

# Szagvédelmi kézikönyv



**Szerzők:**

**Dr. Béres András**  
levegőtisztaság-védelmi szakértő, SZIE MKK KÖTI

**Lovrityné Kiss Beáta**  
levegőtisztaság-védelmi szakértő

**2014.**

## Tartalomjegyzék

Bevezetés.....	3
1. Szag, szaglás.....	4
2. A zavaró környezeti szag hatásai .....	7
3. Jellemző zavaró szagforrások.....	10
4. A szagmérés .....	12
4.1. A szag mérése – érzékszervi vizsgálattal .....	12
4.2. A szagkoncentráció mérése dinamikus olfaktometriával .....	13
4.3. Szagmintavétel.....	15
4.4. Jellemző szagkibocsátási értékek.....	15
5. A szagvédelem hazai és külföldi jogi szabályozása.....	19
5.1. Hazai szabályozás .....	19
5.2. Kitekintés a szagvédelem jogi szabályozásának területén.....	20
6. A szaghatás vizsgálata a környezetvédelmi engedélyezés folyamatában .....	24
7. A szagkibocsátás csökkentési lehetőségei.....	26
7.1. Aktív szagcsökkentési eljárások .....	26
7.2. Passzív szagcsökkentési eljárások .....	28
7.3. Passzív szagcsökkentési módszer, berendezés kiválasztásának szempontjai .....	33
8. Szagmanagement, szagaudit.....	35
Irodalomjegyzék.....	36

## Bevezetés

Bizonyos gázok és gőzök belégzése esetén az illető anyagra jellemző szagot érzünk. A szag tehát olyan anyagi tulajdonság, amelyet szaglószerveink közvetítésével fogunk fel, az érzékelés pedig komplex fiziológiai folyamat, amelyben a szaglószervekben jelentkező inger az idegek közvetítik az agyba.

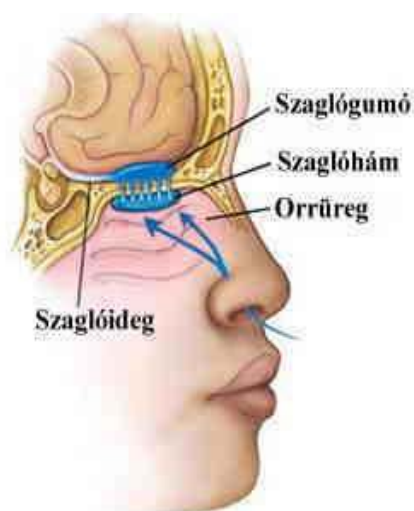
A bűzök (zavaró környezeti szagok) a légszennyezés különleges formáját képviselik. A két fogalom (zavaró környezeti szag és szennyezett környezeti levegő) egzakt módon nem határolható el egymástól, célszerű azonban azokat egymástól elkülönítve kezelni. Szennyezett környezeti levegőről akkor beszélünk, ha a légszennyező komponens (vagy komponensek) már egészségi ártalmat okozó koncentrációban vannak jelen a környezeti levegőben, függetlenül attól, hogy a szaguk már érzékelhető vagy sem. A szagos anyagok egyben lehetnek mérgezőek is, vagy esetleg csak bizonyos koncentráció fölött okoznak egészségi ártalmat. Az emberi orr azonban egyes szagokat már több nagyságrenddel az egészségre ártalmas koncentráció, illetve az analitikai kimutatási határ alatt is képes érzékelni. Ez egyértelműen mutatja a szennyezett környezeti levegő és a zavaró környezeti szag közötti alapvető különbséget, de egyben felhívja a figyelmet a szag analitikai úton történő mérésének alapvető nehézségére is.

A zavaró környezeti szagok alapvető káros hatása, hogy a szagos gázok és gőzök jelenléte a környezeti levegőben súlyosabb egészségi károkozás nélkül is rontja az ember közérzetét, és ezzel kedvezőtlenül befolyásolja az élet minőségét, sőt a munkaképesség csökkenését is okozhatja. A légzés alapvető életműködési folyamat, a belélegzett levegővel együtt azonban az abban jelenlévő esetleg mérgező vagy koncentrációjuk miatt „csupán” zavaró szagérzetet okozó anyagokat is beszippantjuk. Környezetünk tisztaságának, vele az emberiség jólétének megőrzése minden civilizált társadalom alapvető céljai közé kell tartozzon. Ezzel összhangban a szagszennyezés, a zavaró környezeti szaghatások elleni küzdelem szükségzerűségét ma már senki sem vitatja. Ezen küzdelmet azonban nagyon megnehezíti, hogy a zavaró környezeti szaghatást okozó légszennyező (szagkibocsátó források) a minket körülvevő természetes és épített környezetben szétszórva, igen nagy számban és különböző méreteken megtalálhatók [1].

