

5. téma

Munkahelyi légtér mérési módszerek, az akkreditálás szemszögéből 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 2019.05.20-i helyzetet tükrözi.

Bizonyára észre fogják venni, hogy nem az összes veszélyes anyag szerepel a következő oldalakon. Csak azok, amelyek mérését a több mint 25 éves szakmai tapasztalatunk alapján fontosnak ítéltük és arra elfogadható mértékű kereslet mutatkozott a cégek részéről. Ugyancsak nem szerepel gyakorlatunkban néhány olyan, nagy fontossággal rendelkező anyag, amelyre más laboratóriumok előttünk már nagyobb gyakorlatra tettek szert (pl. azbeszt, kellemetlen szaghatású anyagok).

1. Alkalmazott általános szabványok
2. Illékony szerves vegyületek meghatározása szivattyús mintavétellel
3. Anilin meghatározása
4. Alifás aminok meghatározása
5. 2-Amino-etanol (etanol-amin) meghatározása
6. Szén-diszulfid meghatározása
7. Illékony szerves vegyületek meghatározása diffúziós mintavétellel
8. CO, NO, NO₂ és CO₂ meghatározása direkt kijelzésű analizátorokkal
9. Dinitrogén-oxid meghatározása NDIR gázanalizátorral (nem akkreditált módszer)
10. NO₂ meghatározása diffúziós mintavétel alapján
11. Belélegezhető és respirábilis por meghatározása IOM mintavevővel
12. Fapor meghatározása
13. Szálló por koncentráció direkt kijelzésű meghatározása (nem akkreditált módszer)
14. Respirábilis kvarc meghatározása
15. Fémek meghatározása a respirábilis frakcióból
16. Fémek meghatározása a belélegezhető levegőből
17. Króm(VI) vegyületek meghatározása
18. Higanygőz meghatározása
19. Korom meghatározása
20. Gumifüst meghatározása
21. Ásványi olajköd meghatározása
22. Glikolok meghatározása
23. Lúgos aeroszolok meghatározása
24. Aldehyde meghatározása
25. Diizocianátok meghatározása
26. PAH vegyületek meghatározása
27. Szervetlen savak meghatározása
28. Ecetsav, hangyasav és propionsav meghatározása
29. Kén-dioxid meghatározása
30. Kén-hidrogén meghatározása
31. Hidrogén-cianid meghatározása
32. Hidrogén-cianid és cianid-sók meghatározása
33. Ammónia meghatározása
34. Ózon meghatározása
35. Illékony szerves vegyületek meghatározása termikus deszorpcióval

- 36. Butadién és izoprén meghatározása diffúziós mintavételt követő termikus deszorpcióval
- 37. Szabad klór meghatározása (nem akkreditált módszer)
- 38. Nitrózaminok meghatározása (nem akkreditált módszer)
- 39. Szervetlen gázkomponensek diffúziós, reagens csöves meghatározása (nem akkreditált)
- 40. WBGT-index meghatározása (nem akkreditált módszer)
- 41. A munkahelyi környezet állapotjellemzőinek meghatározása

3.1. Alkalmazott általános szabványok

MSZ EN 482:1998	Munkahelyi atmoszféra. A vegyi anyagok mérésére vonatkozó eljárások teljesítőképességének általános követelményei
MSZ EN 689:1999	Munkahelyi levegő. Útmutató az inhalatív vegyianyag-expozíció becslésére a határértékkel való összehasonlításhoz és a mérési stratégiához
MSZ EN 1232:1999	Munkahelyi levegő. Szivattyúk vegyianyagok személyi mintavételéhez. Követelmének és vizsgálati módszerek.
MSZ EN 1540:2000	Munkahelyi levegő. Fogalom meghatározások.

3.2. Illékony szerves vegyületek meghatározása szivattyús mintavétellel

Alkalmazott szabványok:

MSZ ISO 9486:1992	A munkahelyi levegő klórozott szénhidrogén-tartalmának meghatározása gázkromatográfiás módszerrel
MSZ ISO 9487:1992	A munkahelyi levegő aromásszénhidrogén-tartalmának meghatározása gázkromatográfiás módszerrel
ISO 16200-1:2001	Munkahelyi levegőminőség. Illékony szerves vegyületek mintavétele és elemzése oldószer deszorpció gázkromatográfiával. 1. rész: Szivattyús mintavétel.

A mérési módszer elve:

Az illékony szerves vegyületek a polaritásuknak és illékonyságuknak megfelelően megválasztott, nagy fajlagos felületű adszorbensen (ez leggyakrabban aktívszén) megkötődnek, majd oldószeres leoldást követően GC-MS vagy GC-FID (gázkromatográfia tömegspektrometriás illetve lángionizációs detektálással) módszerrel egymástól elválaszthatók és mennyiségileg meghatározhatók.

A mintavétel jellemzése:

Megkötő anyag:	SKC Cat. No. 226-01 aktívszén, 100+50 mg töltet. <i>Kiválasztandó!</i>
Megkötő anyag:	SKC Cat No. 226-98 foszforsavval borított XAD-7, 80+40 mg töltet.
Megkötő anyag:	SKC Cat. No. 226-95 XAD-7; 100+50 mg.
Mintavevő szivattyú:	Ametek, Mansfield & Green Division (USA), Alpha-2 típus állandó áramlási sebességű személyi mintavevő pumpa.
Mintavételi sebesség:	200 ml/perc.
Mintavételi sebesség beállítása:	DryCal Defender 510M digitális áramlásmérő segítségével Gyártó: BIOS (USA); mérési tartomány: 50 ml/perc – 5 l/perc.

Laboratóriumi analízis: Wessling Hungary Kft, Bálint Analitika Kft

A mintavétel és elemzés becsült eredő bizonytalansága:

0,03-1 mg/m ³ között:	≤ 30 %
1 mg/m ³ fölött:	≤ 15 %

3.3. Anilin meghatározása

Alkalmazott szabvány:

ISO 16200-1:2001 Workplace air quality – Sampling and analysis of volatile organic compounds by solvent desorption/gas chromatography

A mérési módszer elve:

A szilikagél adszorbensen megkötött anilin meghatározása 95 %-os etanollal történő leoldást követően GC-MS (gázkromatográfia tömegspektrometriás detektálással) módszerrel történik.

A mintavétel jellemzése:

Megkötő anyag:	SKC gyártmányú szilikagél adszorbens; Cat No: 226-10-03, 400+200 mg töltet, méret: ϕ 7 x 110 mm.
Mintavevő szivattyú:	Ametek, Mansfield & Green Division (USA), Alpha-2 típus állandó áramlási sebességű személyi mintavevő pumpa.
Mintavételi sebesség:	200 ml/perc
Mintavételi sebesség beállítása:	DryCal Defender 510M digitális áramlásmérő segítségével Gyártó: BIOS (USA); mérési tartomány: 50 ml/perc – 5 l/perc.

Elemző laboratórium: Wessling Hungary Kft, Bálint Analitika Kft

3.4. Alifás aminok meghatározása

Alkalmazott szabvány:

ISO 16200-1:2001 Workplace air quality – Sampling and analysis of volatile organic compounds by solvent desorption/gas chromatography

A mérési módszer elve:

A szilikagél adszorbensen megkötött alifás aminok (dietyl-amin, dimetyl-amin) meghatározása kénsavas metanol-víz oldattal történő leoldást követően GC-FID (gázkromatográfia lángionizációs detektálással) módszerrel történik.

A mintavétel jellemzése:

Megkötő anyag:	SKC gyártmányú szilikagél adszorbens; Cat No: 226-10-03, 400+200 mg töltet, méret: ϕ 7 x 110 mm.
Mintavevő szivattyú:	Ametek, Mansfield & Green Division (USA), Alpha-2 típus állandó áramlási sebességű személyi mintavevő pumpa.
Mintavételi sebesség:	200 ml/perc
Mintavételi sebesség beállítása:	DryCal Defender 510M digitális áramlásmérő segítségével Gyártó: BIOS (USA); mérési tartomány: 50 ml/perc – 5 l/perc.

Elemző laboratórium: Wessling Hungary Kft, Környezettechnológia Kft

3.5. 2-Amino-etanol (etanol-amin) meghatározása

Alkalmazott szabvány:

ISO 16200-1:2001 Workplace air quality – Sampling and analysis of volatile organic compounds by solvent desorption/gas chromatography

A mérési módszer elve:

A szilikagél adszorbensen megkötött etanol-amin meghatározása 4:1 arányú metanol-víz oldattal történő leoldást követően GC-FID (gázkromatográfia lángionizációs detektálással) módszerrel történik.

A mintavétel jellemzése:

Megkötő anyag: SKC gyártmányú szilikagél adszorbens;
Cat No: 226-10-03, 400+200 mg töltet, méret: ϕ 7 x 110 mm.

Mintavevő szivattyú: Ametek, Mansfield & Green Division (USA), Alpha-2 típus
állandó áramlási sebességű személyi mintavevő pumpa.

Mintavételi sebesség: 100 ml/perc

Mintavételi sebesség
beállítása: DryCal Defender 510M digitális áramlásmérő segítségével
Gyártó: BIOS (USA); mérési tartomány: 50 ml/perc – 5 l/perc.

Elemző laboratórium: Wessling Hungary Kft, Környezettechnológia Kft

3.6. Szén-diszulfid meghatározása

Alkalmazott szabvány:

ISO 16200-1:2001 Workplace air quality – Sampling and analysis of volatile organic compounds by solvent desorption/gas chromatography

A mérési módszer elve:

Az aktív szén adszorbensen átszívott levegő minta szén-diszulfid tartamának meghatározása toluolos leoldást követően gázkromatográfias módszerrel történik.

