

# *A levegőt szennyező bűz*

*Ritvay Dorottya, Kondics Lajosné, dr.*

## **Bevezetés**

A bioszféra az ember fizikai létének, szellemi, társadalmi fejlődésének meghatározó környezete, az élővilág élettere. A környezet egyes elemeit károsító ártalmak a környezet egészére kihatnak. A környezetvédelmi problémákat a természet egyensúlyát megbontó, ökológiailag helytelen emberi beavatkozások okozzák.

Az iparilag fejlettebb országokban már az 1980-as évek óta szigorú rendszabályokkal próbálják megakadályozni a környezet további romlását, rombolását.

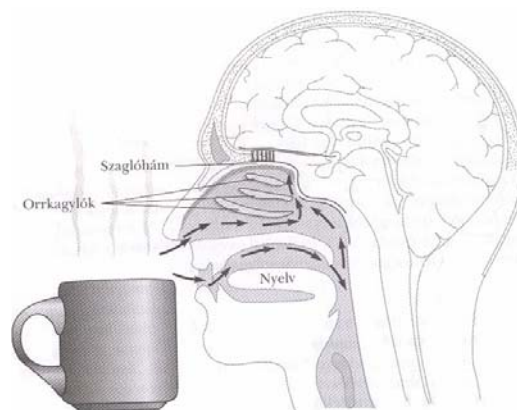
Egy terület, térség levegőminőségi helyzetének megítéléséhez ismernünk kell a légkörben a szennyező szaganyagok koncentrációját, amit az adott területet, térséget érő kibocsátások, a légkörben zajló fizikai és kémiai folyamatok, a meteorológiai, domborzati és egyéb tényezők határoznak meg. A kibocsátások, emissziók hatásterülete rendkívül változó, lehet lokális, ami a forrásokhoz közeli területekre terjed ki, és lehet nagyobb régiókat érintő, mint a magas kémények, pontszerű szennyező források által a légkör magasabb rétegébe kibocsátott szennyezések.

A légkörben jelenlévő, közvetlenül emittált szennyezőanyagok átalakulásai során az embert és a környezetét súlyosan veszélyeztető vegyületek képződhetnek, melyek különböző, kellemetlen szagok formájában jelennek meg a közösség számára. A kellemetlen szag, a bűz valamilyen rothadási, bomlási vagy ipari folyamat kísérő levegőszennyezése, mely lehet szerves (illékony szénhidrogének), és szervetlen (kénhidrogén) eredetű.

Ezekkel kapcsolatban számos kérdés vetődik fel: hogyan érzékeljük, hogyan és milyen módszerrel mérjük, hogyan szabályozzuk, milyen jogi vonatkozásai vannak a bűzzel történő környezetszennyezésnek, a megelőzésnek milyen formái vannak, miként szüntethető meg, vagy a koncentráció csökkentésére milyen megoldások lehetségesek? A következőkben ezekre a kérdésekre szeretnénk megadni a választ.

## **Az érzékelés, a szaglás**

Az idegrendszer elsődleges feladata a környezetből való információk felvétele, feldolgozása. Az érzékelés, mint az idegrendszer funkciója, valamint az érzékszervek az idegrendszerrel párhuzamosan, azzal szoros kapcsolatban fejlődtek ki. Az embernél a nem tudatos érzékelés mellett megjelenik az észlelés-érzékelés, mely szorosan kapcsolódik az asszociációs tevékenységhez, emlékezéshez, gondolkodáshoz. Az embernek klasszikus értelemben öt érzéke van: látás-szem, hallás-fül, ízlelés-nyelv, tapintás-bőr és szaglás-orr. Összehasonlítva az egyes érzékek külvilágról szolgáltatott információit, akkor nem meglepő, hogy látás útján kapjuk a legtöbbet, kb. 83%-ot, 11%-ot hallással, 3,5%-ot szaglással, 1,5%-ot tapintással és 1%-ot ízlelés útján.



*1. ábra*

*A szaglás útja – (Robert Sekuler – Randolph Blake: Észlelés 457.o.)*

Az evolúciót nézve a szaglás, melyre az „olfaktoros” (a latin olfacere, „szagolni” szóból) kifejezést is használják, valószínűleg a legősibb érzéklet, hiszen már a baktériumok is képesek a külvilág kémiai ingereinek felfogására. A tudomány hosszú időn keresztül nem foglalkozott a szaglással, annak ellenére, hogy kétségkívül létfontosságú érzetünk. Az orr, a szaglás helye szűri, felmelegíti és párásítja a levegőt. Úgy dolgozik, mint egy légkondicionáló, hogy a megfelelő levegő jusson a tüdőbe. A szaglás az orr hátsó részén, a szaglóhamban történik, ahová a levegő nagy része már közvetlenül nem áramlik, de e folyamat szorosan kapcsolódik a légzéshez, mely az egyik legfontosabb életfunkciónk. Az ember számára elengedhetetlen fontossággal bír az egyes szagok megkülönböztetése–friss levegő, doh, betegség, stb.

Megállapított tény, hogy az ember mintegy 10000 szagot képes megkülönböztetni. Mivel a szaglóhámunkon csak 1000 különféle receptorsejt azonosítható, mindegyik egy adott szagra specializálódott, felmerül a kérdés, mégis hogy vagyunk képesek sokkal (kb. 10-szer) több szagot azonosítani? További kérdés, hogy milyen fizikai jellemzők váltanak ki valamiféle szagérzetet egy adott forrás esetén?