A következőkben a szagokkal, a szaglással és a zavaró környezet szagok szaghatásaival kapcsolatos alapvető ismeretek áttekintése után részletesen kívánunk foglalkozni a környezetünkben található, jellemző szagforrásokkal és az általuk kibocsátott szag mérési módszertanával. Bemutatjuk a szagvédelem hazai környezetjogi szabályozását, és ehhez kapcsolódóan betekintést nyújtunk néhány ország hazaitól eltérő szagszabályozásának alapelveibe. Természetesen részletesen foglalkozunk a szagkibocsátás csökkentési lehetőségeivel, ehhez kapcsolódóan a szagmanagement rendszer kialakításának és az ezen rendszerben fontos szerepet betöltő időszakos szagaudit elvégzésének lényeges kérdéseivel. A fentiekhez szorosan kapcsolódva összefoglaljuk, hogy a szagkibocsátással járó technológiai tevékenységek környezetvédelmi engedélyezése-engedélyeztetése és felülvizsgálata során mely értékelési szempontokat célszerű és kell szem előtt tartani, hogyan lehet egy megfelelően kialakított és üzemeltetett technológiával és ellenőrzési rendszerrel elkerülni a létesítmény környezetében a lakosságot zavaró környezeti szaghatás kialakulását.

## 1. Szag, szaglás

Egy anyag kémiai tulajdonságai értelemszerűen hatással vannak arra, hogy az anyag jelenléte esetén kialakul-e szagérzet. De a szag, mint reakció mindaddig nem létezik, amíg nincsen „orr”, azaz nincsen jelen egy, az anyagot az orrával észlelő, érzékelő ember. A szagérzet így valójában egy fiziológiai jelenség. A szag észlelésének képessége pedig gyakorlatilag nem más, mint egyfajta egyéni érzékszervi képesség, a szaglóképesség megnyilvánulása. Ahhoz, hogy egy anyag szaghatást okozzon (az érzékszervvel a jelenlétét észleljük) az szükséges, hogy koncentrációja egy minimális szintet elérjen, víz- és zsírolható legyen, és valamely „szaghordozó” kémiai csoporthoz tartozzon.



A szagmolekulákat is tartalmazó levegő belégzéskor áthalad az orrüregen. A szagészlelésért felelős szaglóhám az orrüreg felső részén, az agykoponya alatt helyezkedik el, az ember esetén 15-20 millió szaglósejttel. A szaglósejtek egyik nyúlványa a sejtenként 10-20 szaglócsillón keresztül érintkezik az orrüreg hámbélését borító nyálkahártyával, a másik nyúlványuk összefonódva az agykoponya apró nyílásain áthaladva a szaglógumóval áll kapcsolatban. Azok a szagmolekulák, amelyek oldódnak a szaglóhámnál a nyálkában, a csillókat ingerelve idegingerületet hoznak létre (megfázás esetén éppen a megvastagodott nyálka gátolja a szagokra való érzékenységünket). A szaglósejtek ezen ingerületet továbbítják a szaglógumóba, ahol a feldolgozás

megkezdődik. Innen további pályák vezetnek az ingerületet a szaglókéregbe, ami az ízlelőkéreg mellett helyezkedik el (ez magyarázza a szaglás és ízlelés képességének jelentős összefüggését, egymásra hatását). A szaglóhámából érkező ingerületek nem csak a szaglókéreg felé haladnak tovább, hanem egyéb szerkezeti elemekbe is. Anatómiailag a szaglórendszer közel van az agy limbikus rendszeréhez. A limbikus rendszer magába foglalja az olyan szerveket, mint például a hippokampusz, amely a hosszú távú memóriáért felelős, az amigdala, amely az érzelmekért (és a feldolgozásukért) felelős, a hipotalamusz, amely a hormonokat és az autonóm idegrendszert is irányítja. Az autonóm idegrendszer pedig a szervezet olyan "automatikus" válaszaiért felelős, mint pl. a vérnyomás, pulzus, vércukorszint, emésztés. Ezért van tehát az, hogy a kialakult szagérzetnek esetenként jelentős fiziológiai és pszichológiai hatásai is vannak. A leírtak alapján látható, hogy a szagérzet evolúciós értelemben régi agyterületeken alakul ki, ami azt bizonyítja, hogy az orr és a szaglás már az evolúciós fejlődésünk korai szakaszában kialakult érzékszervünk és képességünk. De jelentőségét és fejlődését azért jól jellemzi, hogy az ember 15-20 millió szaglósejtjével szemben egy kutya szaglóhámjában megközelítőleg 200 millió ilyen sejt található.

A szagok élvezeti értéke az emberben az első 5-10 évben alakul ki, eltérően az ízeztől. Míg az újszülöttek egyértelmű mimikával jelzik az édest és a keserűt, addig a szagoknál sokszor nem egyértelmű a reakció. A szagérzet és a kialakuló reakciók emóciókkal és emlékekkel párosulnak, és sokszor ezekkel magyarázhatók. A szagok, illatok sokszor emlékeztetnek egy helyre, ahol a szag érződött, vagy egy tevékenységre, amikor ez a szag volt a levegőben. Egyes kutatások szerint a gyermekek több szagot éreznek, mint a felnőttek. A szaglásnak fontos szerep jut például a táplálékaink kiválasztásában, a gyomornedvek termelésének

megindításában, a veszélyek felismerésében (narancsillat – nő, fekáliaszag – csökken a légzésintenzitás), a párkapcsolatok kialakításában. Egy ember jellemzően 10000 szag között tud különbséget tenni, ez a készség gyakorlással növelhető. Amikor „szimatolunk”, tulajdonképpen megnöveljük a levegő áramlási sebességét az orrüregben, intenzívebbé téve a levegő – és a benne lévő szagmolekulák – érintkezését a szaglóhámot borító nyálkahártyával, növelve a szaglás „érzékenységet”. Erős, hosszantartó szag érzékelése esetén azonban adaptáció is kialakulhat, amely a kiváltott szagérzet mértékének csökkenését eredményezi.