A mintavétel jellemzése:

Megkötő anyag: SKC Anasorb CSC típus, Cat No.: 226-09, 400+200 mg töltet.

Mintavevő szivattyú: Gilian LFS 113D típusú állandó áramlási sebességű személyi
mintavevő pumpa.

Mintavételi sebesség: 200 ml/perc

Mintavételi sebesség
beállítása: DryCal Defender 510M digitális áramlásmérő segítségével
Gyártó: BIOS (USA); mérési tartomány: 50 ml/perc – 5 l/perc.

Elemző laboratórium: Bálint Analitika Kft.

3.7. Illékony szerves vegyületek meghatározása diffúziós mintavétellel

Alkalmazott szabvány:

ISO 16200-2:2000 Munkahelyi levegőminőség. Illékony szerves vegyületek mintavétele és elemzése oldószer deszorpciós gázkromatográfiával.
2. rész: Diffúziós mintavétel.

A mérési módszer elve:

A diffúziós mintavétel során pumpa nem kerül alkalmazásra, a légszennyező anyagok diffúzióval jutnak el a megkötő anyag (adszorbens patron) felületére. A megkötött illékony szerves vegyületek meghatározása oldószeres leoldást követően GC-MS módszerrel (gázkromatográfia tömegspektrometriás detektálással) történik.

A mintavétel jellemzése:

Adszorbens patron: Radiello RAD130, 530 mg 35/50 mesh aktívszén töltet, 100 mesh acélhálóban (Ø 5,9 mm).
Diffúziós köpeny: többször felhasználható, Ø 16 x 47 mm méretű, 25 µm pórusméret, mikropórusos polietilén (Cat. No. RAD120).
Tartóelem: többször felhasználható, polikarbonát.

Laboratóriumi analízis: Wessling Hungary Kft, eredmények a **3. mellékletben**.

A koncentráció számítás az alábbi összefüggés szerint történik:

$$c[\mu\text{g} / \text{m}^3] = \frac{m[\mu\text{g}] - m_b[\mu\text{g}]}{U[\text{ml} / \text{min}] \cdot t[\text{min}]} * 10^6$$

ahol: m: adszorbeálódott komponens tömege
m_b: vak minta értéke
U: felvételi sebesség (20 °C, 101,3 kPa):
1,3-butadién: 30,5 ml/min
izoprén: 41,2 ml/min
T: expozíciós idő

A mérés becsült eredő bizonytalansága:

1,3-butadién, izoprén: 0,05-0,5 mg/m³ között: ≤ 30 %
0,5 mg/m³ fölött: ≤ 50 %

3.8. CO, NO, NO₂ és CO₂ meghatározása direkt kijelzésű analizátorokkal

Alkalmazott szabványok:

MSZ EN ISO 10882-2:2001	Egészségvédelem és biztonság a hegesztés és rokon eljárások területén. A szálló por és a gázok mintavétele a hegesztő légzési zónájában. 2. rész: A gázok mintavétele.
NIOSH 6604:1996	Carbon Monoxide

Az alkalmazott gázanalizátorok jellemzői:

1. Gyártó: **Horiba** GmbH, Japán Típus: **PG-350E és PG-250**

Anyag	Működési elv	Mérési tartomány	Ismételhetőség	Linearitás	Drift	Hiteles anyagsminta
CO	NDIR	1,0-200 ppm	± 0,5 % teljes skála	± 2,0 % teljes skála	± 1,0 % teljes skála / nap	160 ppm CO
NO	Kemilumineszcencia NO ₂ konverter	0,20-50 ppm	± 1,0 % teljes skála			40 ppm NO
NO ₂			± 1,0 % teljes skála			4 tf. % CO ₂
CO ₂	NDIR	0,05-5 tf %	± 1,0 % teljes skála			4 tf. % CO ₂
O ₂	Paramágnesesség	0-25 tf %	± 1,0 % teljes skála			körny. levegő

A gázanalizátor alkalmas a nitrogén-oxidok együttes (NO és NO₂), vagy az NO mennyiségének folyamatos meghatározására. A vizsgálat során a nitrogén-oxidok együttes mennyiségét mértük, időnként meghatározva az NO mennyiségét.

2. Gyártó: **Testo** Típus: **Testo 06323331 környezeti CO érzékelő** (diffúziós) Testo 445 központi egységgel és adatgyűjtővel

Működési elv: elektrokémiai.

Mérési tartomány: 1 - 500 ppm.

Adatgyűjtés beállított gyakorisága: 10 sec

3. Gyártó: **Testo** Típus: **Testo 333** (szivattyús)

Működési elv: elektrokémiai.

Anyag	Mérési tartomány	Pontosság	Hiteles anyagsminta
CO	0,1-200 ppm	± 2 ppm, 0-39,9 ppm között ± 5 %/mért érték, 40 ppm-től	160 ppm CO
NO	0,1-300 ppm	± 2 ppm, 0-39,9 ppm között ± 5 %/mért érték, 40 ppm-től	40 ppm NO
O ₂	0,1-21 tf %	± 0,2 tf %	körny. levegő

Adatgyűjtés gyakorisága: 1 sec (nem változtatható).

Megjegyzés!

A NIOSH 6604:1996 szabvány lehetővé teszi a CO mérését gáz tömör légzsákba (pl. 2 l-es) történő mintavételt (250 ml/min) követően is.

3.9. Dinitrogén-oxid meghatározása direkt kijelzésű analizátorral (nem akkreditált módszer)

Analógia alapján figyelembe vett szabványok:

MSZ EN ISO 21258:2010 Helyhez kötött légszennyező források kibocsátása. A dinitrogén-monoxid (N₂O) tömegkoncentrációjának meghatározása. Referencia-módszer: nem diszperzív infravörös módszer.

NIOSH 6604:1996 Carbon Monoxide

A mérési módszer elve:

A levegőből folyamatosan vett minta közvetlenül kerül a direkt kijelzésű gázanalizátorba, amely a N₂O koncentrációját ND-IR (nem-diszperzív infravörös spektrometria) módszerrel detektálja.

Az alkalmazott gázanalizátor:

Horiba VA-3001 N₂O analizátor (Serial No. wevat4r2)

<i>Működési elv</i>	<i>Alkalmazott mérési tartomány</i>	<i>Linearitás</i>	<i>Vándorlás</i>	<i>Zavaró hatások</i>	<i>Kiterjesztett mérési bizonytalanság</i>
ND-IR	0-100 ppm	≤ 1,6% / méréshatár	≤ 2,0% / méréshatár / hét	0,6 % / méréshatár	5,1% / határérték

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

A gázanalizátor nullázása nagy tisztaságú nitrogénnel, beállítása hiteles anyagmintával történik.

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

Magyar típusalkalmassági vizsgálat száma: 3/2007.

A NIOSH 6604:1996 szabvány lehetővé teszi a gáz mérését gáztömör légszákba történő mintavételt követően is.

Alkalmazott légszák: 5 literes, polipropilén, rozsdamentes acél szeleppel.

Mintavételi sebesség: kb. 300 ml/perc.

A mintavétel ideje: 15 perc.

3.10. NO₂ meghatározása diffúziós mintavétel alapján

Alkalmazott szabvány:

NIOSH 6700:1998 Nitrogen dioxide (Diffusive sampler)

A mérési módszer elve:

A diffúziós mintavétel során pumpa nem kerül alkalmazásra, a légszennyező anyagok diffúzióval jutnak el a megkötő anyag (patron) felületére, ahol nitritté alakulnak. A megkötött nitrition meghatározása vizes leoldást és származék képzést követően spektrofotometriás módszerrel történik a látható tartományban, vagy közvetlenül mérhető a nitrition ionkromatográfiával. A módszer szelektív, a nitrit részecskék nem jutnak át a diffúziós membránon.

A mintavétel jellemzése:

Adszorbens patron: RAD166 Supelco, trietanol-aminnal (TEA) borított mikropórusos polietilén töltet (Ø 5,9 mm)

Diffúziós köpeny: többször felhasználható, Ø 16 x 47 mm méretű, 25 µm pórusméret, mikropórusos polietilén, kék (Cat. No. RAD1201).

Tartóelem: többször felhasználható, polikarbonát.

Laboratóriumi analízis: Wessling Hungary Kft.