A szagingert kiváltó szag egyik legfontosabb tulajdonsága, hogy illékony. Az érzékelt szag általában a levegő által szállított illó részecskék, illetve gáznemű anyagok által keltett érzet, melyek képesek feloldódni a szaglóhámot borító vékony váladékban. Ennek egyik előfeltétele az, hogy az illékony szaganyag zsírban oldódó legyen, mivel az érzékelő receptorsejtek körül zsírszerű anyag van. Ez a magyarázata a nátha esetén csökkent szaglási érzékenységnek. A náthás ember nyálkahártyája ugyanis váladékkal telítődik, ennek következtében a szaganyagok nem tudnak a receptorsejtek közé beoldódni. Ehhez hozzájárul még az is, hogy az orr nem tiszta, nincs jó szellőzése, így a levegő nem képes megfelelő mértékben feljutni annak legfelső területére, ahol a szaglóhám helyezkedik el. A szaglóhamban (az embereké kb. 3-4 cm<sup>2</sup>) elhelyezkedő szaglósejtek, szaglóidegrostok válaszolnak a különböző szagokra. Az egyes szaglóidegrostok nem válaszolnak minden szagra válogatás nélkül, van köztük bizonyos válaszfajlagosság, s a szagérzési tartományuk viszonylag nagy. Azt mondhatjuk, hogy a természet a szaglórendszeren belül egy egyedülálló szenzoros kódrendszert dolgozott ki.

### ***A szagok, kellemetlen szaganyagok és mérésük***

A szagok a levegőben lévő és abban terjedő olyan kémiai anyagok, amelyeknek az érzékszervek ingerléséből eredő érzete lehet egyedülállóan élvezetes, néha érzéki minőségű is, s ezáltal fontos érzelmi befolyásuk alakulhat ki. Figyeljük meg, hogy a különböző szagok milyen emlékképeket idéznek fel, majd próbáljunk az emlék látványára felidézni egy szagot. Mivel a szaglásnak nincs másodlagos központja az agyban, ezért a legtöbb ember nem tudja elképzelni, hogy milyen egy szag, még ha ismeri is az adott szagot. Viszont, ha valamit egy bizonyos szag jelenlétében tanulunk meg, akkor könnyebb a visszaidézés, ha ugyanazt a szagot érezzük. Ez az ún. Proust-effektus. A kellemes szagot illatnak, a nagyon kellemetlen és tartós hatás esetén szagártalmat is okozó szagot bűznek nevezzük. Az emberek ösztönösen a kellemes szagokat, illatokat keresik. A szag az egyik legfontosabb, érzékszerveinkkel észlelhető tulajdonságok, mely lényegesen befolyásolja közérzetünket, cselekedeteinket; fokozzák az ételek élvezetét, hatnak a pénztárcánkra, és még sorolhatnánk tovább – így adnak teret a tudatos választásnak. A szaglóképesség napi ritmus szerint folyamatosan ingadozik, továbbá hormonális és élettani hatások is befolyásolják. Az egyes szagokat természetesen nem csak érzékeljük, hanem mi is árasztunk különféle szagokat. Testszagunk olyan, akár egy ujjlenyomat.

Érdekes, hogy általában nagy koncentrációban a legfinomabb illatokat is bántónak érezzük, vagyis egyes anyagok töményen határozottan bűzös vegyületek, 10-20 ezerszeres hígításban pedig már kellemes vagy érdekes illatúak. Az acetaldehid tiszta állapotban szúrós szagú, míg hígítva az almára emlékeztet, ezzel szemben a kénhidrogén a halálos dózis közelében kellemes szagú, míg nagy hígításban záptojás szagára emlékeztet. Sok esetben az egyéni ízlés is szerepet játszik abban, hogy mit érzünk kellemesnek vagy kellemetlennek. Kétségtelen, hogy a jó illatok kedvezően hatnak hangulatunkra, a rosszak pedig elronthatják azt, valamint viselkedésünket is befolyásolhatják, és tudat alatt befolyásolják is. Gondoljuk végig, vagy próbáljuk ki, milyen elmenni egy virágüzlet előtt, és milyen egy ház szeméttárolója mellett! Egészen más érzetet kelt az emberben. A szagok miatti rossz közérzet, és az általuk okozott ártalmak, például a fejfájás, a gyomorfekély az egyéni érzékenység függvénye.

A szagok azok az anyagok (ozmofor csoportok – szaghordozók, többnyire funkció csoportok), melyek tágabb értelemben szagérzetet keltenek, szagingert okoznak, szagot terjesztenek. A szaganyagok kémiai reakciók, biológiai folyamatok eredményeként keletkeznek. A kellemetlen szaganyagokat büznek, a kellemes szaganyagokat illatnak nevezzük. Az anyagok szaghatása valamely jellegzetes ozmofor funkció csoporttal (pl. –SH, –SR, –CHO, >CO, CH<sub>2</sub>OH, –COOR, stb.) hozható kapcsolatba. Néhány jellegzetes szagú vegyületet az *1. táblázat* tartalmazza. A kellemetlen szaghatás súlyosabb esetben szagártalmat is okozhat, mely az erős és huzamosabb ideig tartó, nagy koncentrációban jelen lévő, felismerési szagküszöbérték feletti szagkoncentráció által okozott egészségkárosodás.

A különböző, kémiailag bonyolult összetételű anyagok, melyek egyedileg is szaggal rendelkező vegyületekből állnak, együttesen is szagot bocsátanak ki. Az egyedi vegyületek együttes megjelenése erősítheti, gyengítheti, megváltoztathatja a külön-külön vizsgált vegyületek szagát. Ezért szükséges a szaganyag-keverékek együttes szaghatásának mérése, melynek módszere az olfaktometria. Az olfaktometriás mérés során a szagkoncentráció meghatározása emberi érzékszervi vizsgálattal történik. Így a vizsgálatok során maga az emberi orr, és nem egy készülék állapítja meg a vizsgálandó minta szaghatását.

