a várható nagyobb porterhelés miatt szükséges) cserélhető beszívó nyílásán vagy az előleválasztó helyére szerelt, cserélhető hatyúnyak beszívó nyíláson át beszívott füstgáz a kaszkád impaktorba áramlik és halad a végszűrő felé, miközben a benne lévő részecskék az egyes impaktor fokozatok egyre kisebb átmérőjű fúvókáiban gyorsulnak, lehetővé téve ez által a részecskék tömeg szerinti szeparációját. Az egyes fokozatokon kiüledett részecskék a gyűjtőtálcákon elhelyezett szűrőanyagon gyűlnek össze. A végszűrőn áthaladt füstgáz vízleválasztást követően a mintavevő szivattyún és a gázmérőn át távozik.

A mintavételi sebesség beállítását – a választott beszívó nyílás keresztmetszetének figyelembe vételével - az indulás előtt mért izokinetikus paraméterek alapján végezzük. Tekintettel arra, hogy az impaktor részecskeméret leválasztása függ a gázáramlási sebességtől, a mintavétel előtt mért izokinetikus paraméterek alapján meghatározott mintavételi sebességen a mintavétel során nem változtatunk.

A kaszkád impaktor jellemzői:

<i>Készülék megnevezése:</i>	Pilot (UW) Mark 3 kaszkád impaktor (4. melléklet)
<i>Gyártó:</i>	APEX, USA
<i>Típus:</i>	CI – 700, előleválasztó nélkül
<i>Fúvóka méretek:</i>	

<i>Fokozat</i>	<i>Fúvóka szám</i>	<i>Fúvóka átmérő, mm</i>	<i>Fúvóka mélység, mm</i>
1	1	12,7	38,1
2	6	5,79	3,18
3	12	2,44	3,18
4	90	0,79	3,18
5	110	0,51	1,60
6	110	0,34	0,76
7	90	0,25	0,76

<i>Végszűrő:</i>	Whatmann 934AH mikroszálalás üveg, Ø47 mm
<i>Gyűjtő tálcák részecske felfogó anyaga:</i>	934AH mikroszálalás üveg síkszűrő

Mintavételi és mérési jellemzők:

<i>Szonda:</i>	1,4 m hosszú, rozsdamentes acél, Inconel hattyúnyak beszívó nyílással. A szűrőház előtti szakasza 0,7 m hosszú, Apex (USA), 120 °C-ra fűtött csőbe helyezve.
<i>Vízleválasztás:</i>	2 l térfogatú, plexi kondenzvíz edény, majd 1 l térfogatú, plexi szilikagéllel töltött adszorbens oszlop.
<i>Leszívó egység és áramlás szabályozó:</i>	rotációs olaj vákuumszivattyú, 2,5 m ³ /h 380 Hgmm-en; saját fejlesztésű, automatikus szabályozású izokinetikus mintavevő rendszer, automatikus szabályozású motoros és proporcionális mágnesszeleppel a megkerülő ág szűkítésével történő szabályozáshoz.
<i>Gáztérfogat mérőkészülék:</i>	hőmérővel ellátott, hitelesített, távadós száraz membrános gázmérő óra, max. 2,5 m ³ /h.
<i>Alkalmazott mintavevő berendezés:</i>	MFC, kézi izokinetikus mintavevő
<i>Leszívó egység és áramlás szabályozó:</i>	rotációs olaj vákuumszivattyú, 2,5 m ³ /h 380 Hgmm-en; kézi szabályozású fő elzáró és keringető szelepekkel
<i>Gáztérfogat mérőkészülék:</i>	hitelesített száraz gázóra, max. 2,5 m ³ /h.
<i>Hőmérséklet mérése:</i>	K-típusú (NiCr-Ni) termoelemmel

Tömegmérés:

A szűrőanyagok megfelelő kondicionálását követően a tömegmérést Sartorius R200 típusú analitikai mérlegen (E 2 pontossági osztályú, automata kiegyensúlyozású elektronikus mérleg, terhelhetőség 0-42/200 g, felbontás $\pm 0,01/0,1$ mg) végeztük el, referencia szűrőlapok tömegváltozásának figyelembe vételével.

Az eredmények számítógépes feldolgozása:

Az egyes impaktor fokozatok által leválasztott részecske frakció aerodinamikai részecske átmérőjét a WinCIDRS (Cyclone / Impactor Data Reduction System) szoftver (Copyright 1996, 1997, 1998 J. D. McCain) segítségével határoztuk meg. A program a számítás során figyelembe veszi az áramló közeg viszkozitását, sebességét valamint az alkalmazott impaktor geometriai jellemzőit.

3.9. **A PM10 koncentráció meghatározása**

Alkalmazott szabvány:

US EPA 201A:2010 Determination of PM10 and PM2.5 emissions from Stationary sources (Constant Sampling Rate Procedure)

A mérési módszer elve:

A PM10 koncentrációt a kéménybe elhelyezett (In-situ módszer) ciklonos előleválasztó segítségével határoztuk meg. A módszer a részecskék tehetetlenségi mozgását használja fel a részecskeméret szerinti elválasztáshoz. A PM10 koncentráció a szűrőlapon leválasztott részecskék tömegének mérésel történő meghatározása alapján (gravimetriás módszer) történik. A mintavételi sebesség beállítását – a választott beszívó nyílás keresztmetszetének figyelembe vételével - az indulás előtt mért izokinetikus paraméterek alapján végezzük. Tekintettel arra, hogy a ciklon részecskeméret leválasztása függ a gázáramlási sebességtől, a mintavétel előtt mért izokinetikus paraméterek alapján meghatározott mintavételi sebességen a mintavétel során nem változtattunk.

Mintavételi és mérési jellemzők:

Szonda: Apex (USA) 3 m hosszú, programozottan fűthető, rozsdamentes acél, Pitot-csővel (füstgáz dinamikus és statikus nyomásának mérése) és K-típusú (NiCr-Ni) termoelemmel

Porleválasztó: Apex PM10 ciklonos előleválasztó, beltéri végszűrővel

Leszívó egység és áramlás szabályozó: rotációs olaj vákuumszivattyú, 2,5 m³/h 380 Hgmm-en; saját fejlesztésű, automatikus szabályozású izokinetikus mintavevő rendszer, automatikus szabályozású motoros és proporcionális mágnesszeleppel a megkerülő ág szűkítésével történő szabályozáshoz

Gáztérfogató mérőműszer: hőmérővel ellátott, hitelesített, távadós száraz membrános gázmérő óra, max. 2,5 m³/h.

PM10 ciklon jellemzői:

Gyártó: APEX, USA
Típus: PM10-K
Ciklon átmérő: 44,5 mm
Végszűrő: Whatmann 934AH mikroszálalás üveg, Ø47 mm
Beszívó sorozat: 12-részes, Ø 3,18 3,45 3,81 4,17 4,57 5,00 5,46
5,92 6,71 7,62 8,69 9,91 mm
Beépítés: hosszabbított Pitot-cső alkalmazásával

Tömegmérés:

A szűrőanyagok megfelelő kondicionálását követően a tömegmérést Sartorius R200 típusú analitikai mérlegén (E 2 pontossági osztályú, automata kiegyensúlyozású elektronikus mérleg, terhelhetőség 0-42/200 g, felbontás ±0,01/0,1 mg) végeztük el, referencia szűrőlapok tömegváltozásának figyelembe vételével. A mintavételt megelőzően a szűrőanyagokat 180 °C-on hőkezeltük, majd a mintavétel után a felhasznált és legalább 3 db referencia szűrő anyagot 160 °C-on szárítottuk.