A koncentráció számítás az alábbi összefüggés szerint történik:

$$c[\text{ppb}] = \frac{m[\text{ng}] - m_b[\text{ng}]}{Q[\text{ng} / \text{ppb} \cdot \text{min}] \cdot t[\text{min}]}$$

ahol: m: adszorbeálódott komponens tömege, ng
m_b: vak minta értéke, mg
Q: felvételi sebesség (20 °C, 101,3 kPa): 0,141 ng/ppb·min
t: expozíciós idő

3.11. Belélegezhető és respirábilis por meghatározása IOM mintavevővel

Alkalmazott szabvány:

MDHS 14/4:2014 General methods for sampling and gravimetric analysis of respirable and inhalable dust

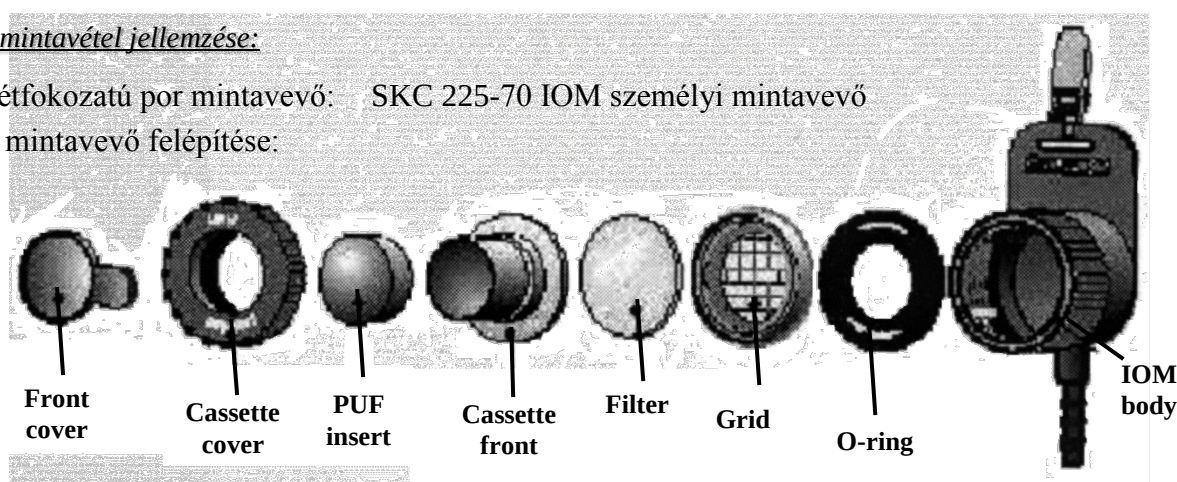
A mérési módszer elve:

A szálló por belélegezhető és respirábilis frakciójának elkülönített megkötésére speciális kétfokozatú mintavevő szolgál, a leválasztott por tömegének meghatározása gravimetriás módszerrel történik. A mintavevő a durva port poliuretán habkorongon választja le, amely a respirábilis méretű finom port (részecskeméret 4,0 µm alatt) átengedi.

A mintavétel jellemzése:

Kétfokozatú por mintavevő: SKC 225-70 IOM személyi mintavevő

A mintavevő felépítése:



Leválasztó anyagok:

1. fokozat: SKC hab korong (a képen "PUF insert"), Ø 18 mm, pórusmérete a respirábilis port átengedi.
2. fokozat: Advantec GA-25 üvegszálás síkszűrő (a képen "Filter"), Ø 25 mm, pórusméret 0,8 µm.

Mintavevő szivattyú:	SKC AirLite és/vagy SideKick Deluxe 224-52Ex és/vagy Standard EEX ia 11CT4 állandó sebességű (± 5 rel.%) mintavevő
Mintavételi sebesség:	2,0 l/perc (a hab korong névleges vágási pontja 4,0 μm)
Mintavételi sebesség beállítása:	DryCal Defender 510M digitális áramlásmérő segítségével Gyártó: BIOS (USA); mérési tartomány: 50 ml/perc – 5 l/perc.

Laboratóriumi analízis:

A belélegezhető („PUF insert” + „Casette front” + „Filter” + „Grid”) és a respirábilis („Filter” + „Grid”) frakció tömegének mérése az alábbi analitikai mérlegen mintavétel előtt és után:

Gyártó, típus: SARTORIUS R200
(automata kiegyensúlyozású elektronikus mérleg)

Terhelhetőség, felbontás: 0-42/200 g, $d = 0,01 / 0,1$ mg

Eredő mérési bizonytalanság:

Respirábilis por:	0,4 - 3,0 mg/m^3 között:	$\leq 40 \%$
	3,0 - 6,0 mg/m^3 között:	$\leq 25 \%$
Belélegezhető por:	0,6 - 4,0 mg/m^3 között:	$\leq 40 \%$
	4,0 - 20 mg/m^3 között:	$\leq 25 \%$

3.12. Fapor meghatározása

Alkalmazott szabvány:

MDHS 14/3:2000 General methods for sampling and gravimetric analysis of respirable and inhalable dust

A mérési módszer elve:

A fapor koncentráció meghatározása gravimetriás elven alapul, belélegezhető szálló por mintavételek alapján, amikor a levegőminta portartalma frakcionálás nélkül, teljes egészében a szűrőtartóban elhelyezett szűrőanyagon kerül leválasztásra.

A mintavétel jellemzése:

A mintavétel során IOM mintavevő kerül alkalmazásra, amely a szűrőanyag (Advantec GA-25 üvegszálás síkszűrő, $\varnothing 25$ mm, pórusméret 0,8 μm) előtt nem tartalmaz előleválasztó habkorongot. Az előírt 2 l/perc mintavételi sebesség beállítása digitális áramlásmérő (DryCal Defender 510M, gyártó: BIOS (USA); mérési tartomány: 50 ml/perc – 5 l/perc.) segítségével történik.

Laboratóriumi analízis:

A leválasztott belélegezhető por tömegét Sartorius R200 automata kiegyensúlyozású elektronikus mérlegen (terhelhetőség 0-42/200 g, felbontás 0,01/0,1 mg) határozzuk meg.

A mintavétel és a tömegmérés eredő bizonytalansága:

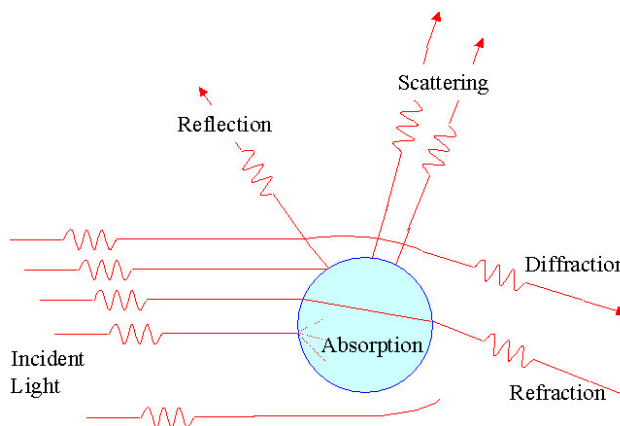
Belélegezhető fapor:	0,6 – 2,5 mg/m^3 között:	$\leq 40 \%$	5 órás mintavétel esetén
	2,5 - 10 mg/m^3 között:	$\leq 25 \%$	5 órás mintavétel esetén

3.13. Szálló por koncentráció direkt kijelzésű meghatározása (nem akkreditált módszer)

A mérési módszer elve:

Részecskére jutó fénysugár a jobb oldali ábrán látható kölcsönhatást szenved el. Egyszerű hordozható szálló por analizátorokban lézer fénysugarat alkalmaznak és a szórt fényt (Scattering) használják fel.

A szórt fény intenzitása a fény hullámhossza és a detektálási szög mellett függ a részecske méretétől, alakjától, sűrűségétől és felületi tulajdonságaitól is.



Alkalmazott mérőkészülék:

Gyártó, típus:	TSI, Sidepack TM, Model AM510 hordozható (személyi) lézer fotométer
Működési elv:	lézer fényszórás (90°), fotodióda detektor (670nm)
Koncentráció tartomány:	0,001 – 20 mg/m ³
Mérettartomány:	0,1 – 10 µm
Cserélhető impaktorok:	PM1, PM2.5, PM10 (előleválasztó a detektor előtt)
Ciklonos előleválasztó:	Dorr-Oliver, respirábilis (vágás 4.0µ-nél)
Előleválasztók nem kerültek alkalmazásra.	
Nulla stabilitás:	±0,001 mg/m ³ / 24 óra
Minta áramlási sebesség:	1,7 l/perc (0,7 – 1,8 l/perc között állítható)
LCD kijelzés gyakorisága:	1 - 60 sec között választható
Adatgyűjtési sűrűség:	1 sec – 1 óra között választható (alkalmazott: 10 sec)
Adatgyűjtés:	kb. 31 000 adatpont (21 nap 1 perces adatgyűjtési sűrűséggel)

3.14. Respirábilis kvarc meghatározása

Alkalmazott szabványok:

MDHS 101/2:2015	Crystalline silica in respirable airborne dust
MDHS 14/4:2014	General methods for sampling and gravimetric analysis of respirable and inhalable dust

A mérési módszer elve:

A szálló por respirábilis kvarc tartalmának meghatározása a 4 µm-nél nagyobb részecskék ciklonos eltávolítását követően a PVC szűrőlapon leválasztott finom por infravörös spektroszkópos elemzésével (FT-IR) történik.

A mintavétel jellemzése:

Respirábilis elő leválasztó: SKC 225-01-01 alumínium ciklon

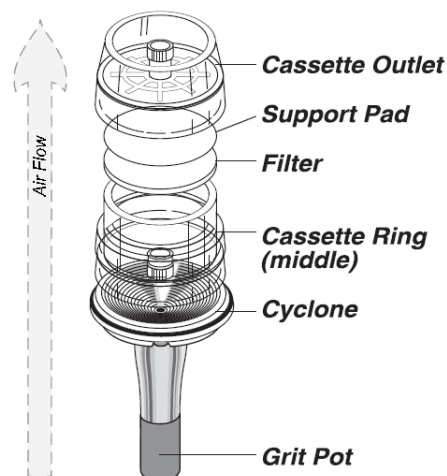
Leválasztó anyag:

GLA-5000 típusú PVC membrán szűrő,
Ø 25 mm, pórusméret 5 µm, támasztó koronggal

Mintavevő szivattyú: SKC AirLite
állandó sebességű (±5 rel.%)

Mintavételi sebesség: 2,5 l/perc
(névleges vágási pont 4,0 µm)

Mintavételi sebesség beállítása és ellenőrzése:
DryCal Defender 510M digitális áramlásmérő
(gyártó: BIOS, USA) segítségével;
méréstartomány: 50 ml/perc – 5 l/perc.