<i>Vegyület</i>	<i>Szagjellege</i>	<i>Képlete</i>
Acetaldehid	átható, orrfacsaró, szúrós, maró, fojtó, fullasztó szagú	CH <sub>3</sub> COH
Ecetsav	ecet	CH <sub>3</sub> COOH
Ammónia	szúrós, maró, ingerlő hatású	NH <sub>3</sub>
Szendisulfid	édes, édeskés, kellemes, kloroform jellegű szag	CS <sub>2</sub>
Klór	fertőtlenítő, szúrós, maró	Cl <sub>2</sub>
Formaldehid	szúrós, maró, fojtó szagú	HCOH
Hidrogénsulfát	záptojás	H <sub>2</sub> S
Fenol (karbolsav)	erősen édes, édeskés szagú	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH
Valeriánsav	testszagú	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> COOH

*1. táblázat*

*Néhány vegyület jellegzetes szaga*

*(Paul N. Cheremisinoff: Industrial odor control Pocket Handbook  
(Ipari szagtalanítás Zsebkönyv) 90-91. o. alapján)*

Az olfaktometria módszerét és a mérés végrehajtására alkalmas berendezést a szaglás (olfactio) érzékenységének vizsgálatára, azaz orvosi célokra dolgozták ki. Ezt vették át a szaghatás mérésével foglalkozó környezetvédelmi szakemberek a szagmérések elvégzéséhez. Az olfaktometriában a tiszta szagtalan levegőhöz keverve adjuk a szagos mintát a szagészlelési küszöbig.

Bár a mérés és az érzékelést végző emberi orrok (röviden „orrok”) kiválasztása szabványban meghatározott módon történik (MSZ EN 13725:2003), a mérés az emberi érzékelés miatt mégis szubjektív. A mérőcsoport kiválasztásakor az egyes „orrokot” tesztelni kell, a kiválasztás egy referencia anyag (n-butanol) szagküszöb meghatározása alapján történik. Ha a leendő mérőszemély orra alacsonyabb értéket is érzékel a szabványban megadott koncentrációtartománynál (20-80 ppb), akkor túl érzékeny, ha pedig a szagészlelési küszöbérték magasabb koncentrációtartományba esik, akkor túl érzéketlen.

Az orrok kiválasztáskor, valamint az egyes mérések során a következő szempontokat kell figyelembe venni a mérőcsoport tagjaira vonatkozóan:

- legyenek legalább 16 évesek és szolgálatkészek, valamint tudják követni a mérésvezető utasításait;
- lelkiismeretesen hajtsák végre a mérési feladatot;
- álljanak rendelkezésre a mérés egész időtartama alatt (egy napi mérési sorozatot csak rövid szünetekkel lehet megszakítani);
- a mérés alatt ismerjék fel, és jelezzék, ha szagot éreznek;
- 30 perccel az olfaktometriás mérés előtt és alatt az érzékelésben résztvevő személyeknek nem engedélyezett a dohányzás, az evés, az ivás (kivéve a vizet), a rágógumi vagy a cukorka használata;

- ne okozzanak semmiféle zavaró hatást a saját vagy a többiek érzékelésében, így kerülendő a tisztaság hiánya, vagy a parfümök, dezodorok, testápolók, kozmetikumok használata;
- a szagérzékelést befolyásoló betegségekben szenvedő (pl. meghűlés, allergiás roham, orrmelléküreg-gyulladás) „orrokát” ki kell zárni a mérésből;
- jelenjenek meg a bűzmérő laboratóriumban 15 perccel a mérés kezdete előtt, hogy hozzászokjanak az olfaktometriás labor szagtalan háttérszagához;
- a mérések során nem kommunikálhatnak egymással a mérési eredményekről.

A mérést nehezíti, hogy az értékelő (szagló) személynek a szagérzete a szagterhelés során mind minőségi, mind mennyiségi szempontból gyengül, ugyanis az értékelő személy orra „elfárad”, megtelik az aktuálisan vizsgált szaganyaggal, melyhez hozzászokik, vagy előfordulhat, hogy már nem is érez szagokat (túltelítődik). Ezt nevezzük szagadaptációnak, melynek ideje néhány perctől akár órákon át is tarthat, ennek hátterében más-más idegi mechanizmus áll, emellett felléphet keresztadaptáció is, amikor a hasonló szagok esetén adaptáció generalizálódik.

A ma kialakított és jelenleg elfogadott készülékek (olfaktométerek), és alkalmazott mérési módszerek, valamint szoftverek a vizsgálandó bűzös levegőt semleges, szagtalan referenciagázzal (tisztított, szárított, szagmentes levegő, szintetikus levegő vagy oxigéngáz) hígítják, amíg a mérő személy a kialakított orrmaszkbán megérzi a szag megjelenését. A hígítás csökkenő mértékben történik így próbálja meg kiküszöbölni az orr rövid időn belüli telítődését, „elfáradását”. Az olfaktométer (4. ábra), precíziós gázkeverő készülék segítségével különböző szagok szagküszöbértékét, szagkoncentrációjának nagyságát lehet meghatározni. A vizsgált minták detektálása még nem jelenti a minták azonosítását, mivel a szagkoncentráció mértékétől függően megkülönböztetünk szagészlelési (éppen érezzük), szagazonosítási (felismerjük) és kellemetlenségi küszöböt. A felismerési küszöbérték többszöröse a szagészlelési vagy kimutatási küszöbnek. A lakossági panaszok általában akkor keletkeznek, amikor a szag koncentrációja elég magas ahhoz, hogy felismerjék a szagot. A legtöbb panasz a nyári, melegebb időben fordul elő, ilyenkor bűz szempontjából valósabb képet lehet adni. Ugyanis a bűzkeltő anyagok keletkezése, felszabadulása, illetve terjedése magasabb hőmérsékleten nagyobb mértékű.