3.10. Elemek meghatározása szilárd szennyezőanyagokban

Alkalmazott szabványok:

MSZ 13-177:1992 (visszavont szabvány)	Technológiai légszennyező források vizsgálata. Szilárd szennyezőanyagokban (porok) 35 elem meghatározása
MSZ 21853-3:1989	Légszennyező források vizsgálata. A szilárdanyag-emisszió meghatározása

A mérési módszer elve:

A füstgázból vagy véggázból izokinetikusan leszívott minta (a részgázáram iránya és sebessége megegyezik a beszívási ponton lévő gázáram irányával és sebességével) szilárd anyag tartalma szűrőanyagon kerül leválasztásra, majd az elemek meghatározása induktív csatolású plazma atomemissziós (ICP-AES) vagy tömegspektrometriás (ICP-MS) módszerrel történik.

Mintavételi és mérési jellemzők:

Az előző fejezetben ismertetettek szerint.

Elemző laboratórium: Bálint Analitika Kft. (ICP-MS)

3.11. Nátrium-hidroxid és króm vegyületek meghatározása

Alkalmazott szabvány:

MSZ 13-177:1992 (visszavont szabvány)	Technológiai légszennyező források vizsgálata. Szilárd szennyezőanyagokban (porok) 35 elem meghatározása.
MSZ 21853-3:1989	Légszennyező források vizsgálata. A szilárdanyag-emisszió meghatározása

A mérési módszer elve:

A füstgázból vagy véggázból izokinetikusan leszívott minta (a részgázáram iránya és sebessége megegyezik a beszívási ponton lévő gázáram irányával és sebességével) szilárd anyag tartalma szűrőanyagon kerül leválasztásra, majd az elemek meghatározása induktív csatolású plazma atom emissziós (ICP-AES) vagy tömegspektrometriás (ICP-MS) módszerrel történik.

A vizsgálat során feltételeztük, hogy a szűrőanyagon leválasztott összes nátrium nátrium-hidroxid formájában van jelen.

Mintavételi és mérési jellemzők:

<i>Szonda:</i>	L = 0,6 m hosszúságú, titán, BME, külső téri plexi szűrőtartóval.
<i>Szűrőanyag:</i>	SKC Ø 47 mm átmérőjű kvarcszálalású síkszűrő. A szűrőanyag leválasztó határfoka 0,3 µm-es részecskékre 20 °C-on 99,9 %.
<i>Szivattyú:</i>	GAST (USA) membrán, maximális szállítás: 3,4 m ³ /h.
<i>Teljesítmény szabályozás:</i>	Megkerülő ág fojtása kézi túszeleppel, a rotaméter kijelzése alapján.
<i>Gázmérő:</i>	Itrón, G1,6 RF1, száraz, membrános gázóra (0,016 – 1,6 m ³ /h) OMH hitelesítéssel.
<i>Áramlási sebesség és hőmérséklet mérés:</i>	5.2. fejezet szerint.

Elemző laboratórium: Bálint Analitika Kft. (ICP-MS)

3.12. Toxikus fémek meghatározása

Alkalmazott szabványok:

- MSZ EN 14385:2004 Helyhez kötött légszennyező források kibocsátása.
Az **As, Cd, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Tl** és **V** összes emissziójának meghatározása.
- MSZ EN 13211:2001 Levegőminőség. Helyhez kötött légszennyező források.
Az összes **higany**koncentráció meghatározása kézi módszerrel

A mérési módszer elve:

Az alkalmazás során feltételezzük, hogy az illékonyabb toxikus fémek részecske és gőz formában is jelen lehetnek a füstgázban. Ezért először az izokinetikusan leszívott minta (a részgázáram iránya és sebessége megegyezik a beszívási ponton lévő gázáram irányával és sebességével) szilárd anyag tartalma szűrőanyagon kerül leválasztásra, majd a gőzöket elnyelető oldatokba vezetjük. H₂O₂-ot tartalmazó salétromsavas oldatban történik az ionos formában lévő fémek megkötése, majd a higanyt kénsavas kálium-permanganát oldatban nyeletjük el.

A minták fémtartalmának meghatározása atomspektroszkópos (ICP-MS ill. Hg OES) módszerekkel történik.

Mintavételi és mérési jellemzők: (4. melléklet)

- Szonda:** L = 1,4 m hosszúságú, fűthető Apex (USA), S-típusú Pitot-csővel (K_{Pt} = 0,84) és K-típusú (NiCr-Ni) termoelemmel, üveg bélésűvel.
- Szűrőanyag:** Palflex, Ø82,6 mm, kvarcszálalás síkszűrő, melynek szilárd anyag leválasztó hatásfoka 0,3 µm-es részecskékre 20 °C-on 99,5 %, üveg szűrőházban elhelyezve.
- Szűrőház:** Apex, kültéri, fűtött.
- Elnyelető oldat:** 4. melléklet szerint.
- Szivattyú:** GAST (USA) membrán, maximális szállítás: 3,4 m³/h.
- Teljesítmény szabályozás:** Apex MC-572 kézi izokinetikus szabályozó egységgel, szűkítéses áramlásmérőhöz kapcsolódó ferdecsoves manométer jele alapján.
- Gázmérő:** beépített száraz, membrános, tanúsított gázóra (0,016 – 2,4 m³/h).

Elemző laboratórium: Wessling Hungary Kft.

3.13. Poliklórozott dibenzo-dioxinok és dibenzo-furánok meghatározása

Alkalmazott szabvány:

MSZ EN 1948-1:2006 Helyhez kötött légszennyező források emissziója.
A PCDD-k, a PCDF-ek és a dioxin típusú PCB-k tömegkoncentrációjának meghatározása. 1. rész: A PCDD-k/PCDF-ek mintavétele

A mérési módszer elve:

A mérési módszer jellemzője, hogy feltételezi, hogy az egyes dibenzo-dioxinok és dibenzo-furánok részecske és gőz formában is jelen lehetnek a füstgázban. A szűrő-hűtő módszer alkalmazásával először az izokinetikusan leszívott minta (a részgázáram iránya és sebessége megegyezik a beszívási ponton lévő gázáram irányával és sebességével) szilárd anyag tartalma szűrőanyagon kerül leválasztásra, majd hűtéssel kondenzáltatjuk a füstgáz nedvesség tartalmát. A kondenzátumban lévő dioxin és furán vegyületek XAD adszorbensen kerülnek megkötésre.

Az egyesített minta dibenzo-dioxin és dibenzo-furán tartalmának meghatározása gáz-kromatográfiás elválasztást követően nagyfelbontású tömegspektrométerrel (HR-GC-MS) történik.

Mintavételi és mérési jellemzők:

A dioxinok mintavételére a szűrő-hűtő módszert alkalmaztuk. A mintavételi elrendezést és az egyes részegységek jellemzőit külön mellékletben szoktuk bemutatni.

A mintavétel összesítő adatai külön mellékletben szoktuk bemutatni.

Elemző laboratórium: Környezettechnológia Kft.

3.14. PAH vegyületek meghatározása

Alkalmazott szabvány:

ISO 11338-1:2003 PAH vegyületek mintavétele

A mérési módszer elve:

A mérési módszer jellemzője, hogy feltételezi, hogy az egyes PAH vegyületek részecske és gőz formában is jelen lehetnek a füstgázban. A szűrő-hűtő módszer alkalmazásával először az izokinetikusan leszívott minta (a részgázáram iránya és sebessége megegyezik a beszívási ponton lévő gázáram irányával és sebességével) szilárd anyag tartalma szűrőanyagon kerül leválasztásra, majd hűtéssel kondenzáltatjuk a füstgáz nedvesség tartalmát. A kondenzátumban lévő PAH vegyületek XAD adszorbensen kerülnek megkötésre.

Az egyesített minta policiklusos aromás szénhidrogén tartalmának meghatározása gáz-kromatográfiás elválasztást követően nagyfelbontású tömegspektrométerrel (HR-GC-MS) történik.