Az, hogy különböző személyek ugyanazon anyag szagát más-más koncentrációknál észlelik, illetve ugyanazon szagra másképpen reagálnak azt tükrözi, hogy ennek az érzékszervnek a tekintetében is igen különbözünk egymástól. A gyakorlatban a minket érő szaghatások esetén a hatást nem egy anyag váltja ki, hanem jellemzően nagy számú bűzös anyag keverékéről van szó. Nemcsak a szag intenzitása, hanem elsősorban a szag minősége is a keverék alkotóitól függ [2]. Az immisszió oldaláról szemlélve a dolgot éppen azok a szagok bizonyulnak megterhelőnek és zaklatónak, amelyek „kedvezőtlen időpontban” fejtik ki hatásukat: például akkor, amikor egy család a vasárnapi ebéd után a kertben üldögel [3]. Az éppen munkát végző ember viszont nem reagál olyan erősen a kellemetlen szagokra [4]. Az olyan egyéni jellemzők, mint a kor, a nem, a szaglóképesség és az idegi állapot jelentősen befolyásolják a szag hatására kiváltott reakciót: amíg az egyik személy még semmit sem érez, addig a másik már úgy érzi, hogy „megmérgezték”. Ez utóbbi esetben alakulhatnak ki olyan stressztünetek, amelyek azt tükrözik, hogy az érintett személy szerint az adott „szagterhelés” számára már elviselhetetlen, illetve hatását nem tudja feldolgozni [5].

A zavaró környezeti szaghatást okozó, néha erősen bűzös gázok között megtalálhatók például aldehidek, merkaptánok, ketonok, aminok, kis molekulájú zsírsavak, észterek, szerves savak, egyszerű és aromás kéntartalmú vegyületek. Ezek a szaganyagok a kibocsátást tekintve általában kis mennyiségűek, de már igen kis koncentrációban is jelentős szaghatást okoznak a szagforrások környezetében. A műszeres koncentrációméréssel párhuzamosan elvégzett érzékszervi vizsgálatok eredményeképp meghatározták az egyes szaganyagok szaglási küszöbértékét (szaglási határ), amely azt a szaganyag-koncentrációt jelenti, amelyet egy „átlagos orral rendelkező” ember már érzékelni tud. Az elvégzett vizsgálatok során az is világossá vált, hogy a keletkezett szag mértékét bűzös gázok keveréke esetén nem lehet az egyes alkotók koncentrációjával jellemezni. A szaghatást kiváltó összetevők meghatározása során ugyanis csak pl. az állattartás esetén több mint 400 féle szaghatást okozó vegyületet különítettek el. Ezeknek, mint szaganyagoknak a bonyolult keveréke eredményezi általában a szagforrásokból kikerülő szagot, de nem ismert, hogy a keverékek összetevői hogyan hatnak egymásra. Az 1. táblázatban néhány szaganyag, ezek szagának jellege és az általuk okozott szag szagküszöbértéke látható [6].

*1. táblázat  
Néhány szaganyag szagának jellege és szagküszöbértékük*

Vegyület	Szagküszöbérték (ppm)	Szag jellege
Allil-merkaptán	0,005	Fokhagymaszzerű
Ammónia	20	Szúrós
Krotil-merkaptán	0,002	Görényszag
Kén-hidrogén	0,1	Záptojás
Metil-szulfid	0,002	Rothadt zölldség
Piridin	5	Irritáló
Szkatol	3	Bélsár
Tiofenol	0,005	Hányingert keltő

A szaganyagok meghatározása, a szag és az azt okozó anyag összepárosítása rendkívül nehéz feladat. A bűzös anyagok azonosítására, mennyiségi meghatározására leggyakrabban használt módszer a gázkromatográfiás elemzés.

## 2. A zavaró környezeti szag hatásai

Az egyes kellemetlen szagforrásokból származó szaganyagok által a forrás környezetében élő lakosokra gyakorolt hatások és a kiváltott reakciók feltárása, vizsgálata szintén az 1940-es években kezdődött meg. A különböző források kellemetlen szagkibocsátásával kapcsolatban szinte mindenkinek van valamilyen saját élménye. A lakott területen található ill. a területhez túl közel vagy az uralkodó szélirány figyelembe vételének mellőzésével elhelyezett kibocsátó források hatásait a közelében lakók különösen jól ismerik. Mindenképp hangsúlyozni kell, hogy más légszennyezéssel járó termelési, szolgáltatási tevékenységekkel szemben a kellemetlen szagot kibocsátó technológiák leginkább szembeötlő jellemzője az, hogy a források nagy számban, szétszórva megtalálhatók az ország egész területén, és méretük (és ezért környezetvédelmi megítélésük) igen változó.

A korábban leírtaknak megfelelően a szagérzékelést, a kiváltott hatásokat sok egyéni szubjektív tényező befolyásolja. Az ezzel kapcsolatban elvégzett, a szagforrásokból származó szaganyagok által a forrás környezetében élő lakosokra gyakorolt hatások és a kiváltott reakciók feltárására irányuló vizsgálatok eredményeit a 2. táblázatban foglaljuk össze [2].