4. ábra  
Mannebeck-féle TO-7 Dinamikus olfaktométer

A mérési eljárásnak két típusa ismert, a statikus olfaktometria, és a dinamikus olfaktometria.

- A statikus olfaktometria esetén a vizsgálandó levegő bűzmintát a mérés előtt adott mértékben hígítják és ezt a mintát vizsgáltatják a mérő személyekkel.
- A dinamikus olfaktometriánál állandó áramlási sebességű referenciagázhoz növekvő mértékben keverik a mérendő mintát. Az utóbbi időben e módszer vált elterjedté.

A szagkoncentrációra jellemző hígítási szám meghatározása, amelyet Zwaardemaker (5. ábra) tiszteletére  $Z'$ -vel jelölnek, a következő képlettel történik:

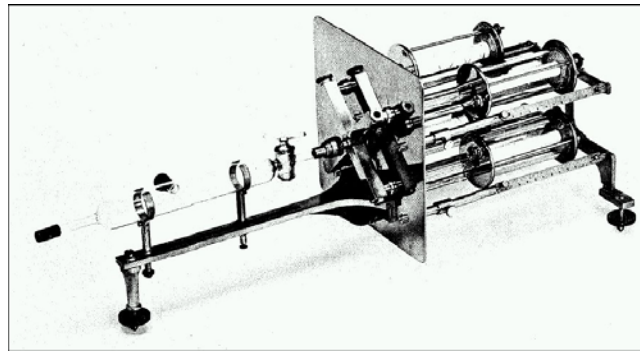
$$Z' = \frac{\dot{V}_m + \dot{V}_h}{\dot{V}_m}$$

ahol:  $\dot{V}_m$  – a mintagáz, a bűzös levegő térfogatárama [ $\text{m}^3/\text{s}$ ],  
 $\dot{V}_h$  – a hígítógáz (referenciagáz) térfogatárama [ $\text{m}^3/\text{s}$ ],  
 $Z'$  – hígítási szám [1].

Zwaardemaker (1857–1930) holland élettannal foglalkozó kutató a szaglás terén úttörő munkát végzett, a hallást és a beszédet is tanulmányozta. Ő fejlesztette ki az első olfaktométert (6. ábra).



5. ábra  
Hendrik Zwaardemaker  
([www.ling.su.se/fon/phoneticians](http://www.ling.su.se/fon/phoneticians))



6. ábra  
Zwaardemaker olfaktométer 1886. Hollandia  
(*Odor Regulation and the History of  
Odor Measurement in Europe*)

Ha a  $Z'$  értéket egységnyi térfogatban lévő szaganyagra vonatkoztatjuk, megkapjuk a szagkoncentrációt, amelynek mértékegysége a szagegység/m<sup>3</sup> [SZE/m<sup>3</sup>], jele  $Z$ :

$$Z = Z' \cdot c_0$$

ahol:  $Z$  – a szagkoncentráció [SZE/m<sup>3</sup>],  
 $Z'$  – a hígítási szám [1],  
 $c_0$  – a szagküszöbnél mért szagkoncentráció [1 SZE/m<sup>3</sup>].

A kibocsátott szag erőssége függ a szaganyag mennyiségétől, koncentrációjától, és a szagjellegétől. Ha több szagos vegyület egyszerre van jelen akár azonos koncentrációban (pl. 1 mg/m<sup>3</sup>) is, az érzett intenzitást és annak jellegét a különböző ozmofor csoportok együttesen határozzák meg. Ezek a csoportok egymás hatását erősíthetik, gyengíthetik, vagy kioltathatják, így alakítják ki az együttes jelenlétből adódó szagérzetet.

Az 1 SZE/m<sup>3</sup>, a szagingert okozó anyagnak az a legkisebb koncentrációja, az a szaganyag mennyiség, amely 1 m<sup>3</sup> szagtalan levegőben még éppen, vagy már szagérzetet vált ki a vizsgálatot végző személyek 50%-ánál, vagyis ez a minta szagészlelési küszöbe, szagküszöbértéke. A statisztikusan meghatározott szagkoncentráció értéket SZE/m<sup>3</sup>-ben adjuk meg, mely értéktől az egyéni érzékenység jelentősen eltérhet (túlérzékenység, szagvakság). A kapott mérőszám oly módon fejezi ki a bűzös levegő szaghatásának nagyságát, hogy megadja azt a hígítási arányt (lásd a fenti képletet), amely mellett a szennyezett levegő szagát még vagy már éppen lehet érezni. Az adott minta szagkoncentrációját a mérő személyek által megjelölt szagkoncentrációk átlagaként a mérésvezető határozza meg.

A szagintenzitás az érzékelt szagerősség, amelyre szubjektív minőségi jelzőket használunk (gyenge, erős, elviselhetetlen, stb.). A szagintenzitás a koncentrációval exponenciálisan növekszik az alábbi összefüggés szerint:

$$S = k \cdot I^n$$

ahol:  $S$  - érzékelt intenzitás (tapasztalati meghatározás)  
 $I$  – fizikai intenzitás (szagkoncentráció)  
 $n$  – Stevens kitevő  
 $k$  – konstans.