Mintavételi és mérési jellemzők:

A PAH vegyületek meghatározása a dioxinok méréséhez kapcsolatosan történik. A mintavételi elrendezést és az egyes részegységek jellemzőit lásd ott.

Elemző laboratórium: Környezettechnológia Kft.

3.15. Sósav és hidrogén-fluorid meghatározása

Alkalmazott szabványok:

- MSZ EN 1911:2011 Helyhez kötött légszennyező források kibocsátása. Gáz-halmazállapotú kloridok sósavként megadott tömegkoncentrációjának meghatározása. Szabványos referencia-módszer.
- US EPA CARB 421:1991 Determination of gaseous chloride and fluoride emissions from stationary sources

A mérési módszer elve:

Az MSZ EN 1911:2011 szabvány a sósavat ioncserélt vízben, a US EPA CARB 421:1991 szabvány a sósavat és a hidrogén-fluoridot enyhén lúgos karbonátos oldatban történő elnyeletés után méri. Folyadékcspepeket tartalmazó füstgáz vagy véggáz esetén izokinetikus leszívást kell alkalmazni. Az elnyelető oldatok elemzésére ionkromatográfiás (IC) módszerrel történik.

A módszerrel kapcsolatban tudni kell, hogy a 150 °C-ra fűtött szűrőn áthaladó, vízdaható sókat hidrogén-kloridként illetve hidrogén-fluoridként méri.

A mintavétel jellemzése:

- Szonda és porszűrő: 1 m hosszú titán szonda, kültéri, 150 °C-ra fűtött Apex (USA) szűrőházzal és Ø 47 mm-es kvarcszálal szűrőlappal, amely titán szűrőtartóban helyezkedik el.
- Elnyelető oldat: 2 x 50 ml NaHCO₃ – Na₂CO₃ oldat.
- Mintavevő szivattyú: saját fejlesztésű, rotaméterrel ellátott, akkumulátoros membrán pumpa, 0,2 – 2,0 l/perc szállítással.
- Mintavételi sebesség: kb. 2 l/perc.
- Gázmérő óra: Itrón, G1,6 RF1 típus, 0,016-1,6 m³/h.

Elemző laboratórium: Környezettechnológia Kft.

3.16. Hidrogén-fluorid meghatározása

Alkalmazott szabvány:

ISO 15713:2006 Stationary source emissions – Sampling and determination of gaseous fluoride content.

A mérési módszer elve:

A füstgáz vagy véggáz hidrogén-fluorid tartalmának meghatározása nátrium-hidroxid oldatban történő elnyeletést követően ionszelektív elektróddal (potenciometriás elektroanalitikai módszer) történik. Folyadékcspepeket tartalmazó füstgáz vagy véggáz esetén izokinetikus leszívást kell alkalmazni.

A módszerrel kapcsolatban tudni kell, hogy a szűrőn áthaladó, vízdoldható sókat hidrogén-fluoridként méri.

A mintavétel jellemzése:

Szonda és porszűrő: Ø6/4 mm-es polietilén szonda, Ø50 mm kültéri polikarbonát szűrőtartóval, Ø 47 mm-es kvarcszálal szűrőlappal.

Elnyelető oldat: 2 x 50 ml 0,1 mol/l nátrium-hidroxid-oldat, nagysűrűségű PE elnyeletőkben.

Mintavevő szivattyú: saját fejlesztésű, rotaméterrel ellátott, akkumulátoros membrán pumpa, 0,3 – 2,0 l/perc szállítással.

Mintavételi sebesség: kb. 1,5 l/perc.

Gázmérő óra: Itrón, G1,6 RF1 típus, 0,016-1,6 m³/h.

Elemző laboratórium: Környezettechnológia Kft.

3.17. Kén-dioxid meghatározása (referencia módszer)

Alkalmazott szabvány:

MSZ EN 14791:2006 Helyhez kötött légszennyező források emissziója.
(visszavont szabvány) A **kén-dioxid** tömegkoncentrációjának meghatározása. Referencia módszer

A mérési módszer elve:

A füstgáz vagy véggáz kén-dioxid tartalmának meghatározása hidrogén-peroxid oldatban történő elnyeletést követően ionkromatográfiás (IC) módszerrel történik.

A mintavétel jellemzése:

Szonda és porszűrő: 1 m hosszú titán szonda, kültéri, 150 °C-ra fűtött Apex (USA) szűrőházzal és Ø 47 mm-es kvarcszálal szűrőlappal, amely titán szűrőtartóban helyezkedik el.

Elnyelető oldat: 2 x 50 ml 0,3%-os H₂O₂ oldat.

Mintavevő szivattyú: saját fejlesztésű, rotaméterrel ellátott, akkumulátoros membrán pumpa, 0,2 – 2,0 l/perc szállítással.

Mintavételi sebesség: kb. 2 l/perc.

Gázmérő óra: Itrón, G1,6 RF1 típus, 0,016-1,6 m³/h.

Elemző laboratórium: Környezettechnológia Kft.

3.18. Kénsav meghatározása

Alkalmazott szabvány:

MSZ 13-173:1991 Technológiai légszennyező források vizsgálata.
Kénsav- és kén-trioxid emisszió meghatározása.

A mérési módszer elve:

A kénsav meghatározása a mintázandó gáz tulajdonságaitól függően üvegszálás szűrőlapon történő leválasztással és/vagy desztillált vízben történő elnyeletéssel történik.

Folyadékcspepeket tartalmazó füstgáz vagy véggáz esetén izokinetikus leszívást kell alkalmazni, ekkor a szonda és a szűrőház is fűtött.

A szűrőanyag és az elnyelető oldat elemzése sav-bázis titrálással, vagy amikor szulfát sók jelenléte nem valószínű, ionkromatográfiás (IC) módszerrel történik.

A mintavétel jellemzése:

Szonda: 0,7 m hosszúságú, fűthető Apex (USA), S-típusú Pitot-csővel ($K_{Pt} = 0,84$) és K-típusú (NiCr-Ni) termoelemmel, rozsdamentes acél béléscsővel.

Szonda: 6/4 mm átmérőjű teflon cső.

Szűrőanyag: Palflex, Ø82,6 mm, üvegszálás síkszűrő, melynek szilárd anyag leválasztó határfoka 0,3 µm-es részecskékre 20 °C-on 99,5 %.

Szűrőház: Apex, kültéri, 120 °C-ra fűtött.

Elnyelető oldat: 2 x 100 ml ionmentes víz.

Elnyelető oldat: 2 x 50 ml ionmentes víz.

Szivattyú: GAST (USA) membrán, maximális szállítás: 3,4 m³/h.

Szivattyú: saját fejlesztésű, rotaméterrel ellátott, akkumulátoros membrán pumpa, 0,3 – 2,0 l/perc szállítással.

Teljesítmény szabályozás: Apex MC-572 kézi izokinetikus szabályozó egységgel, szűkítéses áramlásmérőhöz kapcsolódó ferdecsőves manométer jele alapján.

Mintavételi seb.: kb. 2 l/perc.

Gázmérő: beépített száraz, membrános, tanúsított gázóra (0,016 – 2,4 m³/h).

Gázmérő: Itrón, G1,6 RF1 típus, 0,016-1,6 m³/h.

Elemző laboratórium: Környezettechnológia Kft.

3.19. Foszforsav meghatározása

Alkalmazott szabvány:

MSZ 13-160:1989 Technológiai légszennyező források vizsgálata.
Foszfor (V) vegyületek emissziójának meghatározása.

A mérési módszer elve:

A foszforsav meghatározása NaOH oldatban történő elnyeletést követően laboratóriumi foszfor-vanado-molibdát komplex képzés után spektrofotometriás módszerrel történik.