2. táblázat  
Szaganyagok jelenléte esetén kialakuló hatások és reakciók  
különböző szerzők szerint

A szag hatása, a kialakuló reakciók	Szerzők
Élelem- és folyadékfelvétel csökkenése, légzésszám változás, hányinger, hányás	McCORD – WITHERIDGE 1949
Hányinger, fejfájás, alvászavar, allergiás reakciók, étvágytalanság, légzési zavarok	SULLIVAN 1969
Kellemetlen hatások	VÁRKONYI 1982
Ablakok zárva tartása, alvászavarok, rosszullét, fejfájás, köhögés, hányás, kapkodó légzés	KLARENBECK 1985
Roszsullét, fejfájás, alvási zavarok, allergiás reakciók, légzőszervek befolyásolása	MATZKE 1986
Roszsullét, hányás, alvászavar, élelem- és folyadékfelvétel csökkenése	WINNEKE et al. 1990
Fejfájás, alvási zavarok, émelygés, rosszullét, étvágytalanság, kábultság	CAVALINI et al. 1990
Légzési problémák	HARTUNG 1991
Konfliktus az állattartást folytató szomszédokkal	HARTUNG 1992
Fejfájás, kapkodó légzés, étvágytalanság, nyugtalanság, ablakok zárva tartása, látogatók elmaradása, hányinger, hányás	SEFFELAAR et al. 1992; NEUTRA et al. 1992
Alvászavar, légzési problémák, fejfájás, gyomorpanaszok, köhögés, szemirritáció, láz	STEINHEIDER et al. 1993
Félelem a „szennyezett környezet” hatásaitól	FESTSTELL. 1994
Alvászavarok, légzési problémák	HATT 1994
A levegő szennyezettségétől való félelem, állandó viták és konfliktusok az állattartást folytató szomszédokkal	WINNEKE et al. 1995
A mindennapi életvitel megzavarása, konfliktus az állattartást folytató szomszédokkal	ZHU et al. 1996
A normális életvitel zavarása	LAIS 1996

A vizsgálatokat végzők a megfigyelt hatásokat és reakciókat főbb csoportokba is besorolták, erre vonatkozóan mutat be néhány példát a 3. táblázat [2].

3. táblázat  
*Szaganyagok jelenléte esetén kialakuló hatások és reakciók főbb csoportjai különböző szerzők szerint*

Kialakuló hatások és reakciók főbb csoportjai	Szerzők
<ul style="list-style-type: none"> <li>• A szag által kiváltott általános reakciók</li> <li>• A szag jelenléte miatt kialakuló emocionális reakciók</li> <li>• A szag jelenléte miatt kialakuló vegetatív reakciók</li> </ul>	WINNEKE – KASTKA 1977
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Szagspecifikus reakciók</li> <li>• Nem szagspecifikus reakciók</li> <li>• Szagészlelés</li> </ul>	MIEDEMA et al. 1986
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Szomatikus és emocionális reakciók</li> <li>• A mindennapi életet zavaró hatások</li> </ul>	SEFFELAAR et al. 1992

Az eddigieket összefoglalva általánosan megállapítható, hogy a szaghatással bíró anyagok általában nem okoznak közvetlen megbetegedést vagy egészségkárosodást, hanem *a kiváltott reakciók útján az ember jó közérzetére hatnak károsan* [7].

Egy adott szagforrás környezeti szaghatásának hosszabb időt igénybevevő és igen költséges értékelési lehetőségére álljon itt egy speciális, átfogó vizsgálatot bemutató példa. Ausztriában egy korszerű technológiával üzemelő, völgykatlanba telepített hulladéklerakó környékén lakók panaszainak kivizsgálására hálózati bejárások útján meghatározták az évi szaggyakoriságot\*. Párhuzamosan önkéntes alakosok részletes naplót vezettek egy éven keresztül, amelyben rögzítették a lakókörzetre, az észlelt szagokra és a közérzetükre, valamint egészségi állapotukra vonatkozó észleléseiket. A fent ismertetett vizsgálatok eredményeképp a lakosok 78 %-a nevezte meg a hulladéklerakó telepet szagforrásként (52 %-uk fő szagforrásként) és a hulladéklerakó okozta megterhelés (1-7 közötti skálán: 3,77) megelőzte a közlekedésből, a lokális fűtésből, a területen található kávépörkölő üzemből és a sertéstartásból származó szagok miatt elszenvedett kellemetlenségeket. A szagspecifikus és nem specifikus panaszok is szignifikánsan fokozódtak a hulladéklerakótól való távolság csökkenésével (a szagórák számának növekedésével). A lakosság közérzetét a vizsgálati eredmények alapján tovább rontotta a kiszolgáltatottság tudata és a védekezési képesség hiánya, ily módon pszichológiai tényezők is hozzájárultak a tolerancia csökkenéséhez [8].

Hazánkban a kellemetlen, zavaró szaghatást elszenvedő lakosság nagysága nem ismert, a zavaró hatást elszenvedő érintettek számának becslésére-meghatározására még nem készült vizsgálat. A feltételezhető magyarországi érintettek számáról azonban képet adhatnak egy Ausztriában a 15 évnél idősebb lakosság körében elvégzett másik vizsgálatssorozat 1991-ben publikált eredményei. Az ott elvégzett vizsgálatok alapján az osztrák lakosság 23,3 %-a (megközelítőleg 1,4 millió állampolgár) nyilatkozott úgy, hogy lakóhelyén zavaró szaghatásnak van kitéve (3,8 %, azaz kb. 231 ezer fő erősen zavaró szaghatásról, 7,7 %, azaz kb. 467 ezer fő zavaró szaghatásról, 11,8 %, azaz kb. 716 ezer fő gyengén zavaró szaghatásról számolt be). A zavaró hatást érzékelők 43,8 %-a a közlekedést, 32,9 %-a a különféle

