



KÖRNYEZETVÉDELMI MÉRNÖKI IRODA KFT.
1113 BUDAPEST, GYÖRÖK U. 19.
TEL: +36-1-365-1089
FAX: +36-1-365-0841
MOBIL: +36-30-9227575
EMAIL: INFO@ECODEFEND.HU

Vizsgálati jegyzőkönyv

Készült a Nestlé Hungária Kft. 9737 Bük, Darling u. 1. sz. alatti telephelyén lévő, kijelölt pontforrásokból kibocsátott légszennyező anyagok levegőtisztaság-védelmi vizsgálata alapján.

NAH által NAH-1-1523/2021 számon akkreditált vizsgáló laboratórium.

2024. augusztus

*A Vizsgálati jegyzőkönyvről másolatot készíteni a vizsgálatot végző írásbeli engedélye nélkül csak teljes terjedelmében lehet.
Annak adatait, megállapításait felhasználni csak a vizsgálatot megrendelő tudtával és engedélyével szabad.
A Vizsgálati jegyzőkönyvben történő bárminemű javítás, módosítás tilos.
A Vizsgálati jegyzőkönyvben szereplő mérési eredmények, a mintavétel időszakára jellemző üzemállapotra vonatkoznak.
A Megrendelő a vizsgálattal kapcsolatban a jelentés kézhezvételétől számított 8 napon belül írásbeli kifogást tehet.*

Témaszám: E96/2024

1. Bevezetés

A következőkben tárgyalt levegőtisztaság-védelmi vizsgálati jegyzőkönyvet a Nestlé Hungária Kft. (9737 Bük, Darling u. 1. sz.) megbízásából készítettük. A vizsgálatok a 9737 Bük, Darling u. 1. sz. alatt lévő telephely alábbi, kijelölt légszennyező forrásaiból kibocsátott szennyező anyagok minőségi és mennyiségi meghatározására irányultak.

Előzetesen megtörtént a technológia és a hozzá tartozó légtechnikai rendszer felmérése, a mintavételezések megtervezése, egyidejűleg meghatároztuk a vizsgálandó üzemállapotokat is.

A mintavételezések 2024. augusztus 14-én zajlottak le.

A vizsgált pontforrások:

P6 Daráló elszívó kürtője I.

P9 Daráló elszívó kürtője II.

A mintavételezéseket és a vizsgálatokat az **ECO DEFEND Környezetvédelmi Mérnöki Iroda Kft. (NAH által NAH-1-1523/2021 számon akkreditált vizsgáló laboratórium.)** végezte.

A kapott eredmények, valamint a rendelkezésre bocsátott technológiai, anyagfelhasználási adatok képezik jegyzőkönyvünk alapját. Az alkalmazott mérési módszereket, az emissziók mértékét, a légszennyezés értékelését a továbbiakban adjuk meg.

A dokumentum azonosítása:

Tartalmaz 18 számozott oldalt,
mellékletek száma: 1 db

A vizsgálati jegyzőkövet készítette:

.....
Kajos Balázs
vizsgálómérnök

A jegyzőkönyvet ellenőrizte a vizsgáló-laboratóriumért felelős vezető:

.....
Szász János
ügyvezető

 **ECO DEFEND**
KÖRNYEZETVÉDELMI MÉRNÖKI IRODA KFT.

Okl. környezetvédelmi szakmérnök, levegőtisztaság-védelmi szakértő
Eng. sz: Bp-i és Pest M.-i Mérnöki Kamara: 01-14008

A jegyzőkönyv kiadásának dátuma: 2024. 08. 30.

2. A telephelyre vonatkozó általános megállapítások

A nevezett telephely Bük külső, ipari területén helyezkedik el.

2.1. A telephely adatai

Környezetvédelmi Ügyfél Jel: 100 197 815

Környezetvédelmi Területi Jel: 100 470 742

Az üzemi épületek elrendezése: tömbösített

Az üzemi épületek átlagos beépítési magassága: kb. 6 m

Az üzemi épületek állapota: rendszeresen karbantartott

Az útburkolat: szilárd, rendszeres portalanításáról takarítással gondoskodnak

A telephelyhez legközelebb eső lakott terület távolsága: kb. 50 m

3. A vizsgált technológia ismertetése

A Nestlé Hungária Kft. büki gyárában kisállat eledelek gyártásával foglalkoznak.

3.1. Darálás

Egyes alapanyagokat a szárazüzemben található darálók segítségével aprítanak. A művelet során keletkező szennyezett levegő a *P6 és P9 sz. pontforrásokon* keresztül távozik a környezetbe.