Folyadékcspepeket tartalmazó füstgáz vagy véggáz esetén izokinetikus leszívást kell alkalmazni, ekkor a szonda és a szűrőház is fűtött.

Amikor a mintából több vízoldható anion is meghatározásra kerül, ionmentes vizes elnyeletést alkalmazunk és a laboratóriumi elemzés ekkor, ionkromatográfia (IC).

A mintavétel jellemzése:

Szonda: 6/4 mm átmérőjű teflon cső.

Elnyelető oldat: 2 x 50 ml 0,1 M/l NaOH oldat.

Elnyelető oldat: 2 x 50 ml ionmentes víz.

Szivattyú: saját fejlesztésű, rotaméterrel ellátott, akkumulátoros membrán pumpa,
0,3 – 2,0 l/perc szállítással.

Mintavételi seb.: kb. 2 l/perc.

Gázmérő: Itrón, G1,6 RF1 típus, 0,016-1,6 m³/h.

Elemző laboratórium: Környezettechnológia Kft.

3.20. Illékony szerves vegyületek szakaszos meghatározása

Alkalmazott szabvány:

MSZ EN 13649:2002 Helyhez kötött légszennyező források emissziója.
(visszavont szabvány) Az egyedi gázállapotú szerves vegyületek tömegkoncentrációjának meghatározása. Aktív szenes és oldószer-deszorpció módszer.

A mérési módszer elve:

A mérendő vegyületek várható mennyisége és minősége szerint megválasztott adszorbensen átszívott véggáz minta illékony szerves vegyületeinek meghatározása a megfelelő leoldást követően GC-MS (gázkromatográfia tömegspektrometriás detektálással) módszerrel történik.

A mintavétel jellemzése:

Szonda és porszűrő: 6/4 mm átmérőjű teflon cső, porszűrő anyagként az adszorbens előtti üvegszálás dugó szolgált. VAGY
6/4 mm átmérőjű teflon cső, kültéri teflon szűrőházzal és Ø 47 mm-es üvegszálás szűrőlappal. VAGY (VAGY MÁS!)
rozsdamentes acél szonda, porszűrő anyagként az adszorbens előtti üvegszálás dugó szolgált.
rozsdamentes acél szonda, kültéri, 120 °C-ra fűtött Tecora (Olaszország) szűrőházzal és Ø 25 mm-es üvegszálás szűrőlappal.

Megkötő anyag: SKC Anasorb CSC aktív szén, 400+200 mg töltet, 2 db cső sorba kötve. Mintavétel előtt és után hűtve tárolva.
VAGY (VAGY MÁS!)
SKC Anasorb CSC aktív szén, 400+200 mg töltet, sorba kötve
SKC Anasorb 747 (400+200 mg) speciális aktív szénrel, melyet kis szénatomszámú alkoholok és az aceton hatékony megkötésére fejlesztettek ki. Mintavétel előtt és után hűtve tárolva.

Mintavevő szivattyú: saját fejlesztésű, rotaméterrel ellátott, akkumulátoros membrán pumpa, 0,2 – 2,0 l/perc szállítással.

Mintavételi sebesség: kb. 0,2 l/perc.

Mintavételi sebesség pontos beállítása: DryCal DC-Lite digitális áramlásmérő segítségével
Gyártó: BIOS (USA); típus: DCL-M; 10 ml/perc – 12 l/perc.

Gázmérő óra: Itrón, G1,6 RF1 típus, 0,016-1,6 m³/h.

Elemző laboratórium: Bálint Analitika Kft VAGY Wessling Hungary Kft VAGY Környezettechnológia Kft.

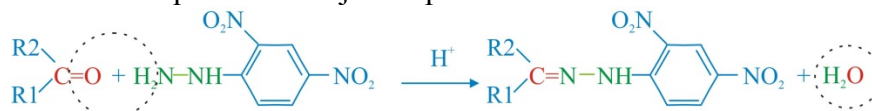
3.21. Aldehidek meghatározása adszorpciós módszerrel

Alkalmazott szabvány:

MSZ 13-144:1989 Technológiai légszennyező források vizsgálata.
Aldehidek emissziójának meghatározása.

A mérési módszer elve:

A mérési módszer aldehidek és ketonok karbonil csoportjának 2,4-dinitrofenil-hidrazinnal történő alábbi származékképzési reakcióján alapul:



A mintavétel során képződött stabil, színes hidrazon származékot acetonitrillel oldják le, az elemzés HPLC-UV (folyadék-kromatográfia UV detektálással) módszerrel történik.

A mintavétel jellemzése:

Szonda és porszűrő: rozsdamentes acél szonda, kültéri, 120 °C-ra fűtött Tecora (Olaszország) szűrőházzal és Ø 25 mm-es üvegszálás szűrőlappal.
Megkötő anyag: SKC Cat. No. 226-119, 2,4-dinitrofenil-hidrazinnal kezelt szilikagél, 300+150 mg töltet, 2 db cső sorba kötve, vagy egyedül.
Mintavétel előtt és után hűtve tárolva, fénytől védve.
Mintavevő szivattyú: saját fejlesztésű, rotaméterrel ellátott, akkumulátoros membrán pumpa, 0,2 – 2,0 l/perc szállítással.
Mintavételi sebesség: kb. 0,3 l/perc.
Mintavételi sebesség pontos beállítása: DryCal DC-Lite digitális áramlásmérő segítségével
Gyártó: BIOS (USA); típus: DCL-M; 10-12 000 ml/perc.
Gázmérő óra: Itrón, G1,6 RF1 típus, 0,016-1,6 m³/h.

Elemző laboratórium: Környezettechnológia Kft.

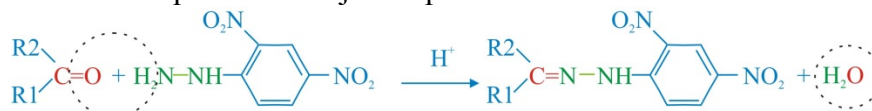
3.22. Aldehidek meghatározása elnyeletéses módszerrel

Alkalmazott szabvány:

MSZ 13-144:1989 Technológiai légszennyező források vizsgálata.
Aldehidek emissziójának meghatározása.

A mérési módszer elve:

A mérési módszer aldehidek és ketonok karbonil csoportjának 2,4-dinitrofenil-hidrazinnal történő alábbi származékképzési reakcióján alapul:



A mintavétel során képződött stabil, színes hidrazon származékot a szerves fázis elválasztását követően acetonitrillel oldják, az elemzés HPLC-UV (folyadék-kromatográfia UV detektálással) módszerrel történik.

A képződött hidrazon stabilitásának növelése végett – VDI 3862-7:2004 módszert figyelembe véve – közvetlenül a mintavétel után 10 ml széntetrakloridot adunk az elnyelető oldatokhoz.

A módszer alkalmas magas vízgőz tartalmú véggázok mintázására is.

A mintavétel jellemzése:

- Szonda és porszűrő: 150 °C-ra fűtött titán szonda, kültéri, 150 °C-ra fűtött Apex (USA) szűrőházzal és Ø 47 mm-es kvarcszálal szűrőlappal.
- Megkötő anyag: az elemző laboratórium által készített, CCl₄ extrahálással tisztított, sósavas 2,4-dinitrofenil-hidrazin oldat.
Mintavétel előtt és után 15 °C alatt tárolva, fénytől védve.
- Mintavevő szivattyú: saját fejlesztésű, rotaméterrel ellátott, akkumulátoros membrán pumpa, 0,2 – 2,0 l/perc szállítással.
- Mintavételi sebesség: kb. 1,0 l/perc (kezdetben 1,6 l/perc, a habzás miatt lecsökkentve).
- Mintavételi sebesség pontos beállítása: DryCal DC-Lite digitális áramlásmérő segítségével
Gyártó: BIOS (USA); típus: DCL-M; 10-12 000 ml/perc.
- Gázmérő óra: Itrón, G1,6 RF1 típus, 0,016-1,6 m³/h.