Elemző laboratórium: Institute of Occupational Medicine Consulting Limited (IOM)

A mintavétel és elemzés becsült eredő bizonytalansága:

0,001 mg/m ³ alatt:	± 50 %
0,001 – 0,01 mg/m ³ között:	± 25 %
0,01 mg/m ³ fölött:	± 15 %

3.15. Fémek meghatározása a respirábilis frakcióból

Alkalmazott szabványok:

NIOSH 7300:2003 Elements by ICP (Nitric/Perchloric Acid Ashing)

MDHS 14/4:2014 General methods for sampling and gravimetric analysis
of respirable and inhalable dust

A mérési módszer elve:

A fémek respirábilis frakciójának meghatározása a 4 µm-nél nagyobb részecskék ciklonos eltávolítását követően nagy tisztaságú szűrőlapra leválasztott mintából történik, savas feltárást követő ICP-MS (induktív csatolású plazma égővel történő gerjesztés, tömeg-spektrometriás detektálás) módszer alkalmazásával.

A mintavétel jellemzése:

Az **alumínium ciklonos mintavevő** készülék jellemzői:

Gyártó: SKC

Típus: 225-01-01 alumínium ciklon

Leválasztó anyag:

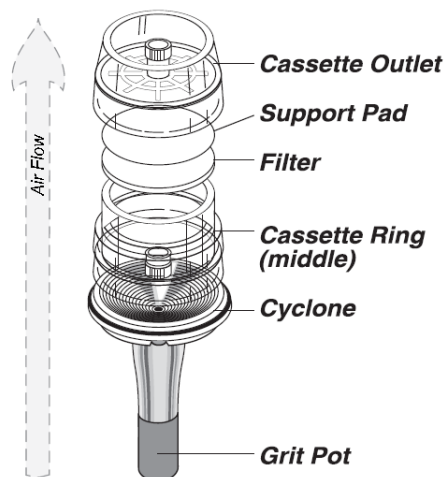
NanoNeat MCE 25 típusú, cellulóz-nitrát / cellulóz-acetát kevert észter membránszűrő, Ø 25 mm, pórusméret 0,8 µm, SKC gyártmányú, két részes polikarbonát szűrőkazettában támasztó koronggal. A szűrő típus jellemzője az alacsony fém-tartalom, melyet Cr meghatározásához fejlesztettek ki.

Mintavevő szivattyú: SKC AirLite
állandó sebességű (±5 rel.%)

Mintavételi sebesség: 2,5 l/perc
(névleges vágási pont 4,0 µm)

Mintavételi sebesség beállítása és ellenőrzése:
DryCal Defender 510 típusú digitális áramlásmérő
(gyártó: BIOS, USA) segítségével;
méréstartomány: 5-5 000 ml/perc.

Az alumínium ciklonos mintavevő felépítése:



A **műanyag ciklonos mintavevő** készülék jellemzői:

Gyártó: SKC

Típus: 225-65-25 plastik ciklon

Leválasztó anyag:

NanoNeat MCE 37 típusú, cellulóz-nitrát / cellulóz-acetát kevert észter membránszűrő, Ø 37 mm, pórusméret 0,8 µm, SKC gyártmányú, két részes polikarbonát szűrőkazettában támasztó koronggal. A szűrő típus jellemzője az alacsony fém-tartalom, melyet Cr meghatározásához fejlesztettek ki.

Mintavevő szivattyú: SKC AirLite
állandó sebességű (±5 rel.%)

Mintavételi sebesség: 2,2 l/perc
(névleges vágási pont 4,0 µm)

Mintavételi sebesség beállítása és ellenőrzése:
DryCal Defender 510 típusú digitális áramlásmérő
(gyártó: BIOS, USA) segítségével;
méréstartomány: 5-5 000 ml/perc.

A műanyag ciklonos mintavevő felépítése:



Elemző laboratórium: Wessling Hungary Kft, Bálint Analitika Kft

A mintavétel és elemzés becsült eredő bizonytalansága:

0,001 mg/m ³ alatt:	≤ 50 %	5 órás mintavétel esetén
0,001 – 0,01 mg/m ³ között:	≤ 20 %	
0,01 mg/m ³ fölött:	≤ 15 %	

3.16. Fémek meghatározása a belélegezhető levegőből

Alkalmazott szabványok:

NIOSH 7300:2003	Elements by ICP (Nitric/Perchloric Acid Ashing)
MDHS 14/4:2014	General methods for sampling and gravimetric analysis of respirable and inhalable dust

A fémek belélegezhető frakciójának meghatározása nagytisztaságú szűrőlapra leválasztott mintából történik, savas feltárást követő ICP-MS (induktív csatolású plazma égővel történő gerjesztés, tömeg-spektrometriás detektálás) módszer alkalmazásával.

A mintavétel jellemzése:

Leválasztó anyag:	NanoNeat MCE 37 típusú, cellulóz-nitrát / cellulóz-acetát kevert észter membránszűrő, Ø 37 mm, pórusméret 0,8 µm, SKC gyártmányú, két részes polikarbonát szűrőkazettában támasztó koronggal. A szűrő típus jellemzője az alacsony fém-tartalom, melyet Cr meghatározásához fejlesztettek ki.
Mintavevő szivattyú:	SKC AirLite, állandó sebességű (±5 rel.%)
Mintavételi sebesség:	2,0 l/perc
Mintavételi sebesség beállítása:	DryCal Defender 510M digitális áramlásmérő segítségével Gyártó: BIOS (USA); mérési tartomány: 50 ml/perc – 5 l/perc.

Elemző laboratórium: Wessling Hungary Kft, Bálint Analitika Kft

A mintavétel és elemzés becsült eredő bizonytalansága:

0,001 mg/m ³ alatt:	± 50 %
0,001 – 0,01 mg/m ³ között:	± 25 %
0,01 mg/m ³ fölött:	± 15 %

3.17. Króm(VI) vegyületek meghatározása

Alkalmazott szabvány:

NIOSH 7600:1994	Chromium, hexavalent
-----------------	----------------------

A mérési módszer elve:

A króm(VI) vegyületek meghatározása a szűrőanyagon leválasztott belélegezhető porminta kénsavas leoldása után CrO₄²⁻-difenilkarbazid komplex képzését követően, UV-VIS elemzéssel (látható és ibolyán túli spektrometria) történik.

A mintavétel jellemzése:

Belélegezhető por mintavevő:	SKC GLA 5000 PVC szűrőlap, Ø 25 mm, pórusméret 5 µm, két részes polikarbonát szűrőkazettában, támasztó koronggal.
Mintavevő szivattyú:	SKC Airlite állandó sebességű (±5 rel.%)
Mintavételi sebesség:	2,0 l/perc.
Mintavételi sebesség beállítása:	DryCal Defender 510M digitális áramlásmérő segítségével Gyártó: BIOS (USA); mérési tartomány: 50 ml/perc - 5l/perc.

Elemző laboratórium: Wessling Hungary Kft.

3.18. Higanygőz meghatározása

Alkalmazott szabványok:

OSHA Method ID-140:1978 Mercury vapor in workplace atmospheres

A mérési módszer elve:

A Carulite adszorbens töltet fém-oxidjai az átszívott levegőminta higany gőz tartalmát megkötik. Az adszorbens töltet savas feltárását követően, a mintához ón-klorid oldat hozzáadásával felszabadított higany gőz elemzése hideggőzös atomabszorpciós spektrofotometrás 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: Ametek, Mansfield & Green Division (USA), Alpha-2 típus állandó áramlási sebességű személyi mintavevő pumpa.

Mintavételi sebesség: 200 ml/perc.

Mintavételi sebesség beállítása: DryCal Defender 510M digitális áramlásmérő segítségével Gyártó: BIOS (USA); mérési tartomány: 50 ml/perc - 5l/perc.

Elemző laboratórium: Wessling Hungary Kft.

A mintavétel és elemzés becsült eredő bizonytalansága:

0,008-0,04 mg/m³ között: $\leq 30 \%$ 5 órás mintavétel esetén
0,04 mg/m³ fölött: $\leq 15 \%$ 5 órás mintavétel esetén

3.19. Korom meghatározása

Alkalmazott szabvány:

OSHA Method ID-196 Carbon Black in Workplace Atmospheres

A mérési módszer elve:

A kormot 37 mm átmérőjű PVC szűrőlapra leválasztott belélegezhető por minta THF-ban történő feloldása után gravimetriás módszerrel határozzuk meg. A feloldott mintát kvarcszálal szűrőn átszűrjük, majd a szűrési maradékot 150°C-on hőkezeljük, majd tömegmérést követően 600°C-on izzítjuk. Az izzítás utáni ismételt tömegméréssel kapott különbség a korom mennyisége.

Megjegyezzük, hogy a módszer koromként határozza meg az összes olyan belélegezhető por összetevőt, amely tetrahidro-furánban oldhatatlan, 150 °C-on stabil, viszont 600 °C-on tömegvesztéset mutat.

A mintavétel jellemzése:

Belélegezhető por mintavevő: Ø37 mm PVC szűrőlap 5,0 µm pórusmérettel, SKC gyártmányú, két részes polisztirol szűrőkazettában.

Mintavevő szivattyú: SKC SideKick és AirLite állandó sebességű (± 5 rel.%)

Mintavételi sebesség: 2,0 l/perc
Mintavételi sebesség beállítása: DryCal Defender 510M digitális áramlásmérő segítségével
Gyártó: BIOS (USA); mérési tartomány: 50 ml/perc - 5l/perc.