Meg kell említeni, hogy az olfaktometria elsősorban emissziós szennyezőforrás mérésére alkalmas. Az immissziós szennyezőforrás mérése esetén nehézséget okoz a mintavétel során, hogy a szaganyagok speciális módon, sávban, lencsében, valamint felhőben terjednek, és löketenként érzékeljük.

A szagok analitikai mérése nehézkes, mert a komponensenkénti elemzés csak a kémiai összetételt határozza meg, a bűz jellegére és koncentrációjára nem ad információt. Azonban ezek a mérések (gázkromatográfia, tömegspektrometria, illetve a ma már általánosan használt GC-MS) fontos információkat szolgáltatnak az esetleges büztelenítő eljárás kiválasztásához. Az említett analitikai

módszerek alkalmasak a bűzforrásra jellemző ún. ujjlenyomat kromatogramok elkészítésére, megkönnyítve a forrásazonosítást panaszok esetén. Ezek segítségével térségi, országos, vagy akár világméretű bűztérképek készíthetők.

### ***A bűz, mint környezetvédelmi probléma***

A környezetszennyezés észlelése, mértékének megállapítása, a tervezett beavatkozások környezeti kockázatának elbírálása független szakhatóságok illetékességi körébe tartozik. A leggyakrabban érintett hatóságok a Környezetvédelmi Főfelügyelőség, a 12 Környezetvédelmi Felügyelőség, az Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálat.

A bűz egyike a legszubjektívebb környezeti ártalmaknak, általában nem is akként tartják számon, ugyanis a szagok környezeti hatása—a rossz közérzet és az okozott egészségkárosodás—nem határozható meg pontosan. Eredete ugyanúgy lehet szerves, mint szervetlen anyag. Megvizsgálva az egyes lexikonok által meghatározott bűzanyag, illatanyag, szag fogalmát, azt tapasztaljuk, hogy a megfogalmazások némileg eltérnek az egyes lexikonokban, de egy valami azonban minden esetben szerepel: a kellemetlen szag.

A különböző megfogalmazások mellett fontos, hogy a köztudatban, és a jogban, a jogalkotásban is megjelenjen a bűz fogalma. A környezetvédelem egyik alapvető eszköze a környezetpolitika, a környezeti jog, mellyel ösztönzik, kötelezik az egyes iparágakat, kibocsátókat a különféle szennyezőanyagok emissziójának csökkentésére.

Azokban a jogszabályokban, ahol megemlítik a bűzt, csak „másodlagos előírásként” szerepel kibocsátásának megakadályozása, eleget téve a környezetvédelemben előtérbe kerülő integrált megközelítési, szabályozási szemléletnek.

Fogalmi meghatározása a levegőtisztaság témakörében szerepel, a többször módosított 21/2001. (II.14.) Kormány rendeletben: „*bűz*: kellemetlen szagú légszennyező anyag vagy anyagok keveréke, amely összetevőivel egyértelműen nem jellemezhető”. Továbbá a szabályozásra vonatkozóan a következőket írja elő: „Bűzzel járó tevékenység során az elérhető legjobb technika alkalmazásával meg kell akadályozni, hogy a lakosságot zavaró bűz kerüljön a környezetbe. Az elérhető legjobb technika alkalmazását, az egyedi határértéket, illetőleg a lakosságot zavaró bűzzel járó tevékenység korlátozását vagy betiltását a közegészségügyi hatóság állásfoglalása alapján a környezetvédelmi hatóság hatósági határozatban írja elő.”

A jogszabály hatósági jogkört biztosít a környezetvédelmi felügyelőségek részére, mert „a helyhez kötött légszennyező forrás üzemeltetőjét a légszennyezés és a lakosságot zavaró bűzzel való terhelés megszüntetése érdekében a technológia korszerűsítésére, légszennyezést csökkentő berendezés létesítésére, intézkedési terv készítésére, annak megvalósítására, illetve egyéb műszaki intézkedésre kötelezheti”. Ezek hatékonyságát, emissziós hatásterületét bűzmérések alapján lehet meghatározni.

### ***Műszaki megoldások a bűz megelőzésére, valamint annak csökkentésére***

A szagkibocsátások nem különböznek a légkörbe kerülő egyéb szennyezőktől, elhordja őket a szél. A szaganyagokról, és a többi gázhalmazállapotú szennyezésekről elmondható, hogy speciális módon, sávban, lencsében, valamint felhőben terjednek, a szagokat a levegő nem folytonos mozgása miatt hullámokban érzékeljük. Emellett felhígítja a levegő örvénylő mozgása, a turbulencia, és elkezdődik egy öntisztulási folyamat, mely során fizikai és kémiai folyamatok játszódnak le az atmoszférában (csapadék, ózonhatás, katalitikus hatás, porszemeken történő adszorpció).

A kellemetlen szagok, bűzforrások igen sokfélék lehetnek, így a bűzkibocsátás csökkentésére vagy megszüntetésére is többféle megoldás, módszer kínálkozik. A kibocsátott szaghatás a szagkoncentráció és a szagos levegő áramlási sebességének a függvénye. A szagtalanítás a levegőben levő, szagingert (illat, szag, bűz) okozó anyag eltávolítása, melynek szokásos módszere a szaghordozó anyag oxidációja (pl. klórmész, nátrium-hipoklorit, katalitikus oxidáció), adszorbensen való leválasztása (pl. aktív szén, gázalarc), vagy biológiai úton (pl. tőzegágy) való megkötése. A bűzcsökkentésre különböző fizikai, kémiai, biológiai módszerek állnak rendelkezésre, melyek kombinálhatók.