Elemző laboratórium: Környezettechnológia Kft.

3.23. Ammónia meghatározása

Alkalmazott szabvány:

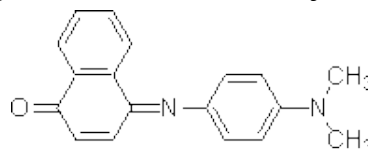
MSZ 21853-22:1999 Légszennyező források vizsgálata. Az ammónia emisszió meghatározása.

A mérési módszer elve:

Az ammónia hipoklorit-ionnal klóramint képez: $\text{NH}_3 + \text{OCl}^- \rightarrow \text{NH}_2\text{Cl} + \text{OH}^-$.

A hipoklorit-iont in-situ módon, nátrium-diklór-izocianurát lúgos hidrolízise során állítják elő.

A klóramin Na-nitrozil-pentaciano-ferrát (nitropruszid-Na) jelenlétében Na-szaliciláttal **indofenol kék** elnevezésű vegyületet hoz létre:



A színeképző Nessler reagens a kationok – elsősorban Ca és Mg – zavaró hatásának kiküszöbölése végett trinátrium-citrátot tartalmaz. Az ammóniával arányos mennyiségű indofenol kék fényelnyelését a 672,0 nm hullámhosszon mérik.

A módszerrel kapcsolatban tudni kell, hogy ammóniaként határozza meg az ammónián túl az összes olyan vegyületet, amely a mintavétel alatt a porszűrőn áthalad, majd az elnyelető oldatban ammóniumionokat képez.

A mintavétel jellemzése:

- Szonda és porszűrő: rozsdamentes acél szonda, kültéri, 120 °C-ra fűtött Tecora szűrőházzal és Ø 25 mm-es üvegszál szűrőlappal.
- Szonda és porszűrő: rozsdamentes acél szonda, kültéri, 180 °C-ra fűtött, 4 µm-es pórusméretű szinterelt kerámia porszűrővel és NiCr-Ni füstgáz termoelemmel (M+C, PSP 4000 H/C típus).
- Szonda és porszűrő: Ø6/4 mm-es teflon szonda, Ø50 mm kültéri polikarbonát szűrőtartóval, Ø 47 mm-es üvegszál szűrőlappal.
- Elnyelető oldat: 2 x 50 ml 0,05 mólos kénsav oldat.
- Mintavevő szivattyú: saját fejlesztésű, rotaméterrel ellátott, akkumulátoros membrán pumpa, 0,2 – 2,0 l/perc szállítással.
- Mintavételi sebesség: kb. 2 l/perc.
- Gázmérő óra: Itrón, G1,6 RF1 típus, 0,016-1,6 m³/h.
- Elemző laboratórium: Wessling Hungary Kft.

3.24. Fenol meghatározása

Alkalmazott szabvány:

MSZ 13-127:1989 Technológiai légszennyező források vizsgálata.
Fenol vegyületek emissziójának meghatározása.

A mérési módszer elve:

Az XAD-7 adszorbensen átszívott véggáz vagy füstgáz minta fenol tartalmának meghatározása metanollal történő leoldást követően GC-MS (gázkromatográfia tömegspektrometriás detektálással) módszerrel történik. (Aktívszénről a szokásos szén-diszulfidos leoldással a fenol nem mérhető!)

A mintavétel jellemzése:

Szonda és porszűrő: rozsdamentes acél szonda, 120 °C-ra fűtött Tecora (Olaszország) szűrőházzal és Ø 25 mm-es üvegszálal szűrőlappal.

Megkötő anyag: SKC, Cat. No. 226-95 XAD-7; 100+50 mg.
A P34 pontforrás mérésekor 2 db sorba kötve.

Mintavevő szivattyú: saját fejlesztésű, rotaméterrel ellátott, akkumulátoros membrán pumpa, 0,2 – 2,0 l/perc szállítással.

Mintavételi sebesség: kb. 0,3 l/perc.

Gázmérő óra: Itrón, G1,6 RF1 típus, 0,016-1,6 m³/h.

Elemző laboratórium: Wessling Hungary Kft.

3.25. Alifás aminok meghatározása

Alkalmazott szabvány:

MSZ 13-122:1988 Technológiai légszennyező források vizsgálata.
Alifás aminok emissziójának meghatározása.

A mérési módszer elve:

A szilikagél adszorbensen (eltérés a szabványtól a NIOSH 2010 figyelembe vételével, mivel a Chromosorb 103 már nem elérhető) átszívott véggáz vagy füstgáz minta alifás aminok tartalmának meghatározása kénsavas metanollal történő leoldást követően GC-FID (gázkromatográfia lángionizációs detektálással) módszerrel történik.

A mintavétel jellemzése:

Szonda és porszűrő: rozsdamentes acél szonda, 120 °C-ra fűtött Tecora (Olaszország)
szűrőházzal és Ø 25 mm-es üvegszálal szűrőlappal.

Megkötő anyag: SKC, Cat. No. 226-10-03 szilikagél; 400+200 mg.
A minta hűtve tárolva.

Mintavevő szivattyú: saját fejlesztésű, rotaméterrel ellátott, akkumulátoros membrán pumpa,
0,2 – 2,0 l/perc szállítással.

Mintavételi sebesség: kb. 0,6 l/perc.

Gázmérő óra: Itrón, G1,6 RF1 típus, 0,016-1,6 m³/h.

Elemző laboratórium: Környezettechnológia Kft.

3.26. N,N-Dimetil-etil-amin meghatározása (nem akkreditált)

Figyelmebe vett szabványok:

MSZ 13-122:1988	Technológiai légszennyező források vizsgálata. Alifás aminok emissziójának meghatározása.
MSZ EN 13649:2002 (visszavont szabvány)	Helyhez kötött légszennyező források emissziója. Az egyedi gázállapotú szerves vegyületek tömegkoncentrációjának meghatározása. Aktív szén és oldószer-deszorpció módszer.
OSHA PV2060	Triethylamine, trimethylamine

A mérési módszer elve:

A 10 % foszforsavval impregnált XAD-7 adszorbensen átszívott véggáz vagy füstgáz minta N,N-Dimetil-etil-amin tartalmának meghatározása metanol és víz 1:1 arányú eleggyel történő leoldást követően NaOH és metanol 1:4 arányú elegy hozzáadása után GC-FID (gázkromatográfia lángionizációs detektálással) módszerrel történik.

Mintavétel jellemzése:

Szonda és porszűrő:	Ø16 mm rozsdamentes acél szonda, beltéri titán szűrőházzal, Ø10 x 50 mm-es üvegszálás szűrőhüvellyel.
Megkötő anyag:	SKC, Cat. No. 226-98 szilikagél; 80+40 mg. A minta hűtve tárolva.
Mintavevő szivattyú:	Sensydine Gilian LFS-113 Low Flow állandó sebességű (±5 rel.%).
Mintavételi sebesség:	kb. 0,2 l/perc.
Mintavételi sebesség pontos beállítása:	DryCal DC-Lite digitális áramlásmérő segítségével Gyártó: BIOS (USA); típus: DCL-M; 10 ml/perc – 12 l/perc.

Elemző laboratórium: Környezettechnológia Kft.

3.27. Anilinszármazékok meghatározása

Alkalmazott szabvány:

MSZ 13-141:1988 Technológiai légszennyező források vizsgálata.
Anilinszármazékok emissziójának meghatározása.

A mérési módszer elve:

Az XAD-2 adszorbensen átszívott véggáz vagy füstgáz minta anilinszármazékok tartalmának meghatározása metanollal történő leoldást követően HPLC-UV (folyadék kromatográfia UV spektroszkópos detektálással) módszerrel történik.