4. Méréshez beállított üzemállapotok és emissziós jellemzők

A légszennyező források kibocsátásának egyenletességét két alapvető tényező határozza meg:

- a kibocsátás **éves** lefolyásának egyenletességét a negyedéves átlagos kibocsátások időtartama és mennyisége
- a kibocsátás **technológiai** szakaszon, perióduson belüli kibocsátási egyenletességét az egyes légszennyezőanyagok kibocsátásának folyamaton belüli megkezdésének időpontja, időtartama, ennek megfelelő intenzitása és összes mennyisége

A két kibocsátási egyenletesség az éves kibocsátás mindenkori értékeiben az éppen érvényes állapotok jellemzőiben összegződik.

A kibocsátási tulajdonságokat figyelembe véve minden mérés megkezdése előtt a légszennyező anyagok kibocsátásának mindkét jellemzőjét meg kell vizsgálni.

A vizsgálatot a forráson kibocsátható légszennyező anyagokra egyenként kell elvégezni.

A vizsgálat eredményeként azt az üzemállapotot kell megadni, amelyben minden légszennyező komponens kibocsátási jellemzői biztonsággal meghatározhatók.

A beállítandó eltérő jellemzőjű üzemállapotokat a folyamatos minta mintavételi idejét, valamint a szakaszos mintavételben vett minták számát a következők szerint kell megvizsgálni:

4.1. A beállítandó üzemállapotok az éves üzemviteli jellemzők alapján

Egyes forrás kibocsátásának egyenletességét a negyedéves átlagos emissziók / E_i / ill. a vizsgált időszakra képzett átlagos kibocsátás / E / hányadosa / Q / jellemzi.

Q értéket mind a maximális, mind a minimális kibocsátást jellemző negyedéves átlagra vonatkozóan meg kell vizsgálni, azaz mind a

$$Q = \frac{E_{i\max}}{E} \text{ mind a } Q = \frac{E}{E_{i\min}}$$

értéket kell számítani.

Ha mindkét hányados az 1 és 2 közötti értéket vesz fel, azaz $1 < Q < 2$, akkor a kibocsátás a vizsgált maximum és a minimum értékektől független, vagyis egyenletesnek tekinthető.

Ha mindkét hányados 2 és 5 közötti értéket vesz fel, azaz $2 < Q < 5$ a kibocsátás változóan tekinthető. Ide tartozik az az eset is, amikor csak az egyik hányados értéke az 5 értéket meghaladja.

Ha mindkét hányados értéke az 5-öt meghaladja, azaz $Q > 5$, vagyis a kibocsátás maximum és minimum értéke kiugró érték, a kibocsátást egyenlőtlennek kell tekinteni.

4.2. A technológia kibocsátásnak egyenletessége

A kibocsátás jól elkülöníthető szakaszokból áll, az egyes szakaszokban a szennyezés mennyisége eltérő, a kibocsátások periódikusan követik egymást. A technológia időn belüli kibocsátásának jellemzésére az előzőek szerint szintén képezhető a Q_t hányados.

Az előzőek alapján a mért forrásoknál egyenletes kibocsátás volt.

A vizsgálatok idejére olyan üzemállapotokat állítottak be, hogy E értéke a négy negyedév idő szerint súlyozott átlaga, és jellemzi az üzemvitelt.

A mért és számított adatokat összefoglalva a 6. fejezetben adjuk meg.

5. Vizsgálati módszerek

5.1. Alkalmazott módszerek

Jelzet/azonosító	A vizsgálati módszer megnevezése
MSZ 21853-1:1976 (visszavont szabvány)	Légszennyező források vizsgálata. Általános előírások
MSZ 21853-2:1998 (visszavont szabvány)	Légszennyező források vizsgálata. Térfogatáram meghatározása.
MSZ EN 13284-1:2002 (visszavont szabvány)	Helyhez kötött légszennyező források emissziója. A szilárd anyag tömegkoncentrációjának meghatározása kis koncentrációtartományban. 1. rész: Kézi gravimetriás módszer
MSZ EN 14790:2006 (visszavont szabvány)	A véggáz nedvességtartalmának meghatározása.