A megelőzés elsősorban az új létesítmények, vagy új technológiák bevezetése esetén kerül előtérbe, a szennyezés megszüntetése vagy csökkentése a már meglévő létesítmények környezetkímélőbb működésének lehetséges megoldásai. A következő technikai megoldások ismertek:

- *Telepítés* Fontos a megelőzés, és ennek érdekében a légszennyezés mértékének előzetes felbecslése a levegőtisztaságvédelmi rendelettel összhangban, a megfelelő védőterület, védőtávolság (OTÉK által előírt) kialakítása. A geográfiai, meteorológiai, makro- és mikroklimatikus viszonyok megfigyelése. Mind az új, mind a régi létesítmény levegőszennyezés csökkentése érdekében felmerülhet egy védő-erdősáv telepítése az üzem körül, mely a megfelelően összeválogatott növényei segítségével megszűri a bűzös anyagokat és csökkenti a szagtalan légszennyező anyagok koncentrációját is. Az erdő ugyanis tisztítja a gázokkal és porral szennyezett levegőt. Természetesen a megfelelő távolságba való telepítés és a védő-erdősáv kialakítása nem mentesíti a beruházót a szennyezés képződésének megakadályozása alól.
- *Technológia* A bűz és bármilyen más szennyezés kezelésének a leghatásosabb módja a megelőzés. Ennek érdekében olyan technológiát kell keresni, mely nem, vagy kevéssé környezetszennyező, valamint nincs büzt termelő részfolyamata. Működő technológia esetén jelentős változást eredményezhet az alapfolyamat, vagy annak paramétereinek (hőmérséklet, nyomás, térfogat) megváltoztatása, a nyersanyagok gondos kiválasztás, a diffúz szennyező-helyek határozott forrássá alakítása, valamint a készülék szivárgásának megakadályozása. A technológia megválasztása, vagy megváltoztatása mellett a készülékek megfelelő kiválasztása fontos a folyamat zártsága és a bűzmentesítés vagy bűzcsökkentés érdekében.
- *Égetés* *Termikus oxidáció* – A szerves szagkomponenseket oxidáció útján távolítják el, melynek során azok magas hőmérsékleten égnak el. Az égés során azonban újabb környezetterhelő anyagok keletkeznek ( $\text{NO}_x$ , HCl,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ). A szaganyagokat  $700\text{-}1000^\circ\text{C}$ -ra hevítik, így a legtöbb szerves és igen sok szervesetlen szagképző anyagból 90 %-ban  $\text{CO}_2$  és  $\text{H}_2\text{O}$  keletkezik.  
*Katalitikus oxidáció* – A katalizátor alkalmazásával a szerves gázszenyezés szén-dioxidá, vízzé, nitrogénné és kén-dioxidá, a hidrogéntartalmú szervesetlen szennyező komponensek nitrogénné, kén-dioxidá oxidálódnak alacsonyabb hőmérsékleten ( $350\text{-}400^\circ\text{C}$ ). Az alkalmazott katalizátort meg kell védeni a különböző dezaktiváló anyagoktól.  
Az égetés tökéletes oxidáció esetén teljes roncsolást jelent. Ha részleges oxidáció történik, akkor nőhet a szaghatás kellemetlensége. Ennek érdekében az égés során figyelni kell a tartózkodási időre, és a légfeleslegre.  
Az égetés mindkét formájában keletkeznek szennyezőanyagok, melyek légtérbe kerülését meg kell akadályozni, így szüntetve meg a légszennyezést.
- *Abszorpció, vagy nedves mosás és szűrés* A bűzös gázból vagy gőzből távolítja el a bűzanyagokat, fontos a szag forrásának, a szaganyagnak, és a szagküszöbnek a pontos megállapítása a megfelelő kivonási mechanizmus kiválasztásához. A szagmolekulák átvitele a gázfázisból a folyadék fázisba. Az abszorpció mértéke sok tényezőtől függ, fizikai tulajdonságok valamint az abszorber működési körülményeitől. A mosó hatását növeli, ha több fokozatú. Régóta használatos az a gázválasztási eljárás, amelyben az oldható gázkomponens egy erre szolgáló berendezésben (abszorber, mosó) mosófolyadékban (abszorbens – víz, lúgos, vagy savas oldószer) halad át. Lehet csepegtető, töltött, buborékoltató; működhet párhuzamos, kereszt- vagy ellenáramú rendszerben.
- *Adszorpció* Fizikai leválasztásra alkalmas módszer. A gázelegyből kivonandó gáz- vagy gőzmolekulákat nagyfelületű, porózus szilárd anyagokon (adszorbens) kötik meg. Hatását korlátozza a levegő páratartalma, ezért a bűzös gázelegyet melegítése szükséges. A szagok megkötésére korábban majdnem kizárólag aktív szenet használtak, újabban makropórusos polimereket, gyantákat, továbbá módosított zeolitokat alkalmaznak. Aktív szenes adszorpciót általában nagy szagemissziók esetén érdemes alkalmazni, ha a megkötött anyagokat hasznosítás céljából vissza akarjuk nyerni. Sokszor a büztelenítő, bűzcsökkentő berendezés egy egységként használják.