Laboratóriumi analízis:

A kvarcszálalás szűrőlap (Ø47 mm, SKC gyártmányú, típus 225-1830, 1,2 µm pórusmérettel) tömegének mérése az alábbi analitikai mérlegen történt izzítás előtt és után:

Gyártó, típus: Sartorius, R 200 D automatikus kiegyensúlyozású
Terhelhetőség, felbontás: 42 / 200 g, d = 0,01 / 0,1 mg
Gyártási szám: 38100082

A mintavétel és elemzés becsült eredő bizonytalansága:

Korom: 0,1 - 0,3 mg/m³ között: ≤ 30 %
0,3 - 2,0 mg/m³ között: ≤ 20 %

3.20. Gumifüst meghatározása

Alkalmazott szabvány:

HSE Method MDHS 47/2:1999 Determination of rubber process dust and rubber fume (measured as cyclohexane-soluble material) in air
HSE Method MDHS 14/3:2000 General methods for sampling and gravimetric analysis of respirable and inhalable dust

A mérési módszer elve:

A gumi füst (rubber fume) forró vagy előzetesen melegített gumiból származó vegyületek összessége, melyet kötőanyag nélküli üvegszálalás szűrőlapra leválasztott belélegezhető por minta ciklohexánban történő extrahálásával gravimetriás módszerrel határozzuk meg. A szűrőlapok ciklohexános oldása – a mintavétel előtt és után - 16 órás Soxhlet extrakcióval történik.

A mintavétel jellemzése:

Belélegezhető por mintavevő: SKC IOM mintavevő
Schleicher & Schuell GF8 Ø25 mm üvegszálalás szűrőlappal
Mintavevő szivattyú: SKC SideKick és AirLite állandó sebességű (±5 rel.%)
Mintavételi sebesség: 2,0 l/perc
Mintavételi sebesség beállítása: DryCal Defender 510M digitális áramlásmérő segítségével
Gyártó: BIOS (USA); mérési tartomány: 50 ml/perc - 5l/perc.

Laboratóriumi analízis:

A szűrőlap tömegének mérése az alábbi analitikai mérlegen Soxhlet extrakció előtt és után:

Gyártó, típus: Sartorius, R 200 D automatikus kiegyensúlyozású
Terhelhetőség, felbontás: 42 / 200 g, d = 0,01 / 0,1 mg
Gyártási szám: 38100082

A mintavétel és elemzés becsült eredő bizonytalansága:

Gumi füst: 0,06 - 0,3 mg/m³ között: ≤ 40 % 6 órás mintavétel esetén
0,3 - 2,0 mg/m³ között: ≤ 20 % 6 órás mintavétel esetén

3.21. Ásványi olajköd meghatározása

Alkalmazott szabvány:

NIOSH 5026:1996 Oil Mist, Mineral
MDHS 14/4:2014 General methods for sampling and gravimetric analysis
of respirable and inhalable dust

A mérési módszer elve:

Az olajköd a kevésbé illékony ásványolaj összetevők (C_nH_{2n+2} , $n \geq 16$) folyadék formában történő megjelenése a munkahelyi levegőben, és nem tartoznak bele az ugyancsak jelenlévő gőz halmazállapotú szénhidrogének. Az olajköd meghatározása kötőanyag nélküli üvegszálalás szűrőlapra leválasztott belélegezhető részecske mintából történik, széndiszulfiddal történő leoldást követően, FT-IR spektroszkópia alkalmazásával a $3200 - 2700 \text{ cm}^{-1}$ hullámszám tartományban.

A mintavétel jellemzése:

Belélegezhető por mintavevő: SKC gyártmányú, két részes polisztirol kazettában elhelyezett AE típusú ($1,0 \mu\text{m}$ pólusméret) $\varnothing 37 \text{ mm}$ kötőanyag nélküli üvegszálalás szűrőlap (Cat No.: 225-709).
Mintavevő szivattyú: SKC SideKick és AirLite állandó sebességű ($\pm 5 \text{ rel.}\%$)
Mintavételi sebesség: $2,0 \text{ l/perc}$
Mintavételi sebesség beállítása: DryCal Defender 510M digitális áramlásmérő segítségével
Gyártó: BIOS (USA); mérési tartomány: $50 \text{ ml/perc} - 5 \text{ l/perc}$.

Elemző laboratórium: Wessling Hungary Kft.

A mintavétel és elemzés becsült eredő bizonytalansága:

Ásványi olajköd:	$0,02 - 0,2 \text{ mg/m}^3$ között:	$\leq 30 \%$	5 órás mintavétel esetén
	$0,2 - 10 \text{ mg/m}^3$ között:	$\leq 20 \%$	5 órás mintavétel esetén

3.22. Glikolok meghatározása

Alkalmazott szabvány:

NIOSH 5523:1996 Glycols

A mérési módszer elve:

A glikolok (etilén-, propilén-, 1,3-butilén-, dietilén-, trietilén-, tetraetilén-glikolok) megkötésére 2 részes mintavevők alkalmasak: üvegszálalás szűrőanyagon kerül leválasztásra az aeroszol hányad, majd XAD-7 adszorbensen történik a gőzfázisú rész megkötése. A laboratóriumi analízis metanolos leoldást követően GC-FID elemzés (gázkromatográfia lángionizációs detektorral).

A mintavétel jellemzése:

Megkötő anyag: SKC XAD-7 típus, Cat No.: 226-95, üveggyapot részecske leválasztó dugó után $100+50 \text{ mg}$ töltet. Az üveggyapotot együtt kell elemeztetni az adszorberrel.

Megkötő anyag:	13 mm átmérőjű SKC OVS mintavevő (üvegszálás szűrő + 200/100 mg XAD-7 töltet).
Mintavevő szivattyú:	Ametek, Mansfield & Green Division (USA), Alpha-2 típus állandó áramlási sebességű személyi mintavevő pumpa.
Mintavételi sebesség:	1,0 l/perc.
Mintavételi sebesség beállítása:	DryCal Defender 510M digitális áramlásmérő segítségével Gyártó: BIOS (USA); mérési tartomány: 50 ml/perc – 5 l/perc.
<u>Elemző laboratórium:</u>	Bálint Analitika Kft.

3.23. Lúgos aeroszolok meghatározása

Alkalmazott szabványok:

NIOSH 7401:1994	Alkaline dusts
MSZ EN 13890:2003	Munkahelyi levegő. A lebegő részecskékben lévő fémek és félfémek mérési eljárásai. Követelmények és vizsgálati módszerek.

A mérési módszer elve:

A szálló por lúgos aeroszol (Na-, K-, Li-hidroxid és sói) tartalmának meghatározása a NIOSH szabvány szerint szűrőanyagon leválasztott belélegezhető porminta oldás utáni sav-bázis titrálásával történik. Alacsonyabb koncentrációk esetében érzékenyebb meghatározás érhető el a szűrőanyagon leválasztott porminta feltárás utáni ICP-MS analízisével (ekkor a lúg kationja kerül mérésre).

A mintavétel jellemzése:

Belélegezhető por: mintavevő	SKC Nanoneat (alacsony fémtartalmú) MCE síkszűrő, Ø 37 mm, kétrészes polikarbonát szűrőkazettában, támasztó koronggal.
Mintavevő szivattyú:	SKC AirLite és/vagy SideKick Deluxe 224-52Ex és/vagy Standard EEX ia 11CT4 állandó sebességű (± 5 rel.%) mintavevő
Mintavételi sebesség:	2 l/perc.
Mintavételi sebesség beállítása:	DryCal Defender 510M digitális áramlásmérő segítségével Gyártó: BIOS (USA); mérési tartomány: 50 ml/perc – 5 l/perc.

Elemző laboratórium: Bálint Analitika Kft.

A mért koncentráció becsült bizonytalansága:	0,001 mg/m ³ alatt:	± 50 %
	0,001 – 0,01 mg/m ³ között:	± 25 %
	0,01 mg/m ³ fölött:	± 15 %

3.24. Aldehidek meghatározása

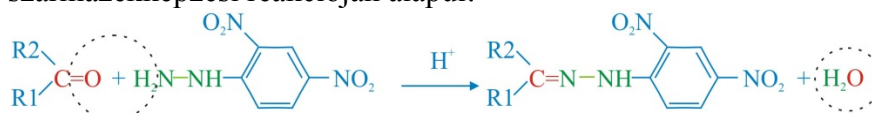
Alkalmazott szabvány:

NIOSH 2018:2003: Aliphatic aldehydes

NIOSH 2016:2003: Formaldehyde

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 hidrazin származékot acetonitrillel oldják le, az elemzés HPLC-UV (folyadék-kromatográfia UV detektálással) módszerrel történik.

A mintavétel jellemzése:

- Megkötő anyag: SKC Cat. No. 226-119, 2,4-dinitrofenil-hidrazinnal kezelt szilikagél, 300+150 mg töltet, 2 db cső sorba kötve.
Mintavétel előtt és után hűtve tárolva.
- Mintavevő szivattyú: SKC SideKick állandó sebességű (± 5 rel.%).
- Mintavételi sebesség: 0,3 ill. 1 l/perc.
- Mintavételi sebesség beállítása: DryCal Defender 510M digitális áramlásmérő segítségével
Gyártó: BIOS (USA); mérési tartomány: 50 ml/perc – 5 l/perc.

Elemző laboratórium: Wessling Hungary Kft.