5.2. Felhasznált eszközök

Megnevezés	Gyártó	Típus	Gyári szám
Digitális hőmérő	Greisinger Elect.	GTH 1170	L-0969
Digitális légnedvességmérő	Dostmann GmbH	P400	47016050017
Digitális barométer	Greisinger Elect.	GTD 1100	100595
Prandtl-cső	Kálmán System	egyedi gyártmány	--
Differenciál nyomásmérő	TESTO	512	AC463028
Porszonda	Pannon Egyetem	PE1	55-16057/7
Porszonda	Kálmán System	OH 610	078101
Pormintavevő berendezés	R-Design Kft	DSU	--
Pormintavevő berendezés	Kálmán System	ADS	--
Emissziós mintavevő	R-Design	APS-02	000003
Emissziós mintavevő	R-Design	APS-01	000005
Óra	Citizen	Radio controller	LKX 9534-B
Chek-mate kalibrátor	SKC	375-07550	16537194
Mérleg	Precisa	925M-202	27580
Száritószekrény	MEMMERT	UBLM 400	920229

5.3. Mérési pontok száma és helye

Az MSZ 21853-2:1998 (visszavont) szabvány szerint.

5.4. A mért pontforrások és szennyező anyagok

Pontforrás	Mért komponens(ek)
P6 sz. forrás Daráló elszívó kürtője I.	szilárd, nem toxikus por
P9 sz. forrás Daráló elszívó kürtője II.	szilárd, nem toxikus por

5.5. Számítás menete

5.5.1. Légszennyező források vizsgálata

/MSZ 21853-1:1976 szerint (visszavont szabvány) /

A vizsgálat előkészítése

Az emisszió mértékének várható időbeli változását - amelytől a mintavételek és a mérések időpontja és száma függ - előzetesen, a technológia alapján kell meghatározni.

A vizsgálat előtt méréssel határoztuk meg a hordozógáz nyomását (p), hőmérsékletét (t).

Az egyes szennyező anyagok várható koncentrációját, szükség esetén a technológiai adatokból előzetesen számítással vagy próba mintavétel alapján kell meghatározni.

Az egyes szennyező anyagok meghatározási módszereit az emisszió várható szennyező anyag koncentrációja a hordozógáz hőmérséklete, illetve a várható zavaró tényezők ismeretében kell megválasztani, e sorozat további szabványjaiban előírtaknak megfelelően.

A mérési keresztmetszet kiválasztásának szempontjai voltak:

A mérési keresztmetszet előtti és utáni változatlan keresztmetszetű egyenes csatornaszakasz hossza a csővezeték hidraulikai átmérőjének legalább kétszerese ($2 \times d_h$) kell legyen, amelyen belüli csatornaszakaszban semmilyen áramlást zavaró elem nem lehet.

5.5.1.1. Mintavétel és mérés

Mérési pontok száma és helye

Gázemisszió koncentrációjának mérésekor az első mintát a csatorna keresztmetszet három mérési pontjából kell venni. Amennyiben a mért értékek relatív szórása $\pm 10\%$ -nál kisebb, a többi minták egy mérési pontból vehetők.

A mérendő mennyiségek

Az emisszió mértékének meghatározásához mérni kell az emisszió szennyező anyag koncentrációját (fajlagos mértékét) és a hordozógáz térfogatáramát.

Számítás

Az emisszió mértékét az alábbi összefüggésből határoztuk meg:

$$E_x = c_x \cdot q_v \cdot 10^{-3},$$

ahol:

E_x az emisszió mértéke, kg /h

c_x a hordozógáz szennyező anyag koncentrációja g/m³

q_v a hordozógáz térfogatárama a mérési keresztmetszetben, m³ /h

Az emisszió mértékének átlaga:

$$\bar{E}_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E_{xi},$$

ahol:

E_x az emisszió mértékének átlaga, kg/h

E_{xi} az egyes mérésekből meghatározott emisszió mértéke, kg/h

n a végzett mérések száma

Időben állandó áramlási viszonyok esetén a keresztmetszet kijelölt pontjaiban (MSZ 21853-2:1998) a helyi sebességek (Prandtl csővel, stb.) mérése után a minta egyszerű leszívócsonkkal is leszívható (pontonként a helyi sebességnek megfelelő „izokinetikus” sebességgel).

Ingadozó áramlási viszonyok esetén, valamint minden olyan esetben, amikor a sebességmegoszlás egyenlőtlen ($N \geq 1,1$), a mintavétel csak a helyi sebességre jellemző mennyiség egyidejű mérésével történhet.

Időben változó technológia miatt a mintavétel a technológia állandó szakaszán belül történt. Az üzemi paramétereknek a mérési ideje alatt elkerülhetetlen kisebb-nagyobb változása miatt mindig törekedni kellett a mintavételek idejének optimális lerövidítésére.

Mérés

A mérés pontonkénti mintavétellel (és kiértékeléssel), és a kijelölt pontokban való egymás utáni – azonos ideig vett – mintavétellel és az összes pontban mért értékek átlagát adó kiértékeléssel történt.