- *Kondenzáció* Hűtéssel csak a szaganyag egyes komponensei kondenzálhatók. Egy vagy több illékony komponenst telítéssel és az ezt követő fázisváltozással különítenek el egy gőz-, gázkeverékből. A kondenzációt hőmérséklet csökkentéssel vagy nyomásnöveléssel valósítják meg, elsősorban nagy oldószertartalmú száraz gázok részleges kicsapására használják előleválasztóként.
- *Szagmódosítás – maszkírozás, közömbösítés* – Az alkalmazott illatszerek saját kellemes illatukkal fedik el a kellemetlen szagokat. Ezek olyan semleges, nem toxikus anyagok, amelyek a szaganyagokat komplexképződés útján közömbösítik. Elsősorban a szagforrás közelében hatásos a használata. Általában nem csökkentik a bűzanyagok mennyiségét, hanem kellemes szaghatásukkal elfedik, vagy közömbösítik a kellemetlen szagokat.
- *Biológiai szűrés – biomasó, bioszűrő (biofilter), bioreaktor* – Az 1960-as évek óta használnak a szerves és bizonyos szervesetlen anyagokat tartalmazó véggázok tisztítására biológiai rendszereket. A szennyezések lebontását mikroorganizmusok biztosítják, melyek a lebontott szerves anyagokat energiaforrásként hasznosítják. A biológiai bontás során a mikroorganizmusok megfelelő működése érdekében szükséges kezelni a véggázokat, vagy a biológiai szűrő anyagához semlegesítő anyagot kell keverni. A mikroorganizmus-, baktérium-, gombakultúrák a különböző gázok biológiai bontását eltérő határfokkal végzik. A biológiai szagtalanító szűrő jellemzői, hogy megbízható a hatékonysága, általánosan alkalmazható, és a leválasztott szennyezőanyag nem kerül át egy másik környezeti elembe.

A biológiai bűztelenítés előfeltételei:

- a vízzel való abszorbeálhatóság,
- a talajon történő megkötődés,
- a tisztítandó levegő legkedvezőbb hőmérséklete 15-40°C között kell lennie,
- a levegő legyen nedves,
- a tisztítandó levegő nem tartalmazhat nagy mennyiségű zsírt, port, nagy koncentrációban toxikus anyagot,
- az abszorbeált anyagok biológiai lebonthatósága.

A fentiek mellett a szűrőanyag teljesítőképességét a fizikai, kémiai és mikrobiológiai tulajdonságai is határozzák meg (pl. pórusszerkezet, pórusméret, víztartalom, pH-érték, pufferkapacitás, fajspektrum, fajspecializálás). Teljesítmény szempontjából a legjobb szűrő anyagkeverék, általánosan a bioszűrők fix ágyának alapanyaga a tőzeg, széna, komposzt és hasonló anyagok. A bioszűrőkkel szemben az elvárt szakmai követelmény a legalább 90-95%-os szagcsökkentési határfok, valamint a kezelendő levegő kellemetlen, penetráns szagának megváltoztatása. A megfelelő határfok a tartózkodási időtől és a szennyezés minőségétől függ. A korábban nyitott rendszerek mára már általában zártak, így függetlenné váltak az időjárás körülményeitől.

A jobb határfok elérése érdekében a teljesség igénye nélkül felsorolt megoldási lehetőségek kombinálására lehet szükség. Természetesen mind külön-külön használva, mind kombinálva az egyes megoldásokat, a méretezés alapvető a szagtalanítás szempontjából. A mérete elsősorban a tisztítandó levegő mennyiségétől függ, de figyelembe kell venni a benne lévő szennyezőanyag milyenségét, minőségét, valamint a szűrőanyag fajtáját is.

Az előzőekben bemutatott különböző bűztelenítési eljárások eredményes kiválasztásakor figyelembe kell venni az adott bűzös tevékenység egész folyamatát, valamint az egyes részfolyamatok bűzkibocsátását. Mint korábban írtuk a leghatásosabb bűzcsökkentő módszer a megelőzés, a technológia körültekintő áttekintése és kiválasztása elsősorban ennek figyelembe vételével kell hogy történjen.

Az olfaktometriával a fent említett emissziócsökkentő berendezések hatékonysága ellenőrizhető, kivéve, ha azok toxikus szennyezőanyagok csökkentését szolgálják.

Bizonyára már többen tapasztalták, hogy a kellemetlen szagok esetében minél koncentráltabb egy szaganyag, annál könnyebb kezelni, csökkenteni. Ugyancsak itt említenénk meg, hogy egy pontforrás esetében a „csövégi” (emissziós) megoldások is célravezetők lehetnek, míg egy felületi forrás (immissziós) kibocsátásának csökkentése nehezebben megoldható.

## Összefoglalás

A szaglást és szagmérést a teljeség igénye nélkül áttekintve szeretnénk volna ráirányítani a figyelmet a bűzszennyezés problémájára. Az egyre jobban előtérbe kerülő, lakosságot zavaró bűzhatás kellemetlenséget okoz, és befolyásolja az ember közérzetét. A szaglás szubjektív emberi érzékelés ezért mérése rendkívül vitatott, problematikus terület, de mérésére már európai szabvány létezik. A mérés szigorúan szabályozott, így a szagkoncentráció meghatározásának szubjektivitása a kellemes illetve a kellemetlen szagokra korlátozódik.

A bűz különböző vegyületek összessége, analitikai meghatározása nem ad meghatározást a szag jellegére, csak összetételét határozza meg. Mégis az analitikai bűzelemzés elengedhetetlen a megfelelő kezeléshez. Mint minden szennyezés esetén a legnagyobb szerepe a megelőzésnek van, melyet már az üzem és a technológia tervezésekor, illetve kivitelezésekor előtérbe kell helyezni. A működő üzem technológiáját a megelőzés, illetve a csökkentés szempontjainak megfelelően szükséges módosítani, mely technológiaváltást, vagy bűztelenítő berendezés beépítését jelenti. A megfelelő eljárás kiválasztásakor, az elérhető legjobb technikával (BAT) szükséges a bűzös levegő keletkezésének lehetőségét megakadályozni. Az elérhető legjobb technika a leghatékonyabb a környezet egészének magas szintű védelme érdekében. A bűztelenítő berendezés beépítése a szagszűrés, szagsökkentés mellett a környezetet szennyező, a bűz adott jellegét adó vegyületek koncentrációját is jelentősen lecsökkenti, így csökkentve a környezetszennyezést.