A mintavétel jellemzése:

Szonda és porszűrő: rozsdamentes acél szonda, 120 °C-ra fűtött Tecora (Olaszország) szűrőházzal és Ø 25 mm-es üvegszálal szűrőlappal.

Megkötő anyag: SKC, Cat. No. 226-30-06 XAD-2; 400+200 mg.
A minta hűtve tárolva.

Mintavevő szivattyú: saját fejlesztésű, rotaméterrel ellátott, akkumulátoros membrán pumpa, 0,2 – 2,0 l/perc szállítással.

Mintavételi sebesség: kb. 0,3 l/perc.

Gázmérő óra: Itrón, G1,6 RF1 típus, 0,016-1,6 m³/h.

Elemző laboratórium: Bálint Analitika Kft.

3.28. Diizocianátok meghatározása

Alkalmazott szabvány:

U.S. EPA CTM 36:2005 Method for measurement of isocyanate compounds in stack emissions

A mérési módszer elve:

A kürtőben vagy kéményben gőz és/vagy aeroszol formában jelenlévő diizocianát vegyületek (TDI, MDI, HDI, IPDI) meghatározása síkszűrőre felvitt 1-(2-piridil)-piperazinnal történő származékképzési reakción alapul. A származék meghatározása leoldást követően HPLC-UV (folyadék kromatográfia UV spektroszkópos detektálással) módszerrel történik.

A mintavétel jellemzése:

- Szonda: L = 0,6 ill. 1,2 m hosszúságú, 105 °C-ra fűtött Apex (USA), S-típusú Pitot-csővel ($K_{Pt} = 0,84$) és K-típusú (NiCr-Ni) termoelemmel, üveg bélésű csővel.
- Szűrőanyag: Palflex, Ø82,6 mm, kvarcszálalás síkszűrő, melynek szilárd anyag leválasztó hatásfoka 0,3 µm-es részecskékre 20 °C-on 99,5 %, üveg szűrőházban elhelyezve. A szűrőanyagra előzetesen az elemző laboratórium vitte fel acetonnal oldva az 1,2-PP reagenst. (Az impregnált szűrőt mintavétel előtt mélyhűtőben, mintavétel után hűtve tároltuk.)
- Szűrőház: Apex, kültéri, 105 °C-ra fűtött.
- Szivattyú: GAST (USA) membrán, maximális szállítás: 3,4 m³/h.
- Teljesítmény szabályozás: Apex MC-572 kézi izokinetikus szabályozó egységgel, szűkítéses áramlásmérőhöz kapcsolódó ferdecsőves manométer jele alapján.
- Mintavételi sebesség: kb. 10 l/perc, az izokinetikus követelmények szerint.
- Gázmérő: beépített száraz, membrános, tanúsított gázóra (0,016 – 2,4 m³/h).

Elemző laboratórium: Környezettechnológia Kft.

Amikor a véggáz szobahőmérséklet közeli és részecskéket nem tartalmaz:

- Szűrőanyag: 2 mg 1-(2-piridil)-piperazinnal impregnált 37 mm átmérőjű üvegszálalás síkszűrő, SKC gyártmány, Cat No.: 225-9002. (Az impregnált szűrőt mintavétel előtt mélyhűtőben, mintavétel után hűtve tároltuk.)
- Szivattyú: SKC Sidekick állandó sebességű (±5 rel.%).
- Mintavételi sebesség: 1 l/perc, maximális mintatérfogat: 15 liter.
- Mintavételi sebesség beállítása: DryCal DC-Lite digitális áramlásmérő segítségével
Gyártó: BIOS (USA); típus: DCL-M; 10-12 000 ml/perc.

3.29. Hidrogén-cianid meghatározása

Alkalmazott szabvány:

MSZ 21853-25:1999	Légszennyező források vizsgálata. A hidrogén-cianid emisszió meghatározása.
U.S. EPA CTM 36:2005	Method for measurement of isocyanate compounds in stack emissions

A mérési módszer elve:

A füstgáz vagy véggáz hidrogén-cianid tartalmának meghatározása nátrium-hidroxid oldatban történő elnyeletést követően spektrofotometriás módszerrel történik. A módszer hidrogén-cianid formájában határozza meg az összes olyan vegyületet, amely a porszűrőn áthaladva az elnyelető oldatban cianidot képez.

Az elnyelető oldat lúgosságának lecsökkenése az EPA szabványnak megfelelően az elnyelető oldatokba tett 5-5 csepp Alizarin-sárga indikátorral követhető nyomon.

A mintavétel jellemzése:

Szonda és porszűrő:	1 m hosszú titán szonda, kültéri, 150 °C-ra fűtött Apex (USA) szűrőházzal és Ø 47 mm-es kvarcszálal szűrővel, amely titán szűrőtartóban helyezkedik el.
Elnyelető oldat:	2 x 50 ml 1 mólos NaOH oldat.
Mintavevő szivattyú:	saját fejlesztésű, rotaméterrel ellátott, akkumulátoros membrán pumpa, 0,2 – 2,0 l/perc szállítással.
Mintavételi sebesség:	kb. 2 l/perc.
Gázmérő óra:	Itrón, G1,6 RF1 típus, 0,016-1,6 m ³ /h.
<u>Elemző laboratórium:</u>	Környezettechnológia Kft.

3.30. Gőzfázisú higany meghatározása

A mintavétel során alkalmazott szabvány:

US EPA 30B:2014 Gőzfázisú higany mintavétele

A mérési módszer elve:

A Carulite adszorbens töltet fém-oxidjai az átszívott levegő minta higany gőz tartalmát megkötik. Az adszorbens töltet savas feltárását követően, a mintához ón-klorid oldat hozzáadásával felszabadított higany gőz elemzése hideggőzös atomabszorpciós spektrofotometriás módszerrel történik.

A mintavétel jellemzése:

Megkötő anyag: SKC Anasorb C300 típus, Cat No.: 226-17-3A,
méret: ϕ 8 x 110 mm, 500 mg Carulite töltet.

Mintavevő szivattyú: saját fejlesztésű, rotaméterrel ellátott, akkumulátoros membrán pumpa,
0,2 – 2,0 l/perc szállítással.

Mintavételi sebesség: kb. 1,0 l/perc.

Gázmérő óra: Itrón, G1,6 RF1 típus, 0,016-1,6 m³/h.

Elemző laboratórium: Wessling Hungary Kft.

3.31. Illékony szerves savak meghatározása

Alkalmazott szabványok:

MSZ 13-153:1989	Technológiai légszennyező források vizsgálata. Hangyasav emisszió meghatározása
MSZ 13-154:1989	Technológiai légszennyező források vizsgálata. Ecetsav emisszió meghatározása

A mérési módszer elve:

A szűrőanyagon keresztül leszívott véggáz mintát a pontforrás jellemzőinek függvényében 0,1 M/l NaOH oldatban vagy desztillált vízben nyeletjük el. A szerves sav mennyiségét sav-bázis titrálással vagy IC-CD módszerrel (ionkromatográf vezetőképességi detektorral) határozzuk meg. IC elemzést választva – a laboratóriumi elemzés támogatása végett, (különösen, ha sósavat és hidrogén-fluoridot is mérünk ugyanabból a mintából) - a desztillált víz helyett 0,001 M Na₂CO₂ és NaHCO₃ 1:1 arányú elegye is alkalmazható.