\* A szaggyakoriság meghatározása a forrás környezetében bejárásokkal, szagészlelésekkel történik. A kérdéses területen azonos élhosszúságú négyzetekből álló hálózatot képeznek ki; a méréseket – észleléseket – e négyzetek csomópontjaiban végzik, több alkalommal. A csomópontokban kizárólag csak a szag észlelhetőségét vizsgálják (igen/nem válasz). Egy-egy alkalommal az észlelés 10 percig tart, és ezen belül percenként 6 (összesen 60 észlelést) kell feljegyezni. Egy szagóra teljesül, ha a mérési időtartam legalább 10 %-a (az érzékszervi észlelés esetén 10 perc alatt 6 eset) „szagosnak” minősül. A szaggyakoriság mérőszáma az így meghatározott szagórák számának az éves órák össze számához viszonyított aránya.



üzemeket, 12 %-a a lakások hőellátását (pl. fűtését), 9,8 %-a pedig egyéb forrásokat (pl. állattartás, szolgáltató tevékenység stb.) jelölte meg, mint a zavaró, kellemetlen szagot kibocsátó forrást.

Szintén a környezeti szaghatás jelentős problémájára hívják fel a figyelmet egy Németországban nemrég megjelent felmérés eredményei. Ezek az eredmények azt tükrözik, hogy a lakosság jelentős részénél a leginkább zavaró környezeti hatás már nem a zaj, hanem a kellemetlen környezeti szaghatás.

### 3. Jellemző zavaró szagforrások

A legjelentősebb zavaró hatásokat okozó szagok jellemzően olyan forrásokból származnak, amelyeknél szerves anyagok lebomlása megy végbe. Ilyenek lehetnek a szennyvíztisztítók, komposztáló üzemek, hulladéklerakók, állati tetemek ill. hulladékok feldolgozói. Szintén jelentős szagforrás lehet a mezőgazdaság: az állattartás a képződő, bomlásra hajlamos biológiai hulladékok pl. trágyák következtében; a növénytermesztés pedig a szerves trágyák felhasználása miatt. Zavarólag hathatnak a nagyobb konyhai létesítményekből kiáramló szagok, továbbá az élelmiszeripar egyes folyamatai (vágás, zsírolvasztás, füstölés stb.). A vegyiparban keletkező véggázok kezelés nélkül szintén kellemetlen szagot okozhatnak [9, 10, 11].

Jelenleg nem áll rendelkezésre olyan jogszabály (törvény ill. rendelet) amely segítséget nyújthatna a zavaró környezeti szaghatás veszélyét magában hordozó technológiák egyértelmű meghatározására. Egy korábban érvényben volt irányelv [12] foglalkozott ezzel a témával, a 4. táblázatban az ott közölt felsorolást mutatjuk be.

4. táblázat  
Egyes szagkibocsátással járó tevékenységek (MI 13–27–85 alapján)

Tevékenység	A kellemetlen szaghatást okozó művelet
Vegyipar (általában)	növényvédőszergyártás, peszticidgyártás, szennyvízkezelés
Faipar	felületkezelés, szennyvízkezelés
Bőripar	nyersbőrtárolás, cserzőlevek előállítása, tárolása, szennyvízkezelés
Élelmiszeripar (általában)	nyersanyagok előkészítése, főzés, sütés, bepárlás, szárítás, erjesztés, pörkölés, fermentáció, hulladék-, és szennyvízkezelés
Húsiipar	állatszállítás, bélfeldolgozás, bendőtartalom eltávolítás, vértárolás, kopasztás, trágyakezelés, zsír- és faggyúolvasztás, húslisztgyártás, füstölés, szennyvízkezelés
Állati fehérje előállítása	tetemek, vágóhídi hulladékok fogadása, tárolása, főzése, zsírleválasztás, őrlés, szárítás, szennyvízkezelés
Tejipar	szennyvízkezelés
Növényolajipar	magvak pörkölése
Konzervipar	hagymaszárítás, gyümölcs-, zöldség-hulladékok tárolása, szennyvízkezelés
Édesipar	kávé- és kakaópörkölés
Cukoripar	répatárolás, szennyvízkezelés
Szeszipar	élesztőszárítás, cefrefeldolgozás, szennyvízkezelés
Sőripar	sörfőzés, törkölytárolás, szennyvízkezelés
Nagyüzemi állattartás	takarmányraktározás, előkészítés, szilárd és hígtrágyakezelés

A technológiai tevékenységek engedélyezése, engedélyeztetése során a zavaró szag kibocsátása tekintetében segítséget nyújtanak az adott tevékenységre vonatkozó elérhető legjobb technikáról rendelkezésre álló információk, BAT-útmutatók ill. BAT Referencia Dokumentumok (BREF) (pl. papírgyártás, nagylétszámú sertéstelepek, cement- és mészgyártás, gyógyszer-alapanyagok gyártása stb.). Természetesen ezen túlmenően a szakmai tapasztalatok is segítenek abban, hogy a vizsgált technológia esetén egyértelműen

megállapítható legyen, hogy az a működése során eredményezhet-e szagkibocsátást, ezzel esetleg zavaró környezeti szaghatást okozva. Ezen tapasztalatok alapján a lakott területen előforduló leggyakoribb szagforrások a következők:

- melegkonyhával rendelkező vendéglők, szórakozóhelyek;
- gyorséttermek, látványpékségek;
- élelmiszeripari kisüzemek, vágóhidak;
- festőműhelyek, festéküzemek;
- szennyvízcsatorna hálózatok, szennyvízátemelők, szennyvíztisztítók;
- hulladékszállítás, hulladékgyűjtő udvarok, hulladékátrakó állomások;
- belterületi kisüzemi állattartás.