A mintavétel és elemzés becsült eredő bizonytalansága:

0,001-0,05 mg/m ³ között:	$\leq 50 \%$	6 órás mintavétel esetén
0,05-0,3 mg/m ³ között:	$\leq 30 \%$	6 órás mintavétel esetén
0,3 mg/m ³ fölött:	$\leq 15 \%$	6 órás mintavétel esetén

3.25. Diizocianátok meghatározása

Alkalmazott szabvány:

- OSHA 42:1989 Diisocyanates
- 1,6-Hexamethylene Diisocyanete (HDI)
 - Toluene-2,6-Diisocyanete (2,6-TDI)
 - Toluene-2,4-Diisocyanete (2,4-TDI)

A mérési módszer elve:

A munkahelyi légtér diizocianát tartalmának meghatározása az üvegszál szűrőlapra felvitt 1-(2-piridil)-piperazinnal történő származékképzési reakción alapul. A származékot acetonitril/dimetil-szulfoxid oldószer eleggyel extrahálják, majd HPLC-UV (nagyhatékonyságú folyadék-kromatográfia UV spektrometriás detektálással) módszerrel határozzák meg.

A mintavétel jellemzése:

Megkötő anyag:	SKC Cat. No. 225-9002 Ø37 mm üvegszál szűrő 2 mg 1-(2-piridil)-piperazinnal. Az impregnált szűrőt mintavétel előtt mélyhűtőben, mintavétel után hűtve tároltuk.
Mintavevő szivattyú:	SKC Sidekick állandó sebességű (±5 rel.%).
Mintavételi sebesség:	2 l/perc
Mintavételi sebesség beállítása:	DryCal Defender 510M digitális áramlásmérő segítségével Gyártó: BIOS (USA), mérési tartomány: 50 ml/perc – 5 l/perc.

Laboratóriumi analízis: Bálint Analitika Kft.

A mintavétel és elemzés becsült eredő bizonytalansága:

0,03-1 mg/m³ között: ≤ 30 %

1 mg/m³ fölött: ≤ 15 %

(Határértékek:	2,4- és 2,6-toluol-diizocianát (TDI)	MK = 0,035 mg/m ³
	Difenilmetán-4,4-diizocianát (MDI)	ÁK = CK = 0,05 mg/m ³
	Hexametilén-diizocianát (HDI)	ÁK = CK = 0,035 mg/m ³

3.26. PAH vegyületek meghatározása

Alkalmazott szabvány:

NIOSH 5515:1994 Polynuclear Aromatic Hydrocarbons by GC

A mérési módszer elve:

Alacsony illékonyságuk következtében a PAH vegyületek (poliaromás szénhidrogének) a munkahelyi légtérben mind aeroszol, mind gőz halmazállapotban jelen lehetnek. Ezért mintavételük során teflon membránszűrő és XAD-2 adszorbens kerül alkalmazásra egymás után kapcsolva, majd a laboratóriumi meghatározása toluolos leoldást követően GC-MS módszerrel (gázkromatográf tömegspektrometriás detektorral) történik.

A mintavétel jellemzése:

Mintavevő anyag:	Ø 37 mm teflon membránszűrő (SKC 225-1713 típus) támasztókoronggal, két részes sötétített kazettában és kétzónás XAD-2 adszorbens (SKC 226-30-04 típus, 100/50 mg töltet). A mintavevőt a mintavétel után elsötétítve és hűtve tároltuk.
Mintavevő pumpa:	SKC Airlite, állandó áramlási sebességű (±5 rel.%).
Mintavételi sebesség:	2 liter/perc.
Mintavételi sebesség beállítása:	DryCal Defender 510M digitális áramlásmérő segítségével Gyártó: BIOS (USA); mérési tartomány: 50 ml/perc – 5 l/perc.

Laboratóriumi analízis: Bálint Analitika Kft, eredményeik a **2. melléklet**ben.

<u>A mérés becsült eredő bizonytalansága:</u>	0,002 -0,1 µg/m ³ között: ≤ 30 %
	0,1 µg/m ³ fölött: ≤ 15 %

3.27. Szervetlen savak meghatározása

Alkalmazott szabványok:

NIOSH 7903:1994	Acids, Inorganic
NIOSH 7906:2014	Particulate fluorides and hydrofluoric acid by ion chromatography
NIOSH 7907:2014	Volatile acids by ion chromatography (hydrogen chloride, hydrogen bromide, nitric acid)
NIOSH 7908:2014	Non-volatile acids (sulfuric acid and phosphoric acid)

A mérési módszer elve:

A NIOSH 7903 szabvány szerinti mérési módszer kénsav, salétromsav, foszforsav és halogén savak (HCl, HF, HBr) meghatározására alkalmas. A szervetlen savak meghatározása üvegszálas elötét szűrővel ellátott szilikagél adszorbensről ionkromatográfiás módszerrel történik. Az elötét szűrő választja le a kénsavat és a foszforsavat, valamint a savak esetlegesen jelen lévő sóit, a szilikagél adszorbens pedig az illékony savakat.

A legújabb NIOSH szabványok előszűrő után Na-karbonáttal kezelt szűrőlapot alkalmaznak az illékony savak és kvarc vagy teflon szűrőlapot a foszforsav és salétromsav megkötéséhez.

Az alkalmazásra kerülő ionkromatográfiás módszer az anionokat méri, így a vizsgált mintán esetleg jelenlévő sók savként kerülnek meghatározásra.

A mintavétel jellemzése:

Megkötő anyag:	A mérendő sav(ak) szerint kerül megválasztásra, az alábbiak közül: - SKC Cat. No. 225-9031 Ø37 mm metil-cellulóz-észter szűrő nátrium-karbonáttal impregnált támasztó koronggal. - Belélegezhető por mintavevő, Whatman QM-A, mikroszálas kvarc szűrőlap, kötőanyag nélkül, Ø37 mm, két részes polisztirol kazettában elhelyezve. - SKC 226-10-03 szilikagél adszorbens, 400+200 mg
Mintavevő szivattyú:	SKC AirLite állandó sebességű (± 5 rel.%)
Mintavételi sebesség:	1,0 l/perc
Mintavételi sebesség beállítása:	DryCal Defender 510M digitális áramlásmérő segítségével Gyártó: BIOS (USA); mérési tartomány: 50 ml/perc – 5 l/perc.

Elemző laboratórium: Wessling Hungary Kft, Bálint Analitika Kft.

3.28. Ecetsav, hangyasav és propionsav meghatározása

Alkalmazott szabvány:

OSHA ID-186SG:1993	Acetic and formic acids in workplace atmospheres
--------------------	--

A mérési módszer elve:

A szerves savak megkötése aktív szén adszorbensen történik, a laboratóriumi elemzés ionkromatográfia (IC) nátrium-borátos leoldást követően.

Az alkalmazásra kerülő ionkromatográfiás módszer az anionokat méri, így a mintán esetleg jelenlévő sók savként kerülnek meghatározásra.

A mintavétel jellemzése:

Részecske leválasztó:	az aktívszén adszorbens előtti üvegszálas dugó, amely nem kerül leoldásra.
Megkötő anyag:	SKC 226-01 aktívszén adszorbens, 100+50 mg.
Mintavevő szivattyú:	Sensydine Gilian LFS-113 Low Flow állandó sebességű (± 5 rel.%) személyi mintavevő.
Mintavételi sebesség:	200 ml/perc
Mintavételi sebesség beállítása:	DryCal Defender 510M digitális áramlásmérő segítségével Gyártó: BIOS (USA); mérési tartomány: 50 ml/perc – 5 l/perc.

Elemző laboratórium: Környezettechnológia Kft.

3.29. Kén-dioxid meghatározása

Alkalmazott szabvány:

OSHA ID-200:1992 Sulfur dioxide in workplace atmospheres
(impregnated activated beaded carbon)

A mérési módszer elve:

A kén-dioxid megkötése kálium-hidroxiddal bevont speciális aktívszén adszorbensen történik, ahol a kén-dioxid szulfid-ionként kötődik meg, majd lassan szulfát-ionná oxidálódik, amit a laboratóriumi leoldás során a híg nátrium-hidroxidhoz adott hidrogén-peroxid tesz teljessé. A szulfát-ionok meghatározása az ionkromatográfia (IC) módszerével történik.

Részecske szulfátok vagy kénsav kiszűréséhez 37 mm-es polisztirol kazettát kell alkalmazni teflon szűrővel.

A mintavétel jellemzése:

Részecske leválasztó:	amennyiben szükséges
Megkötő anyag:	SKC 226-80 KOH-al kezelt Anasorb 747 aktívszén adszorbens, 400+200 mg.
Mintavevő szivattyú:	Ametek, Mansfield & Green Division (USA), Alpha-2 típusú, állandó sebességű (± 5 rel.%) személyi mintavevő.
Mintavételi sebesség:	50 ml/perc (ÁK mérésnél)
Mintavételi sebesség beállítása:	DryCal Defender 510M digitális áramlásmérő segítségével Gyártó: BIOS (USA); mérési tartomány: 50 ml/perc – 5 l/perc.

Elemző laboratórium: Környezettechnológia Kft.

3.30. Kén-hidrogén meghatározása

Alkalmazott szabvány:

NIOSH 6013:1994 Hydrogen sulfide

A mérési módszer elve:

A kén-hidrogén megkötése előszűrést követően aktívszén adszorbensen történik, amely a laboratóriumi leoldás során az ammónium-hidroxidhoz adott hidrogén-peroxid hatására szulfát-ionná oxidálódik. A szulfát-ionok meghatározása az ionkromatográfia (IC) módszerével történik. Kén-dioxid jelenléte pozitív hibát okoz.