A mérés teljes ideje alatt ellenőrizni kellett, hogy a technológiai folyamatban nem történt-e változás (gázáram, koncentráció, hőmérséklet stb.). Ez részben az üzemi paramétereket ellenőrző műszerek segítségével, részben a keresztmetszeten átáramló gázmennyiségre jellemző vonatkozási nyomás (dinamikus nyomás, rendszerellenállás, hőmérséklet állandó mérésével történt).

Szakaszos, periodikus vagy egy technológia-szakaszon belül is időben változó kibocsátás esetén a mintavételek számát és gyakoriságát a technológia tulajdonságának megfelelően választottuk meg.

5.5.2. Szilárdanyag emisszió meghatározása

A mérést az MSZ EN 13284-1: 2002 (visszavont szabvány) előírásai szerint végeztük.

A mérés elve

Egy zárt csatornából a szabadba emittált szilárd szennyező anyag mennyisége a hordozógáz sebességétől (c_n) és koncentrációjától (ρ_{sz}) függ.

Az "A" vezeték keresztmetszetén τ idő alatt

$$m = \int_0^{\tau} \int_A \rho_{sz} c_n dA d\tau \text{ [kg]}$$

tömegű szilárd anyag halad át.

Mindkét változó (ρ_{sz} , c_n) a helynek és az időnek is a függvénye [$c_{sz} = c_{sz}(x, y, \tau)$] és [$c_n = c_n(x, y, \tau)$]. A függvény értékeket csak méréssel lehet a vezeték keresztmetszetének k számú, véges nagyságú felületeleméhez tartozó pontjában meghatározni.

Ha egyenlő részterületeket veszünk és feltételezzük, hogy a szilárd anyag koncentráció és a sebességmegoszlás a mérés időtartama alatt független az időtől (tehát a mért berendezés üzemi állapota a mérés közben nem változik meg), akkor

$$E_{sz} = 3,6 \frac{A}{k} \sum_{i=1}^k \rho_{sz i} c_{ni} \left[\frac{kg}{h} \right]$$

A keresztmetszet kijelölt pontjában az áramlási sebesség csatorna tengely irányú komponensét (c_{ni}) sebességmérő eszközzel, míg a helyi koncentrációt ($\rho_{sz i}$) a leszívott minta elemzésével határozták meg.

A V_{li} (m^3) gázmintából leválasztott szilárd szennyező m_{li} (g) tömegének ismeretében számítható az i-edik mérési pontban érvényes koncentráció:

$$\rho_{sz i} = \frac{m_{li}}{(V_{li})_q} \left[\frac{g}{m^3} \right]$$

A vizsgálat előkészítése

A mérési keresztmetszet kiválasztása az MSZ 21853-1:1976 (visszavont szabvány) szerint, a mérési pontok kijelölése az MSZ 21853-2:1998 (visszavont szabvány) szerint történt.

A gáz nyomását az atmoszferikus nyomáshoz képest TESTO 512 típusú digitális differenciál nyomásmérővel mértük, $\pm 0,1\%$ relatív hibával.

A szilárd szennyezőanyagok meghatározási módszereit a hordozógáz hőmérséklete, várható koncentrációja, illetve a várható zavaró tényezők ismeretében kell megválasztani.

A technológiai adatok vagy előzetes mérések tapasztalatai alapján a várható áramlási paraméterek (sebességmegoszlás, koncentráció, hőmérséklet stb.) határozzák meg a méréshez legmegfelelőbb mintavevő berendezés jellemzőit. A mintavételezésekhez Pannon Egyetem, Kálmán System által gyártott, PE1 ill. OH 610 típusú porszondákat alkalmaztunk.

A mintavételezéshez Rietschle légszivattyút használtunk. A gázsebesség, szilárd anyag koncentráció, hőmérséklet, nedvességtartalom várható értékeinek ismeretében (próbamérés eredményeiből vagy a technológiai adatokból) a mintavételhez legmegfelelőbb leszívó csontot úgy választottuk meg, hogy a mérőműszer paramétereitől és a légszivattyú teljesítményétől függően az izokinetikus elszívást biztosítva, rövid idő alatt a kiértékeléshez elegendő minta leszívható volt.

A leszívott gázminta térfogatának meghatározását a pormintavevő berendezésbe épített Venturi-mérővel végzett nyomásméréssel végeztük. A mérési pontokból leszívott gázminta mennyiségének meghatározására a térfogatáram mérésén kívül szükséges volt a mintavétel idejének a meghatározása is 1 s abszolút hibával.

A leszívás idejét úgy kellett megválasztani, hogy az alkalmazott mérőberendezéssel még kis szilárdanyag koncentráció esetén is a kiértékeléshez elegendő minta álljon rendelkezésre. Minimálisan annyi anyagot gyűjtöttek, hogy a tömegmérés $\pm 1\%$ relatív hibával elvégezhető volt. A mintavétel legrövidebb ideje mérési pontonként 2 perc volt.