A lakott területen kívül található, túlnyomórészt jelentősebb termelési, feldolgozási tevékenységet folytató, és így nagyobb szagkibocsátási potenciállal jellemezhető, leggyakoribb szagforrások a következők:

- hulladékkezelő, hulladékhasznosító létesítmények (hulladéklerakók, hulladékválogatók, komposztálók, biogáz üzemek, állati hulladék feldolgozók);
- szennyvízkezelő létesítmények;
- állattartó telepek;
- növénytermesztés a tápanyag visszapótlás, trágyakijuttatás időszakában;
- növényi és állati termékek feldolgozását végző élelmiszeripari létesítmények;
- kőolaj feldolgozás;
- vegyipari üzemek.

## 4. A szagmérés

Korábban már kitértünk rá, hogy a szaganyagok nagy száma, jellemzői, a forrásoknál ill. a környezeti levegőben előforduló koncentrációi jelentősen nehezítik, költségessé teszik az anyagok analitikai azonosítását. A szag erősségének pl. klasszikus szerves analitikai módszerrel történő mérése a következő nehézségekbe ütközik [13]:

- a klasszikus analitikai vizsgálatok (mintavételek és a környezeti szaghatást okozó szerves ill. szervetlen komponensek koncentrációjának mérése) hosszú időt vesznek igénybe;
- az analitikai vizsgálatok anyag- és műszerigényessége igen költségessé teszi a vizsgálatokat, ezt csak fokozza, hogy ezeket csak laboratóriumi körülmények között lehet végrehajtani;
- egyes zavaró környezeti szaghatást okozó komponensek kibocsátási ill. immissziós koncentrációja gyakran a mintavételi érzékenység tekintetében túlzottan alacsony, a megnövelt mintavételi idő pedig lehetetlenné teszi a szaghatást okozó technológiai folyamat tényszerű, objektív értékelését a szaghatás tekintetében;
- az egyes szaghatást okozó légszennyező komponensek koncentrációiból nem lehet a ténylegesen kialakuló szag jellegére és nagyságára következtetni (nem ismertek pl. a légszennyező komponensek szinergista hatásai).

Ezen mérési nehézségek következtében a szag „nagyságának”, a szennyezett levegő szagkoncentrációjának meghatározására az érzékszervi vizsgálat bizonyult a legalkalmasabbnak. Ezen vizsgálatok során a „műszer” maga az emberi orr. A vizsgálat során nem az egyes komponensek koncentrációjának mérése történik, hanem a szagkeverék „szaghatásának” értékelése.

### 4.1. A szag mérése – érzékszervi vizsgálattal

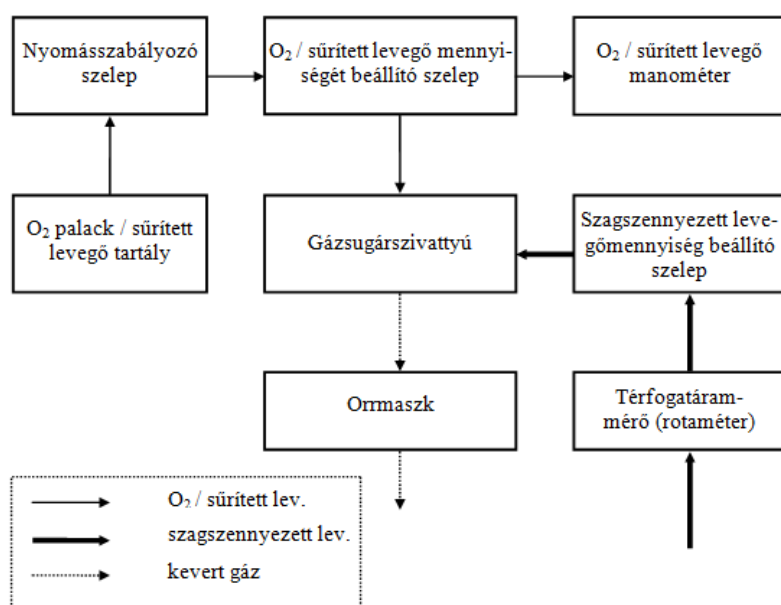
Valamely szag nagyságának érzékszervi vizsgálattal történő „mérésekor” komoly nehézség, hogy a kiértékelő „műszer” az érzékelő személy orra (az orrban lévő „szagfelfogó készüléktől” a szagérzetet felfogó agyrészletig), amely ugyan lehetővé teszi a szubjektív értékelést, de nehezen alkalmazható objektív értékelő berendezésként. Az is nehezíti az ilyen módon történő mérést, hogy az értékelő személynek a szagérzete folyamatos szagterhelés esetén csökken, azaz az értékelő személy orra „elfárad”, hozzászokik a vizsgált szaghoz. Ezeket a szempontokat az objektív mérési eredményt adó mérési módszer kifejlesztésekor figyelembe kellett venni.