A mintavétel jellemzése:

Részecske leválasztó: SKC 0,5 µm-es teflon síkszűrő, Ø37 mm, két részes polikarbonát szűrőkazettában.
Megkötő anyag: SKC 226-09 aktívszén adszorbens, 400+200 mg.
Mintavevő szivattyú: Sensydine Gilian LFS-113 Low Flow állandó sebességű (±5 rel.%) személyi mintavevő.
Mintavételi sebesség: 200 ml/perc
Mintavételi sebesség beállítása: DryCal Defender 510M digitális áramlásmérő segítségével
Gyártó: BIOS (USA); mérési tartomány: 50 ml/perc – 5 l/perc.

Elemző laboratórium: Környezettechnológia Kft.

3.31. Hidrogén-cianid meghatározása

Alkalmazott szabvány:

NIOSH 6010:1994 Hydrogen cyanide

A mérési módszer elve:

A hidrogén-cianid megkötése bázikus adszorbensen való levegő átszívásos mintavételi technikával történik. A laboratóriumi elemzés során desztillált vizes leoldást követően színes cianid-ion komplexet képeznek, melyet látható abszorpciós spektrofotometriás módszerrel határoznak meg mennyiségileg.

A mintavétel jellemzése:

Megkötő anyag: SKC 226-28 Soda lime (CaO + 5-20 % NaOH) adszorbens, 600+200 mg.
Mintavevő szivattyú: Sensydine Gilian LFS-113 Low Flow állandó sebességű (±5 rel.%) személyi mintavevő.
Mintavételi sebesség: 200 ml/perc
Mintavételi sebesség beállítása: DryCal Defender 510M digitális áramlásmérő segítségével
Gyártó: BIOS (USA); mérési tartomány: 50 ml/perc – 5 l/perc.

Elemző laboratórium: Bálint Analitika Kft.

3.32. Hidrogén-cianid és cianid-sók meghatározása

Alkalmazott szabványok:

NIOSH 6010:1994	Hydrogen cyanide
MDHS 14/4:2014	General methods for sampling and gravimetric analysis of respirable and inhalable dust

A mérési módszer elve:

A hidrogén-cianid meghatározása üvegszálalás elötét szűrővel ellátott bázikus adszorbensen való levegő átszívásos mintavételi technikával történik. Az esetlegesen jelen lévő cianid sók az üvegszálalás elötét szűrőn kerülnek leválasztásra. Az elötét szűrőt külön választva a szűrőanyagról a cianid részecskék, míg az adszorbens töltetről a hidrogén-cianid elemezhető.

A laboratóriumi elemzés során desztillált vizes leoldást követően színes cianid-ion komplexet képeznek, melyet látható abszorpciós spektrofotometriás módszerrel határoznak meg mennyiségileg.

A mintavétel jellemzése:

Részecske leválasztó:	Advantec GA-55 üvegszálalás síkszűrő (Ø25 mm)
Megkötő anyag:	SKC 226-28 Soda lime (CaO + 5-20 % NaOH) adszorbens, 600+200 mg.
Mintavevő szivattyú:	ÁK mintavétel esetében: Sensydine Gilian LFS-113 Low Flow állandó sebességű (±5 rel.%) személyi mintavevő. CK mintavételek esetében: SKC Airlite állandó áramlási sebességű (±5 rel.%) személyi mintavevő.
Mintavételi sebesség:	200 ml/perc (ÁK mintavétel), 1 l/perc (CK mintavétel)
Mintavételi sebesség beállítása:	DryCal Defender 510M digitális áramlásmérő segítségével Gyártó: BIOS (USA); mérési tartomány: 50 ml/perc – 5 l/perc.

Elemző laboratórium: Bálint Analitika Kft.

A mintavétel és elemzés becsült eredő bizonytalansága:

0,001 – 0,5 mg/m ³ között:	≤ 40 %	6 órás mintavétel esetén
0,5 – 2,5 mg/m ³ között:	≤ 30 %	6 órás mintavétel esetén
2,5 mg/m ³ fölött:	≤ 30 %	6 órás mintavétel esetén
0,002 – 2 mg/m ³ között:	≤ 40 %	legfeljebb 15 perces mintavétel esetén
2 - 10 mg/m ³ között:	≤ 30 %	legfeljebb 15 perces mintavétel esetén
10 mg/m ³ fölött:	≤ 15 %	legfeljebb 15 perces mintavétel esetén

3.33. Ammónia meghatározása

A mintavétel során figyelembe vett szabvány:

OSHA Method ID-188 Ammonia in workplace atmospheres - Solid adsorbent

A mérési módszer elve:

A kénsavval impregnált aktívszén tölteten átszívott levegő ammónia tartalmának meghatározása a fenti szabvány szerint ionkromatográfiás módszerrel történik.

A mintavétel jellemzése:

Adsorbens:	kénsavval bevont Anasorb 747 speciális aktívszén, SKC 226-29 típus, 500/250 mg töltet, méret 8 x 110 mm.
Mintavevő pumpa:	ÁK mintavétel esetén: Ametek, Mansfield & Green Division (USA), Alpha-2 típus állandó áramlási sebességű mintavevő pumpa. CK mintavételek esetén: SKC Airlite állandó sebességű (± 5 rel.%) személyi mintavevő pumpa.
Mintavételi sebesség:	200 ml/perc (ÁK mintavétel), illetve 1 l/perc (CK mintavétel)
Mintavételi sebesség beállítása:	DryCal Defender 510M digitális áramlásmérő segítségével Gyártó: BIOS (USA); mérési tartomány: 50 ml/perc - 5l/perc.

Laboratóriumi analízis:

Az elemzést végző Bálint Analitika Kft. az ionkromatográfiás módszer helyett Nessler reagenssel történő szinképzést követően spektrofotometriás elemzést alkalmaz a látható fény hullámhossz tartományban.

A mintavétel és elemzés becsült eredő bizonytalansága:

0,1 – 1 mg/m ³ között:	$\leq 30 \%$	6 órás mintavétel esetén
1 mg/m ³ fölött:	$\leq 15 \%$	6 órás mintavétel esetén
3,6-18 mg/m ³ között:	$\leq 30 \%$	legfeljebb 15 perces mintavétel esetén
18 mg/m ³ fölött:	$\leq 15 \%$	legfeljebb 15 perces mintavétel esetén

3.34. Ózon meghatározása

Alkalmazott szabvány:

OSHA ID-214:1995 Ozone in workplace atmospheres (impregnated glass fiber filter)

A mérési módszer elve:

A munkahelyi légtér ózon tartalmának meghatározása nitrit ionokat tartalmazó oldattal impregnált üvegszálas síkszűrőt tartalmazó mintavevő segítségével történik. A mintavétel során az ózon a nitrit ionokat nitráttá oxidálja, amely leoldást követően ionkromatográfiás módszerrel (IC) szelektíven mérhető.

A mintavétel jellemzése:

Megkötő anyag:	Nitrit oldattal impregnált, egymás fölött 2 db Ø 37 mm üvegszálás szűrőlap kétrészes polisztirol kazettában (SKC 225-9014). Az impregnált szűrőt mintavétel előtt mélyhűtőben, mintavétel után hűtve tároltuk.
Mintavevő szivattyú:	SKC Airlite állandó áramlási sebességű (± 5 rel.%) személyi mintavevő.
Mintavételi sebesség:	1,5 l/perc.
Mintavételi sebesség beállítása:	DryCal Defender 510M digitális áramlásmérő segítségével Gyártó: BIOS (USA); mérési tartomány: 50 ml/perc – 5 l/perc.

Elemző laboratórium: Wessling Hungary Kft.

A mintavétel és elemzés becsült eredő bizonytalansága:

0,02 – 0,1 mg/m ³ között:	≤ 40 %	6 órás mintavétel esetén
0,1 mg/m ³ fölött:	≤ 20 %	6 órás mintavétel esetén

3.35. Illékony szerves vegyületek meghatározása termikus deszorpcióval

Alkalmazott szabvány:

MSZ EN ISO 16017-1:2001	Beltéri, környezeti és munkahelyi levegő. Az illékony szerves vegyületek mintavétele és elemzése szorbenscsővel / termikus deszorpcióval / kapilláris-gázkromatográfiával. 1. rész: Szivattyús mintavétel (ISO 16017-1:2000)
-------------------------	--

A mérési módszer elve:

A TO-17 style 3 TD adszorbensen átszívott levegő minta illékony szerves oldószer tartamának meghatározása termodeszorpciót követően gázkromatográfiás módszerrel történik, tömegspektrometriás detektálás mellett.

A mintavétel jellemzése:

Megkötő anyag:	6 mm átmérőjű rozsdamentes acél cső TO-17 style 3 TD adszorbens töltettel, amely 13 mm Carbopack TM C, 25 mm Carbopack TM B és 13 mm Carosieve TM SIII szorbens anyagot tartalmaz, 3-3 mm üveggyapot elválasztó réteggel.
Mintavevő szivattyú:	Ametek, Mansfield & Green Division (USA), Alpha-2 típus állandó áramlási sebességű személyi mintavevő pumpa, SKC Standard típus low-flow adapter alkalmazásával
Mintavételi sebesség:	100 ml/perc
Mintavételi sebesség beállítása:	DryCal Defender 510M digitális áramlásmérő segítségével Gyártó: BIOS (USA); mérési tartomány: 50 ml/perc - 5l/perc.

Elemző laboratórium: Wessling Hungary Kft.