A méréssorozat után meghatároztuk a szonda leválasztó részében a lerakódott por tömegét.

A gázmintából leválasztott szilárd szennyező anyag tömegének mérését úgy végeztük el, hogy a szűrő, ill. leválasztott anyag nedvességtartalmának változása hibát ne okozzon. Ezért a mintákat mérlegelés előtt 8 órán át, $70^\circ C$ -os szárítószekrényben tartottuk.

Számítás

A hordozógáz (és minta) állapotjelzőinek, ill. összetételének ismeretében a gáz sűrűsége számítható:

$$\rho = \frac{p}{R_g T} \left[\frac{kg}{m^3} \right]$$

Az eredő gázállandó (R_g) az alkotók gázállandóinak (R_i) és a gáz összetételének ismeretében számítható.

Az eredő gázállandó $v_i\%$ térfogatszázalékos ill. $\mu_i\%$ tömegszázalékos összetétellel

$$R_g = \frac{100}{\sum_i \frac{v_i}{R_i}} \left[\frac{J}{kgK} \right]$$

Megjegyzés:

Gázelemzésre nem volt szükség mivel a gázsebesség és a leszívott minta mennyiségének meghatározása nyomásmérésre vezethető vissza.

(Ez esetben az emisszió számított értéke ρ - tól független.)

A helyi gázsebesség számítása a mért dinamikus nyomásból:

$$c_i = K_1 \sqrt{p'_{di} \frac{2}{\gamma}} \quad m/s$$

A hordozógáz térfogat-áramának meghatározását az MSZ 21853-2:1998 (visszavont szabvány) szerint Prandtl- csöves nyomásmérés adataiból számítottuk.

A leszívott gázminta térfogatának meghatározása:

A méréspontokban a leszívott gázminta térfogatát a mérőperem, Venturi mérő stb. mérőnyomásából az alábbiak szerint számítjuk:

$$V_{li} = \alpha \varepsilon \frac{d^2 \pi}{4} \cdot \sqrt{\frac{2}{\rho_{li}}} \sqrt{\Delta p_i \tau_i} \quad m^3$$

A leszívott gázminta térfogatának átszámítása a hordozógáz állapotjelzőire:

$$(V_{li})_q = V_{li} \frac{p_{li}}{p} \frac{T}{T_{li}} \quad m^3$$

A teljes keresztmetszet mérése alatt leszívott gázminta:

$$(V_1)_q = \sum_{i=1}^k (V_{li})_q \quad m^3$$

A szennyezőanyag koncentráció a mérési pontokban:

$$\rho_{szi} = \frac{m_{li}}{(V_{li})_q} \left[\frac{g}{m^3} \right]$$

A hordozógáz átlagkoncentrációja:

Ha a mérési keresztmetszetet egyenlő részterületekre osztjuk és a mérést minden pontban azonos ideig végezzük ($\tau_i = \text{áll.}$), az átlagkoncentráció:

$$\rho_{sz} = \frac{A}{k} \frac{\sum_{i=1}^k \rho_{sz} c_{ni}}{q_v} = \frac{m_1}{(V_1)_q} \left[\frac{g}{m^3} \right]$$

Az emisszió mértéke:

$$E_{sz} = 3,6 \cdot \rho_{sz} \cdot q_v \left[\frac{kg}{h} \right]$$

5.5.3. A véggáz vízgőz tartalmának meghatározása

A mintavételezés az MSZ EN 14790:2006 (visszavont szabvány) előírásainak figyelembevételével történt. A gáz nedvességtartalmát a kondenzáltatott víz tömegének mérésével határoztuk meg.

5.5.4. Térfogatáram meghatározása

A méréssel kapcsolatos áramlástan feltételeket és előírásokat az MSZ 21853-2:1998 (visszavont) szabvány tartalmazza.

Alkalmazási terület

A módszer Prandtl-csőes dinamikus nyomásméréseken alapuló térfogatáram meghatározásra csak abban az esetben alkalmas, ha a dinamikus nyomás $p_d > 1 \text{ Pa}$.

A mérési keresztmetszetben a mérési pontokat kör keresztmetszetű zárt csatorna esetén a log- lin 6 szabály szerint jelöltük ki.

A sebességet legalább két egymással 90° - ot bezáró átmérő mentén mértük, amelyek közül az egyik átmérőnek a mérési keresztmetszetet megelőző csőidom, zavaróelem szimmetria síkjába kell esnie.