Az alkalmazott legegyszerűbb módszer a közvetlen szagészlelés volt. A vizsgálatot végző személyek kivonultak az adott helyszínre és ott eldöntötték, hogy az esetleges panaszoknak megfelelően éreznek-e valamilyen, a vizsgált szagforrásnak tulajdonítható szagot; egy szagintenzitási skála alapján pedig a szag mértékét is igyekeztek meghatározni (pl. 0 – nem érzékelhető szag, 5 – már túl erős szag). A módszer előnye volt, hogy a szag észlelésének körülményei megközelítették azokat a feltételeket, amelyek mellett a szagok elleni panaszok kialakultak. Az ilyen módon elvégzett „szagmérésekkel” azonban több probléma is volt. Nehéz volt kiválogatni az „átlagos orral” rendelkező embereket. Kérdés volt a mérések reprodukálhatósága is, 2-3 mérési sorozat után a vizsgáló személyek orra fokozatosan hozzászokott a vizsgált szaghoz, a szaghatást egyre kisebb mértékűnek jelölték meg. A vizsgált környezet egyes jellemzőinek pszichológiai hatásai (pl. vizuális hatás, zaj) hátrányosan befolyásolták a mérés végrehajthatóságát.

A bűzmérés ma is elfogadott és alkalmazott módszerének kialakításakor az orvostudomány sietett a kutatók segítségére. A szaglász (olfactio) érzékenységének vizsgálatára, orvosi célokra dolgozták ki az olfaktometria módszerét, és a mérés végrehajtására alkalmas berendezést. Ezt az eljárást vették át a szaghatás mérésével foglalkozó szakemberek az objektív szagmérések elvégzéséhez.

#### 4.2. A szagkoncentráció mérése dinamikus olfaktometriával

A szag nagyságának, erősségének mérése a hazánkban is érvényben lévő MSZ EN 13725:2003 „Levegőminőség – a szagkoncentráció meghatározása dinamikus olfaktometriával” szabványban leírt módon, szabályozott körülmények között megvalósított vizsgálatok során, olfaktométerrel (szagmérő berendezéssel) történik. A szagmérésre alkalmazott berendezés (olfaktométer, 1. ábra) gyakorlatilag nem más, mint egy precíziós gázkeverő készülék, amelynek az „érzékelője” az emberi orr. A vizsgálandó bűzös levegőt semleges referenciagázzal (ez lehet tiszta, szagmentes levegő, vagy oxigéngáz) hígítják egyre csökkenő mértékben mindaddig, amíg a mérő személy a detektálásra kiképzett orrmaszokban megérzi a szag megjelenését. A csökkenő mértékben történő hígítás kiküszöböli az orr „elfáradásának” lehetőségét [13].



1. ábra

Az olfaktométer sematikus ábrája [2]

A készülékkel meg lehet határozni a különböző szagok szagküszöbértékét, a szagkoncentráció nagyságát [2]. Amikor az „orr” jelzése alapján a szag az orrmaszokban megjelenik, megállapítják az áramlási paramétereket, és ezekből meghatározzák a szagintenzitásra jellemző hígítási számot:

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

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].

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

$$Z = Z' \cdot c_0 \quad [SZE/m^3]$$

ahol:  $Z$  - a szagkoncentráció [SZE/ $m^3$ ],  
 $Z'$  - a hígítási szám [1],  
 $c_0$  - a szagküszöbnél mért szagkoncentráció [1 SZE/ $m^3$ ].

Az 1 SZE/ $m^3$  az a szaganyag mennyiség, amely 1  $m^3$  neutrális levegőben még éppen/vagy már szagérzetet vált ki a vizsgálatot végző személyek 50 %-ánál. A kapott mérőszám oly módon fejezi ki a bűzös levegő szaghatásának nagyságát, hogy megadja azt a hígítási arányt, amely mellett a szennyezett levegő szagát még/már éppen meg lehet érezni. Az adott minta szagkoncentrációját a mérő személyek (számuk a vizsgálat jellegétől függően 4-16 fő) által megjelölt szagkoncentrációk átlagaként határozható meg. A szagméréseket a dinamikus olfaktométerrel laboratóriumi körülmények (temperált levegőjű, szag- és zajmentes, megfelelően megvilágított stb. helyiség) között kell elvégezni, a szagmérésben résztvevő személyek (orrok) kiválasztásának alapvető szempontjai a következők:

- „szagvakok” és a szagok szempontjából túlzottan érzékeny személyek kizárása a mérésből;
- átlagos szaglóképességgel rendelkező személyek kiválasztása;
- a kiválasztás során olfaktométer és referencia anyag (szabványban rögzített összetételű, n-butanolt tartalmazó gázkeverék) alkalmazása;
- alapkiválasztás: több napos, többszörös ismétléssel zajló kiválasztási folyamat;
- mérés előtti tesztelés olfaktométer és referencia anyag alkalmazásával.

A fenti szabványban egyébként bevezetésre került az európai szagegység fogalma is ( $OU_E$ ), amely biztosítja bármely szagekeverék szagkoncentrációjának a fenti mérési módszerrel történő meghatározása esetén a visszavezethetőséget egy kiválasztott referencia anyagra. Az európai szagegység a szaganyag(ok) azon mennyisége, amely standard körülmények között 1  $m^3$  semleges gázba párologtatva ugyanolyan fízológias reakciót vált ki a mérőkből (kimutatási küszöb), mint a standard körülmények között 1  $m^3$  semleges gázba elpárologtatott 1 európai viszonyítási szagtömeg (EROM) kivált. Az európai viszonyítási szagtömeget (EROM) – az európai szagegységként elfogadott referencia érték, azonos a minősített referenciaanyag meghatározott tömegével. 1 EROM egyenlő 123  $\mu g$  n-butanollal. Ezen európai szagegység egyébként mértékegységként történő alkalmazását tekintve egyenértékű a hazánkban már bevett módon használt szagegységgel.