3.36. Butadién és izoprén meghatározása diffúziós mintavételt követő termikus deszorpcióval

A mintavétel során alkalmazott szabvány:

MSZ EN ISO 16017-2:2004 Beltéri, környezeti és munkahelyi levegő.
Az illékony szerves vegyületek mintavétele és elemzése szorbenscsővel /
termikus deszorpcióval / kapilláris-gázkromatográfiával.
2. rész: Diffúziós mintavétel (ISO 16017-2:2003)

A mérési módszer elve:

A diffúziós mintavétel során az adszorbens tölteten megkötődött 1,3-butadién és izoprén meghatározása termodeszorpciót követően gázkromatográfiás módszerrel történik, tömegspektrometriás detektálás mellett.

A mintavétel jellemzése:

Adszorbens patron: Carbopack X töltet (gyártó: Radiello, Cat. No. RAD141): 480 mg
46/60 mesh grafitizált szén töltet 3 x 8 µm mesh rozsdamentes acél
hálóban (Ø 4,8 mm).
Diffúziós köpeny: többször felhasználható, Ø 16 x 60 mm méretű
mikropórusos polietilén (Cat. No. RAD120-2).
Tartóelem: többször felhasználható, polikarbonát

Elemző laboratórium: Wessling Hungary Kft.

A koncentráció számítás diffúziós mintavétel esetén az alábbi összefüggés szerint történik:

$$c[\mu\text{g} / \text{m}^3] = \frac{m[\mu\text{g}] - m_b[\mu\text{g}]}{U[\text{ml} / \text{min}] \cdot t[\text{min}]} \cdot 10^6$$

ahol: m: adszorbeálódott komponens tömege
m_b: vak minta értéke
U: felvételi sebesség
T: expozíciós idő

Felvételi sebesség (20 °C, 101,3 kPa) :

1,3-butadién: 30,5 ± 0,3 ml/min
Izoprén: 41,2 ± 4,9 ml/min

3.37. Szabad klór meghatározása (nem akkreditált módszer)

Alkalmazott szabvány:

OSHA ID-101:1991 Chlorine in Workplace Atmospheres

A mérési módszer elve:

A munkahelyi légtér szabad klór tartalmának meghatározása 0,1%-os szulfonsav oldatban történő elnyeletést követően ionkromatográfiás módszerrel történik.

A mintavétel jellemzése:

Elnyelető oldat: 2x50 ml 0,1 %-os szulfonsav-oldat.
Mintavevő szivattyú: BME saját fejlesztésű, rotaméterrel ellátott, akkumulátoros membránszivattyú.
Mintavételi sebesség: 1,5 l/perc.
Mintavételi sebesség beállítása: DryCal Defender 510M digitális áramlásmérő segítségével
Gyártó: BIOS (USA); mérési tartomány: 50 ml/perc – 5 l/perc.

Elemző laboratórium: Bálint Analitika Kft.

3.38. Nitrozaminok meghatározása (nem akkreditált módszer)

Alkalmazott szabványok:

OSHA Method 06:1979 Dimethylnitrosamine
OSHA Method 27:1981 Volatile nitrosamine mixture I.
(Hasonló szabvány Európában a német BGI 505.23:1992
Verfahren zur Bestimmung von N-Nitrosaminen.)

A mérési módszer elve:

A speciálisan erre a célra kifejlesztett ThermoSorb/N mintavevőn átszívott levegő nitrozamin tartalmának meghatározása diklórmétán-metanol (75-25 v/v) eleggyel történő oldás után GC-MS módszerrel történik.

A mintavétel jellemzése:

Mintavevő anyag: ThermoSorb/N, szállító: Isconlab GmbH, Heidelberg
A mintavevőt mintavétel előtt és után hűtve tároltuk.
Mintavevő szivattyú: SKC SideKick és AirLite állandó sebességű (± 5 rel.%)
Mintavételi sebesség: 1,6 l/perc
Mintavételi sebesség beállítása: DryCal Defender 510M digitális áramlásmérő segítségével
Gyártó: BIOS (USA); mérési tartomány: 50 ml/perc - 5l/perc.

Laboratóriumi analízis:

A nitrozaminok leoldása a mintavevőről 75-25 v/v arányú diklórmétán-metanol eleggyel, majd GC-MS (gázkromatográf tömegspektrometriás detektorral) analízis SIM (szelektív ion monitoring) technika alkalmazásával. (Nem tudunk hazai akkreditált elemző laboratóriumról, így a mintákat külföldi laboratóriumba küldjük.)

3.39. Szervetlen gázkomponensek diffúziós, reagens csöves meghatározása (nem akkreditált módszer)

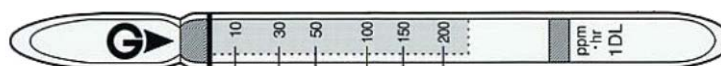
Alkalmazott szabvány:

MSZ EN 838:2000 Munkahelyi levegő. Diffúziós mintavevők gázok és gőzök meghatározása.
Követelmények és vizsgálati módszerek

Az alkalmazott diffúziós színreagens mintavevő csövek jellemzői:

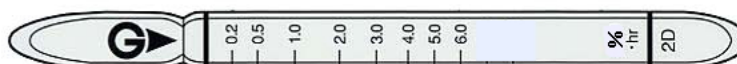
CO mérése

Gyártó:	GASTEC Corporation (Japán)
Típus:	1DL, diffúziós
Működési elv:	Színreakció, a $\text{Na}_2\text{Pd}(\text{SO}_3)_2$ reagens töltet redukálásával fém palládium képződése
Színváltozás	halvány sárga → barna
Mérési tartomány:	0,4 - 400 ppm
Mintavételi idő:	0,5 – 24 óra



CO₂ mérése

Gyártó:	GASTEC Corporation (Japán)
Típus:	2D, diffúziós
Működési elv:	Színreakció, a reagens töltet semlegesítése
Színváltozás	narancs → sárga
Mérési tartomány:	0,02 - 12 %
Mintavételi idő:	0,5 – 10 óra



NO₂ mérése

Gyártó:	GASTEC Corporation (Japán)
Típus:	9DL, diffúziós
Működési elv:	Színreakció, az analizáló töltettel reagálva zöld színű termék képződése
Színreakció	fehér → zöld
Mérési tartomány:	0,01 - 3 ppm
Mintavételi idő:	1 – 24 óra



A koncentráció számítása a diffúziós mintavevők esetében az alábbi összefüggések alapján történik:

CO és NO₂ koncentrációk meghatározása:

$$C [\text{ppm}] = \frac{\text{leolvasott érték} [\text{ppm óra}]}{t [\text{óra}]}$$

ahol:

C: az adott komponens átlag-koncentrációja a vizsgált légtérben
leolvasott érték: a diffúziós cső skáláján a színváltozás mértékét jelző érték
t: expozíciós idő

CO₂ koncentráció meghatározása:

$$C [\%] = \frac{\text{leolvasott érték} [\% \text{ óra}]}{t [\text{óra}]}$$

ahol:

C: a szén-dioxid átlag-koncentrációja a vizsgált légtérben
leolvasott érték: a diffúziós cső skáláján a színváltozás mértékét jelző érték
t: expozíciós idő

A mért koncentrációk becsült bizonytalansága:

Diffúziós színreagens csövek:

Elszíneződés a teljes tartomány 10 %-a alatt:	± 40%
Elszíneződés a teljes tartomány 10 %-a fölött:	± 20 %

3.40. WBGT-index meghatározása (nem akkreditált módszer)

Alkalmazott szabvány:

MSZ EN 27243:1998 Meleg munkakörnyezetek. A dolgozóra ható hőterhelés becslése a WBGT-index (wet bulb globe temperature) alapján (ISO 7243:1989)

A mérési módszer elve:

A WBGT-index meghatározása épületeken belül két származtatott jellemző, a természetes nedves hőmérséklet és a glóbuszhőmérséklet mérésén keresztül történik. Épületeken kívül, közvetlen napsugárzás esetén fentiek kiegészítésre kerülnek léghőmérséklet (száraz hőmérséklet) mérésével.

Alkalmazott mérőkészülékek és jellemzőik:

Természetes nedves hőmérséklet:

Gyártó, típus:	Brüel and Kjaer 1213
Működési elv:	Pt 100 felületi ellenállás hőmérő (MM0035) Nedves hőmérő kialakítása a fenti szabvány 3.1.1. fejezete szerint
Mérési tartomány:	-20 – +100 °C hőmérséklet
Felbontás:	0,1 °C hőmérséklet
Pontosság:	5 – 40 °C között $\pm 0,5$ °C

Glóbuszhőmérséklet:

Gyártó, típus:	Testo 521, 0554.0670 glóbuszhőmérővel
Működési elv:	NTC hőmérő, $\varnothing$ 150 mm-es fekete gömbben
Mérési tartomány:	0 – +120 °C hőmérséklet
Felbontás:	0,1 °C hőmérséklet
Pontosság:	$\pm 0,2$ °C hőmérséklet

Léghőmérséklet:

Gyártó, típus:	Brüel and Kjaer 1213
Működési elv:	Pt 100 ellenállás hőmérő, felül nyitott hengeres takarással (MM0034)
Mérési tartomány:	-20 – +50 °C hőmérséklet
Felbontás:	0,1 °C hőmérséklet
Pontosság:	5 – 40 °C között $\pm 0,2$ °C, -20 – 50 °C között $\pm 0,5$ °C

3.41. A munkahelyi környezet 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.

3.42. Alkalmazott mérőkészülékek és jellemzőik:

Hőmérséklet, páratartalom:

Gyártó, típus:	Testo 177-H1 és/vagy Testo 174-H adatgyűjtő.
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.