A légszennyezés mérésére rendelkezésre áll a 2002. december 6-án jóváhagyott (Magyarországon 2003. december 1-jén lépett érvénybe) európai – magyar szabvány MSZ-EN 13725:2003. A szabvány nem tartalmaz határértékeket, az irodalomban viszont olvashatunk ezek szükségességéről. Az alábbi táblázat (2. táblázat) az egyre intenzívebb szagérzetet és annak számokkal való megjelenítését mutatja, melyet természetesen tovább lehet finomítani.

<i>Olfaktometriával meghatározott szagegység</i>	<i>Szagerősség</i>
5 alatt	igen gyenge
5-10	gyenge
10-50	kifejezett
50-100	erős
100-500	igen erős

2. táblázat

*A különböző szagkoncentrációkhoz tartozó szagerősségi megjelölése svájci és német irodalmi források alapján*

A felsorolt immisszióra vonatkozó értékek alapján egyenlőre csak ajánlás, hogy kifejezett szagerősség esetén már szükséges a környezetvédelmi beavatkozás, a technológia és a legjobb technika alkalmazásának szempontjából a bűzkibocsátás csökkentésének megoldása. Környezetünk megóvása, a bűzszennyezés megelőzése, megszüntetése céljából azonban szükséges lenne a hatósági határértékek megállapítása, illetve az egyértelmű jogszabályi állásfoglalás.

## Irodalomjegyzék

- 4/1986. (VI. 2.) OKTH rendelkezés
- 5/1990. (XII. 6.) NM rendelet
- 21/2001. (II. 14.) Kormány rendelet
- 23/2003. (XII. 29.) KvVM rendelet
- 71/2003. (VI. 27.) FvM rendelet
- 98/2001. (VI. 15.) Kormány rendelet
- Barótfi István (Szerk.; [2000.]): Környezettechnika Kézikönyv
- Cheremisinoff, Paul N.: Industrial odor control Pocket Handbook (Ipari szagtalanítás Zsebkézikönyv) Pudvan Publishing CO., INC. 1988.
- Elektromos orr a rossz szagok ellen: [www.geographic.hu](http://www.geographic.hu)
- Hogyan működik a szaglás? – A válaszáért Nobel-díj járt: [www.geographic.hu](http://www.geographic.hu)

- **Keddie, Alistair, W. C.:** Prediction of odour nuisance (A kellemetlen szag megbecslése) Chemistry and Industry 1984.
- **Környezetünk magazin:** [www.kornyezetunk.hu](http://www.kornyezetunk.hu)
- **Környezetvédelmi Lexikon** Akadémiai Kiadó Budapest 1993.
- **Környezet- és Természetvédelmi Lexikon** Akadémiai Kiadó Budapest 2001.
- **Kondics Lajosné, dr.:** Bűzös technológiák hatásainak csökkentése, bűzmerések OMIKK Környezetvédelmi Füzetek 1991/32.
- **Lányi András** (Szerk. [2001.]): A szag nyomában Osiris-ELTE BTK Szociológiai Intézet Humánökológia Szakirány Budapest, 2001.
- **Magyar Értelmező Kéziszótár** Akadémiai Kiadó Budapest 1985.
- **Magyar Larousse Enciklopédikus Szótár** Akadémiai Kiadó Budapest 1999.
- **Markóné dr. Monostory Bernadett:** Véggázok biológiai Tisztítása OMIKK Környezetvédelmi Füzetek 1996/7.
- **Messer, Mary:** The ECN Odour Workshop 20th–22nd March 2003 in Aschaffenburg, Germany (Az ENC szag műhelye 2003. március 20-22. Aschaffenburg, Németország) [www.compostnetwork.info/odourworkshop/summary.htm](http://www.compostnetwork.info/odourworkshop/summary.htm)
- **MSZ 13–108–85:** Kellemetlen szagok küszöbhatárolási értékeinek meghatározása dinamikus olfaktometriával
- **MI 13–27–85:** Kellemetlen szaganyagok emissziójának korlátozása
- **MSZ EN 13725:2003** Levegő minőség – Szagkoncentráció meghatározás dinamikus olfaktometriával
- **Műszaki Értelmező Szótár** Akadémiai Kiadó Budapest 1990.
- **Műszaki Információ: Környezetvédelem**, 1990. 6.sz., 7.sz., 12.sz.
- **Műszaki Információ: Környezetvédelem**, 1993. 3.sz., 15.sz.
- **Műszaki Információ: Környezetvédelem**, 1995. 3-4.sz.
- **Odour Methodology Guideline** (Szag módszertani irányvonal) Perth, Western Australia, 2002.
- **Rakoncay Zoltán:** Környezetvédelem Szaktudás Kiadó Ház Budapest, 2004.
- **Römpp Vegyészeti Lexikon** Műszaki Könyvkiadó Budapest, 1983.
- **Sekuler, Robert – Blake, Randolph:** Észlelés Osiris Kiadó Budapest, 2004.
- **Sell, Charles Dr.:** On the right scent 1997. [www.chemsoc.org](http://www.chemsoc.org)
- [www.cwu.edu/~warren/calendar/cal0510.html](http://www.cwu.edu/~warren/calendar/cal0510.html)
- [www.ling.su.se/fon/phoneticians/Gubbar.html#Hendrik\\_Zwaardemaker](http://www.ling.su.se/fon/phoneticians/Gubbar.html#Hendrik_Zwaardemaker)