A mintavétel jellemzése:

Szonda és porszűrő:	6 mm külső átmérőjű rozsdamentes acél szonda, kültéri teflon szűrőházzal és Ø 47 mm-es üvegszálas szűrőlappal.
Elyelető oldat:	2 x 50 ml 0,001 M Na ₂ CO ₂ és NaHCO ₃ 1:1 arányú elegye.
Mintavevő szivattyú:	saját fejlesztésű, rotaméterrel ellátott, akkumulátoros membrán pumpa, 0,2 – 2,0 l/perc szállítással.
Mintavételi sebesség:	kb. 2 l/perc.
Gázmérő óra:	Itrón, G1,6 RF1 típus, 0,016-1,6 m ³ /h.

Elemző laboratórium: Környezettechnológia Kft.

3.32. A feketedési szám meghatározása Bacharach módszerrel

Alkalmazott szabvány:

MSZ ISO 11042-1:1998 7.8. szakasz: Gázturbinák. Légszennyező anyag kibocsátás.
1. rész: Mérés és értékelés

A mérési módszer elve:

Koromszám-mérő pumpa segítségével füstgáz mintát szívunk át egy fehér szűrőlap csíkon, majd a szűrőlapon keletkező folt feketedésének mértékét 9 pontos etalon skálához hasonlítva állapítjuk meg, szemrevételezés alapján, 0,5 skála pontossággal.

Mintavételi és mérési jellemzők:

Koromszám-mérő pumpa:	Gyártó: Testo, típus: 0632.0307.
Beszívások száma:	10 db, ekkor a minta mennyisége 1,4 l.
Mintavétel ideje:	Egyenletes beszívás mintegy 3 másodperc alatt, két beszívás között mintegy 2 másodperc szünettel.

A leolvasott eredmények oxigén vonatkoztatás nélkül kerülnek összehasonlításra.

3.33. Ózon meghatározása (nem akkreditált)

Alkalmazott szabvány:

OSHA METHOD ID-214:1995 Ozone

A mérési módszer elve:

A véggáz mintát nitrit ionokat tartalmazó oldattal impregnált üvegszálas síkszűrőn szívatjuk át. A mintavétel során az ózon a nitrit ionokat nitráttá oxidálja, amely leoldást követően ionkromatográfiás (IC) módszerrel szelektíven mérhető.

A mintavétel jellemzése:

Mintavevő szonda: 6 mm külső átmérőjű rozsdamentes acél vagy teflon.

Mintavevő anyag: nitrit oldattal impregnált, \varnothing 37 mm üvegszálas szűrőlap, kétrészes polisztirol kazettában (SKC gyártmány, Cat. No.: 225-9014).
Az impregnált szűrőt mintavétel előtt mélyhűtőben, mintavétel után hűtve tároljuk.

Mintavevő szivattyú: saját fejlesztésű, rotaméterrel ellátott, akkumulátoros membrán pumpa, 0,2 – 2,0 l/perc szállítással.

Mintavételi sebesség: kb. 1 l/perc.

Gázmérő óra: Itrón, G1,6 RF1 típus, 0,016-1,6 m³/h.

Elemző laboratórium: Bálint Analitika Kft.

3.34. A víztartalom meghatározása

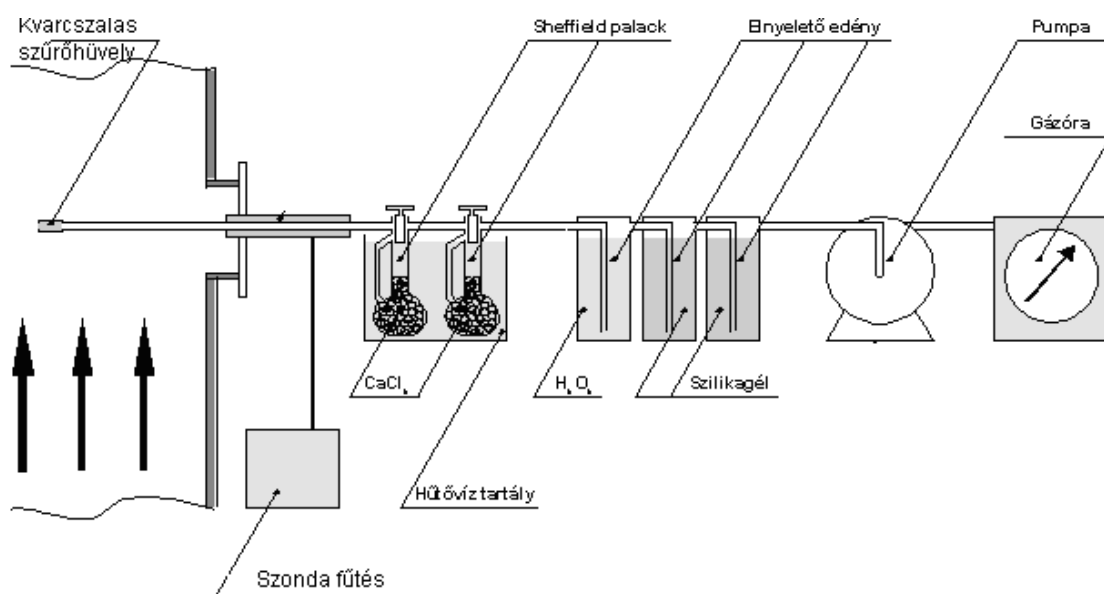
Alkalmazott szabvány:

MSZ EN 14790:2006 Helyhez kötött légszennyező források.
A víztartalom meghatározása kürtőkben

Az adszorpciós mérési módszer elve:

Tisztán adszorpciós víztartalom meghatározás során az extrakciós mintavétel során nyert füstgáz- vagy véggáz minta nedvességtartalmát vízmentes CaCl_2 adszorbensen kötjük meg. A nedvességtartalom az adszorbeált víz tömegének, valamint a leszívott mintagáz térfogatának mérésével határozható meg.

Mintavételi és mérési jellemzők:



Részegység	Kivétel, jellemzők
Fűtött szonda	Üvegyapot porszűrővel ellátott, 1m hosszú A szonda hőmérsékletét legalább 120 °C-on és a harmatpont felett 20 °C-al kell tartani.
Adszorbenssel töltött nedvesség megkötő edények (Sheffield palackok)	Számmal ellátott, lemért üvegedények, vízmentes, granulált kalcium-kloriddal töltve.
Hűtőtartály (Sheffield palackok hűtésére)	Plexi, állványra rögzíthető, jeges vízzel töltött.
SO ₂ és nedvességeltávolító eszköz (szivattyú védelem, szárítás)	H ₂ O ₂ -el ill. szilikagéllal töltött elnyelető edények (SO ₂ mentes gáz esetében H ₂ O ₂ elnyelető nem szükséges.)
Mintavevő szivattyú	Állandó áramlási sebességű, rotaméterrel.
Gáztérfogat mérő	Hitelesített gázóra hőmérséklet és nyomás mérése mellett.
Mérleg	Sartorius GE412, 410 x 0,01 g

Alkalmazott mintavételi sebesség: kb. 2 l/perc.

A kondenzációs-adszorpciós mérési módszer elve:

A kondenzációs-adszorpciós mérési módszert a toxikus fémek és a dioxin mérésekhez kapcsolatosan használjuk. Ennél a módszernél a hűtéssel leválasztott és az adszorbensen megkötött víz tömege külön-külön meghatározásra kerül. A füstgáz minta hőmérsékletét az utolsó elnyelető edényből illetve a kondenzátorból való kilépésnél olyan alacsonyan tartjuk, amennyire csak lehetséges.

Toxikus fémek méréséhez kapcsolódóan mintavétel előtt és után az elnyelető edények és a szilikagél tartó is 0,01 g pontossággal mérésre kerül.

Dioxinok méréséhez kapcsolódóan meghatározás alkalmával – a hosszú mintavételi idő miatt – elegendő a kondenzvíz térfogatának és a szilikagél tömegnövekedésének a megállapítása, gyakorlati tapasztalatok alapján az XAD-2 tömegnövekedése elhanyagolható mértékű.