A hordozógáz hőmérsékletét - a térfogatáram mérését megelőzően - a keresztmetszetnek legalább 3 pontjában mértük meg. Eszköz: Greisinger Elect. GTH1170 típusú hőmérő.

A technológia változása miatt bekövetkező hordozógáz térfogatáram ingadozás mértékét, a mérés időtartama alatt ellenőriztük. Eszköz: TESTO 512 tip. differenciál nyomásmérő.

Számítás

A csatornában áramló gáz sebességét Prandtl - cső segítségével a dinamikus nyomások alapján határozhatjuk meg. E módszer szerint megmérjük a mérési keresztmetszet több pontjában a gáz dinamikus nyomását, majd ennek alapján kiszámítjuk az itt uralkodó úgynevezett helyi sebességet. A helyi sebességek számtani átlagát véve kapjuk a gáz közepes sebességét.

Ennek megfelelően a helyi sebesség:

$$c_{ni} = \sqrt{\frac{2 \cdot p_{di}}{\rho_n}}$$

ahol :

c_{ni} a gáz helyi sebessége, m/s

p_{di} a gáz dinamikus nyomása, Pa

ρ_n a hordozógáz aktuális sűrűsége, kg/m³

Mind kör keresztmetszetű, mind a négyszög keresztmetszetű csatorna esetében a mért sebesség értékek számtani középértékét kell képezni:

$$c_{atl} = \frac{1}{k} \cdot \sum_{i=1}^k c_{ni} (m/s)$$

A hordozógáz száraz, normálállapotra vonatkoztatott sűrűségét a gázelegy egyes komponenseinek sűrűségéből és térfogatarányából számíthatjuk ki. Az egyes komponensek sűrűségét a relatív molekulatömeg és a normálállapotú móltérfogat hányadosaként számítjuk:

$$\rho_{szn} = \sum_{i=1}^n r_{ni} \cdot \rho_{szNi}$$

ahol:

r_{ni} az egyes komponensek térfogataránya a gázkeverékben

ρ_{szNi} az egyes komponensek száraz, normál állapotra vonatkoztatott sűrűsége

A nedves hordozógáz *normálállapotra vonatkoztatott sűrűségét* a következők szerint számíthatjuk:

$$\rho_{nN} = \frac{\rho_{szN} + f_N}{1 + \frac{f_N}{0,804}}$$

ahol:

f_N a hordozógáz nedvességtartalma, száraz norm. állapotú gázra vonatkoztatva.

A hordozógáz *aktuális sűrűségét* a mért állapotjelzőkből a következők szerint számíthatjuk:

$$\rho_n = \rho_{nN} \frac{273 \cdot p_{cs}}{T_{cs} \cdot 1013,25} \quad (kg/m^3)$$

ahol:

p_{cs} a hordozógáz abszolút nyomása, mbar

T_{cs} a hordozógáz hőmérséklete, K

A hordozógáz térfogatárama:

$$q_n = A \cdot c_{atl} \cdot 3600 \quad (m^3/h).$$

A hordozógáz mért térfogatáramát az alábbi összefüggés szerint fizikai normál állapotra kell vonatkoztatni

$$q_{nN} = q_n \frac{273 \cdot p_{cs}}{1013,25 \cdot T_{cs}} \quad (m^3/s)$$

ahol:

p_{cs} a hordozógáz abszolút nyomása T hőmérsékleten, mbar

T_{cs} a hordozógáz hőmérsékletének átlaga, K

A hordozógáz térfogatárama száraz normálállapotra:

$$q_{szN} = \frac{q_{mN}}{1 + \frac{f_N}{0,804}} \quad (m^3 / s)$$

A mérési hiba számítása

Ha a mérési keresztmetszet előtti és utáni egyenes, állandó keresztmetszetű csőszakasz hossza (l) a hidraulikai átmérő (d_h) tízszerese, vagy annál kisebb, akkor a mérési hibát az MSZ 21853-2:1998 (visszavont szabvány) szerint kell számítani.

Ha a mérési keresztmetszet előtti és utáni egyenes, állandó keresztmetszetű csőszakasz hossza a hidraulikai átmérőnek legalább tízszerese, azaz $10 < l / d_h$ akkor a térfogatáram várható értéke (q_v) az alábbi összefüggéssel számítható:

$$q' = 0,966 q$$

A várható érték 90%-os valószínűséggel a $0,954 q_{v0} < q_v < 0,979 q_{v0}$ intervallumba esik. Ha a mérési keresztmetszet előtti és utáni egyenes, állandó keresztmetszetű csőszakasz hossza $l / d_h < 10$, akkor a térfogatáram várható értékét az alábbi módon számítjuk: Az egyenlő részterületekhez tartozó pontokban mért dinamikus nyomás értékekből meg kell határozni a sebességmegoszlás egyenlőtlenségére jellemző "N" szám értékét.

$$N = k^2 \frac{\sum_{i=1}^k (p_{di} \sqrt{p_{di}})}{\left(\sum_{i=1}^k \sqrt{p_{di}} \right)^3}.$$

A térfogatáram várható értéke a következő összefüggéssel számolható:

$$q' = K \cdot q$$

ahol:

K korrekciós tényező

A várható érték 90%-os valószínűséggel a $K_{min} q_{v0} < K_{max} q_{v0}$ intervallumba esik.