Alkalmazott mintavételi sebesség: legfeljebb 1,2 m³/h (20 l/perc).

Számítási módszer a hőmérséklet mérés alapján:

Telített vagy folyadékcseppeket tartalmazó gázok esetén a nedvességtartalom számítása a füstgáz vagy véggáz átlagos hőmérsékletéhez tartozó telítési víztartalom meghatározásán alapul (adatok megtalálhatók a fenti *szabvány A mellékletében*).

3.35. A víztartalom meghatározása direkt kijelzésű mérőkészülékkel

Alkalmazott szabvány:

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

A mérési módszer elve:

A nedvességtartalom mérésére használt mikroelektronikai páraérzékelőkben a dielektrikus tulajdonságok változnak meg a nedvességtartalom és a hőmérséklet függvényében, és a kapacitásváltozást alakítják át feszültség vagy frekvencia jellé.

Alkalmazott mérőkészülék és jellemzői:

Kézi műszer:	Gyártó, típus: Rotronic, HygroPalm 1.
Érzékelő:	Gyártó, típus: Rotronic, HygroClip HK40.
Mérési tartomány:	-50 - +200 °C hőmérséklet, 0 – 100 % relatív páratartalom.
Felbontás:	0,1 % relatív páratartalom, 0,1 °C hőmérséklet.
Pontosság:	± 1,5 % relatív páratartalom, ± 0,3 °C hőmérséklet.

Alkalmazott mérőkészülék és jellemzői:

Kézi műszer:	Gyártó, típus: Rotronic, HygroPalm HP23-A.
Érzékelő:	Gyártó, típus: Rotronic, HygroClip HC2-IC402.
Mérési tartomány:	-50 - +200 °C hőmérséklet, 0 – 100 % relatív páratartalom.
Felbontás:	0,01 % relatív páratartalom, 0,01 °C hőmérséklet.
Pontosság:	± 0,8 % relatív páratartalom, ± 0,1 °C hőmérséklet.

3.36. Az összes S-vegyület direkt kijelzésű, folyamatos meghatározása (nem akkreditált)

Figyelembe vett szabvány:

US EPA 15A:1987 Total Reduced Sulfur Emissions From Sulfur Recovery Plants
in Petroleum Refineries

A mérési módszer elve:

A redukált kén-vegyületeket (H₂S, CS₂, COS, merkaptánok, stb) 1100 °C hőmérsékletű kvarc csőkemencében SO₂-é oxidáljuk, melynek koncentrációját – az eredetileg is meglévő SO₂ –el együtt - folyamatos analizátorral határozzuk meg. Az oxidáció 5 tf % oxigén koncentráció felett játszódik le, amit szükséges esetben környezeti levegő hozzáadásával biztosítunk. Az SO₂ meghatározásakor a mintagáz a csőkemence megkerülésével kerül az analizátorba.

Alkalmazott mintavételi-mérési elrendezés:

Csőkemence: Gyártó / típus: Nabertherm / R 50/250/12
1 200 °C hőmérsékletig programozható
Fűtött hossz: Ø 50 x 250 mm

SO₂ analizátor: Horiba PG 250 vagy PG 350 füstgáz analizátor (33.1. fejezet) VAGY
Thermo Environmental Instruments Inc. USA /
Model 43A, pulzáló UV fluoreszcens környezeti levegő analizátor
Mérési tartomány: 1 – 2 000 ppb (v/v), automatikus méréshatár váltással
Mintabevitel: beépített pumpával (0,43 l/perc)
Adatgyűjtés: Laptop segítségével, EDA 2000 programmal
Kalibráló gáz: 810 ppb (v/v) ±5 rel% SO₂/N₂ hiteles anyagminta
gázpalackból (Messer Hungarogáz Kft).

3.37. A véggáz térfogatáramának meghatározása

Alkalmazott szabvány:

MSZ EN ISO 16911-1:2013	Helyhez kötött légszennyező források emissziója. A sebesség és a térfogatáram kézi és automatikus meghatározása csatornáknál. 1. rész: Kézi referencia-módszer (ISO 16911-1:2013).
MSZ EN 15259:2008	Levegőminőség. Helyhez kötött légszennyező források emissziójának mérése. A mérési szelvények és pontok, a mérés céljának, tervének és jegyzőkönyvének követelményei
MSZ 21452-1:1975	A levegő állapotjelzőinek meghatározása. Nedvességtartalom mérése.

A mérési módszer elve:

A füstgáz vagy véggáz térfogatáramának meghatározása a gázsebesség és a hőmérséklet mérésével történik. A gázsebesség méréséhez Pitot-cső kerül felhasználásra, amely a mérési szelvény keresztmetszetétől függően megválasztott számú pontban méri a gázáram dinamikus (Δp) és statikus nyomását. Füstgáz mérésekor a gázsűrűség számításához a folyamatosan mért CO_2 és O_2 koncentráció kerül felhasználásra. A száraz térfogatáram számításához szükséges víztartalom szakaszos adszorpciós gravimetriás, vagy direkt kijelzésű analizátorral történő mérés alapján kerül figyelembe vételre.

Alkalmazott mérőkészülék és jellemzői:

<i>Prandtl-cső:</i>	Testo, 1,0 m hosszúságú, 8 mm átmérőjű, egyenes, rozsdamentes acél ($K_{pt} = 0,67$), K-típusú (NiCr-Ni termoelemmel).
<i>Prandtl-cső:</i>	Enviplus gyártású, 2,0 m hosszúságú, 28 mm külső átmérőjű, rozsdamentes acél szonda, S-típusú Apex mérőfejjel ($K_{pt} = 0,84$), K-típusú (NiCr-Ni termoelemmel).

Nyomáskülönbség mérő:

Gyártó, típus:	Testo 445 elektronikus, digitális.
Mérési tartomány:	-1000 Pa - +1000 Pa.
Felbontás:	0,1 Pa.
Pontosság:	± 3 Pa.

Hőmérő:

Gyártó, típus:	Testo 445.
Mérési tartomány:	0 - +600 °C.
Felbontás:	0,1 °C ill. 1 °C.
Pontosság:	0,0 °C: $\pm 0,3$ °C ill. 500 °C: $\pm 2,5$ °C.

Víztartalom mérés (MSZ 21452-1:1975):

Kézi műszer:	Gyártó, típus: Rotronic, HygroPalm 1.
Érzékelő:	Gyártó, típus: Rotronic, HygroClip HK40.
Mérési tartomány:	-50 - +200 °C hőmérséklet, 0 – 100 % relatív páratartalom.
Felbontás:	0,1 % relatív páratartalom, 0,1 °C hőmérséklet.
Pontosság:	$\pm 1,5$ % relatív páratartalom, $\pm 0,3$ °C hőmérséklet.

3.38. A véggáz 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 csatornáknban.
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 O₂-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, kétszatornás hőm. adatgyűjtő K-típusú termoelemhez.

Mérési tartomány: -50 - +1 000 °C.

Felbontás: 0,1 °C.

Pontosság: ± 0,5 °C (70 °C-ig) ill. a mért érték ±0,7 %-a (70 °C fölött).

Beállított mérési gyakoriság: 10 sec.

A Testo adatgyűjtőből az információk a mérést követően számítógépbe másolhatók.

3.39. A környezeti levegő állapotjellemzőinek meghatározása

Alkalmazott szabványok:

MSZ ISO 8756:1995	Levegőminőség. A hőmérséklet-, a légnyomás- és a légnedvességi adatok figyelembevétele.
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 % relatív páratartalom, 180 °C hőmérsékletig; -20 – +70 °C hőmérséklet.
Felbontás:	0,1 % relatív páratartalom, 0,1 °C hőmérséklet.
Pontosság:	± 2 % relatív páratartalom, ± 0,5 °C.

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.