A technológia változásának ellenőrzése:

A kijelölt mérési pontokban végzett sebességmérésekkel egy időben a mérési keresztmetszet egy meghatározott pontjában Prandtl- csővel mértük a vonatkoztatási sebességet.

Ha a leggyakrabban előforduló vonatkoztatási sebességtől való eltérések a $\pm 20\%$ -ot meghaladják, a mérést ugyanabban, vagy más mérési keresztmetszetben meg kell ismételni.

6. Mért és számított adatok

P6 sz. forrás Daráló elszívó kürtője I.

Mintavétel időpontja: 2024. augusztus 14.

Környezeti levegő átlaghőmérséklete: 31,8 °C

Környezeti levegő átlagos relatív nedvességtartalma: 41,2 %

A mintavételi-mérési hely adatai

A csatorna méretei a mérési síkban:

Csatorna alakja: kör keresztmetszet

Mérési keresztmetszet: 0,1590 m²

Barometrikus nyomás: 101600 Pa

Abszolút nyomás a csatornában: 102887 Pa

A hordozógáz statikus nyomása: 1287 Pa

A hordozógáz dinamikus nyomását 10 ponton, 0,5 perces átlagolási idővel mérve határoztuk meg.

Mérési pont	1	2	3	4	5
P _{din} (Pa)	102	112	117	120	118
P _{din} (Pa)	113	108	112	110	108

A hordozógáz nedvességtartalma: 42,6 g/m³

A hordozógáz száraz sűrűsége fiz. norm. állapotban: 1,293 kg/m³

A hordozógáz nedves sűrűsége fiz. norm. állapotban: 1,268 kg/m³

A hordozógáz átlagos hőmérséklete: 55,1 °C

Átlagos gázsebesség: 14,46 m/s

Sebességmegoszlás egyenlőtlenségére jellemző N érték: 1,0016

Aktuális térfogatáram: 8279 m³/h

Állandó keresztmetszetű csőszakasz hossza és a hidraulikai átmérő aránya $l/d_h > 10$

Korrekciós tényező: 0,966

Térfogatáram mérési állapotban: 7998 m³/h (hibaszámítással korrigált érték)

Térfogatáram fiz. norm. állapotban: 6757 m³/h

Térfogatáram fiz. norm. állapotban (száraz gáz): 6417 m³/h

Mért és számított adatok

Nedvesség mintavételezés adatai				
Minták jele	P6/N1	P6/N2	P6/N3	Átlag
Mintavétel ideje	13:51 – 14:21	14:23 – 14:53	14:54 – 15:24	--
Hőmérséklet °C	55,2	55,1	55,1	55,1
Elszívott száraz gáz m ³	0,0299	0,0292	0,0297	--
Koncentráció g/m ³	42,8	42,4	42,5	42,6

Szilárd szennyezőanyag mintavételezés adatai				
Minták jele	P6/SZ1	P6/SZ2	P6/SZ3	Átlag
Mintavétel ideje	13:51 – 14:21	14:23 – 14:53	14:54 – 15:24	--
Elszívott száraz gáz m ³	1,0050	1,0055	1,0052	--
szilárd, nem toxikus por mg/m ³	1,81	2,89	2,54	2,59

Azonosító	Szennyezőanyag megnevezés	Osztály	Átlagkoncentráció mg/m ³	Tömegáram kg/h
7	szilárd, nem toxikus por	szilárd anyag O osztály	2,59	0,016620

Mérési eredmények

Szennyező anyag		Szennyező anyag		Technológiai kibocsátási határérték kg/h	Kibocsátási határérték mg/m ³
Megnevezés	Osztály	Tömegáram kg/h	Átlag-koncentráció mg/m ³		
szilárd, nem toxikus por	szilárd anyag O osztály	0,016620	2,59	0,5-ig	150*

*4/2011. (I.14.) VM rendelet 6. sz. melléklete szerinti általános technológiai kibocsátási határérték

A koncentrációkat és a térfogatáramokat a véggáz száraz, fizikai normál (273,15 K és 101,3 kPa) állapotára átszámítva adtuk meg.

Az eredmények a vizsgálat időtartamára vonatkoznak.

P9 sz. forrás Daráló elszívó kürtője II.

Mintavétel időpontja: 2024. augusztus 14.

Környezeti levegő átlaghőmérséklete: 31,8 °C

Környezeti levegő átlagos relatív nedvességtartalma: 41,2 %

A mintavételi-mérési hely adatai**A csatorna méretei a mérési síkban:**

Csatorna alakja: kör keresztmetszet

Mérési keresztmetszet: 0,1590 m²

Barometrikus nyomás: 101600 Pa

Abszolút nyomás a csatornában: 101745 Pa

A hordozógáz statikus nyomása: 145 Pa

A hordozógáz dinamikus nyomását 10 ponton, 0,5 perces átlagolási idővel mérve határoztuk meg.

Mérési pont	1	2	3	4	5
P _{din} (Pa)	34	33	35	34	30
P _{din} (Pa)	28	33	34	33	30

A hordozógáz nedvességtartalma: 61,5 g/m³

A hordozógáz száraz sűrűsége fiz. norm. állapotban: 1,293 kg/m³

A hordozógáz nedves sűrűsége fiz. norm. állapotban: 1,258 kg/m³

A hordozógáz átlagos hőmérséklete: 55,1 °C

Átlagos gázsebesség: 7,85 m/s

Sebességmegoszlás egyenlőtlenségére jellemző N érték: 1,0034

Aktuális térfogatáram: 4494 m³/h

Állandó keresztmetszetű csőszakasz hossza és a hidraulikai átmérő aránya $l/d_h > 10$

Korrekciós tényező: 0,966

Térfogatáram mérési állapotban: 4341 m³/h (hibaszámítással korrigált érték)

Térfogatáram fiz. norm. állapotban: 3627 m³/h

Térfogatáram fiz. norm. állapotban (száraz gáz): 3369 m³/h

Mért és számított adatok

Nedvesség mintavételezés adatai				
Minták jele	P9/N1	P9/N2	P9/N3	Átlag
Mintavétel ideje	14:00 – 14:30	14:31 – 15:01	15:02 – 15:32	--
Hőmérséklet °C	55,0	55,1	55,2	55,1
Elszívott száraz gáz m ³	0,0295	0,0297	0,0295	--
Koncentráció g/m ³	61,2	61,8	61,6	61,5

Szilárd szennyezőanyag mintavételezés adatai				
Minták jele	P9/SZ1	P9/SZ2	P9/SZ3	Átlag
Mintavétel ideje	14:00 – 14:30	14:31 – 15:01	15:02 – 15:32	--
Elszívott száraz gáz m ³	0,9974	0,9971	0,9970	--
szilárd, nem toxikus por mg/m ³	2,87	3,49	3,02	3,13

Azonosító	Szennyezőanyag megnevezés	Osztály	Átlagkoncentráció mg/m ³	Tömegáram kg/h
7	szilárd, nem toxikus por	szilárd anyag O osztály	3,13	0,010545

Mérési eredmények

Szennyező anyag		Szennyező anyag		Technológiai kibocsátási határérték kg/h	Kibocsátási határérték mg/m ³
Megnevezés	Osztály	Tömegáram kg/h	Átlag-koncentráció mg/m ³		
szilárd, nem toxikus por	szilárd anyag O osztály	0,010545	3,13	0,5-ig	150*

*4/2011. (I.14.) VM rendelet 6. sz. melléklete szerinti általános technológiai kibocsátási határérték

A koncentrációkat és a térfogatáramokat a véggáz száraz, fizikai normál (273,15 K és 101,3 kPa) állapotára átszámítva adtuk meg.

Az eredmények a vizsgálat időtartamára vonatkoznak.

Összefoglaló értékelés

A kijelölt pontforrásokon a vizsgálatokat az érvényben lévő 306/2010 (XII.23.) Korm. rendelet, az 4/2011. (I.14.) VM rendelet és a kapcsolódó rendeletek tartalmi követelményeinek figyelembevételével végeztük el.

A vizsgálatok és a mérési eredmények alapján a következő megállapítások tehetők:

A mintavételezések normál terhelés mellett, a **Nestlé Hungária Kft.** által biztosított, az üzemvitelre jellemző állapotban, normál üzem közben történtek. A kibocsátások meghatározásánál, a tüzelőanyag minősége és a felhasználás mennyisége jellemezte az átlagos üzemvitelt. Így a megadott eredmények reprezentatív értékeket képviselnek.

A szakaszos mintavétellel mért komponensek mérési eredményeit az adott mintavételi időtartamra átlagoltuk.