A ma alkalmazott legkorszerűbb olfaktométer számítógépes vezérlésű, az egyes hígítási szintek beállítása, a mérésben résztvevő személyek válaszainak ellenőrzése (pl. időszakosan szagtalan levegő – ún. null-próba – felkínálása értékelésre), és a mérőszemélyek válaszainak értékelése a mérésvezető beavatkozása nélkül, automatizáltan történik. A mérésben egyszerre több (4-8), a korábban leírt módon kiválasztott és rendszeresen ellenőrzött szaglóképességű személy vesz részt [13]. A szagméréssel meghatározott szagkoncentráció és a kibocsátott szagszennyezett levegő térfogatáramának ismeretében meghatározható a vizsgált kibocsátó forrás szagkibocsátása (pontforrások esetén SZE/s, felületi források esetén SZE/( $m^2 \times s$ )).

### 4.3. Szagmintavétel

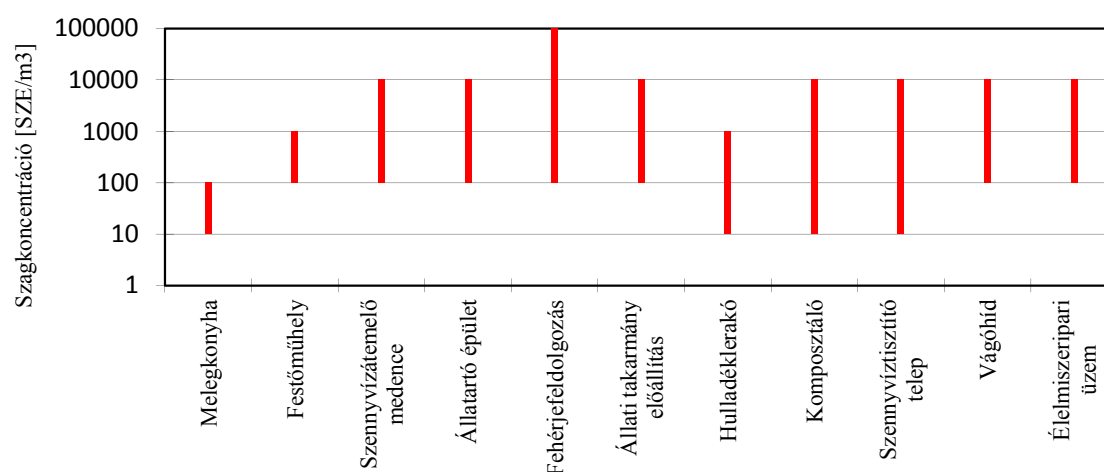
Mivel a szagméréshez laboratóriumi körülményeket kell biztosítani, így az jellemzően nem végezhető el a helyszínen, a szagmérés helye elkülönül a szagmintavétel helyszínétől. A szagkibocsátó forrásnál vagy a panaszos területen – a szagmintavétel helyszínén – a környezeti levegőből vett mintát speciális anyagú zsákokba juttatják, majd ezekben a zsákokban szállítják be a laboratóriumba, ahol a szagminták (levegőminták) szagmérése történik. Az olfaktometriában (így a mintavétel során is) használt anyagoknak többek között szagtalanoknak, inertnek, sima felületűnek, és megfelelő szilárdságúnak kell lenniük.

A szagmintavételeknél ún. tüdő-elven működő mintavevőt használnak fel, a kondenzáció elkerülésére szagtalan gázzal történő hígítást alkalmaznak, felületi forrásoknál mintavevő haranggal gyűjtik a forrás felületén a szagszennyezett levegőt. A mintákat a mintavétel után a lehető leggyorsabban vizsgálni, mérni kell. A mintavétel és a mérés közti idő nem lehet több 24 óránál. A minták hőmérsékletét a szállítás és raktározás alatt a kondenzáció elkerülésére a gáz harmatponti hőmérséklete felett kell tartani. A minták direkt napfény-, illetve erős nappali fény expozícióját a (foto) kémiai reakciók és a diffúzió minimalizálására el kell kerülni [1].

### 4.4. Jellemző szagkibocsátási értékek

Az egyes szagkibocsátó forrásokból távozó szagszennyezett levegő szagkoncentrációja, a kialakuló szagkibocsátás nagysága nagyban függ a technológia jellegétől (pl. kisüzemi almozott sertéstartás vagy nagyüzemi, hígtrágyás technológia), a technológia kialakításától (pl. a komposztálás esetén zárt vagy nyitott technológia), a felhasznált-feldolgozott alapanyagok és segédanyagok jellegétől (szintén a komposztálást megemlítve belátható, hogy alapvetően más kibocsátás alakul ki a zöldhulladékok komposztálásakor ill. szennyvíziszap komposztálásakor). Nagymértékben függ a szagkibocsátás még ugyanazon technológia esetén is a technológia üzemeltetési módjától, a technológiai fegyelem betartásától, a leválasztó berendezések megfelelő karbantartásától és időszakos ellenőrzésétől.

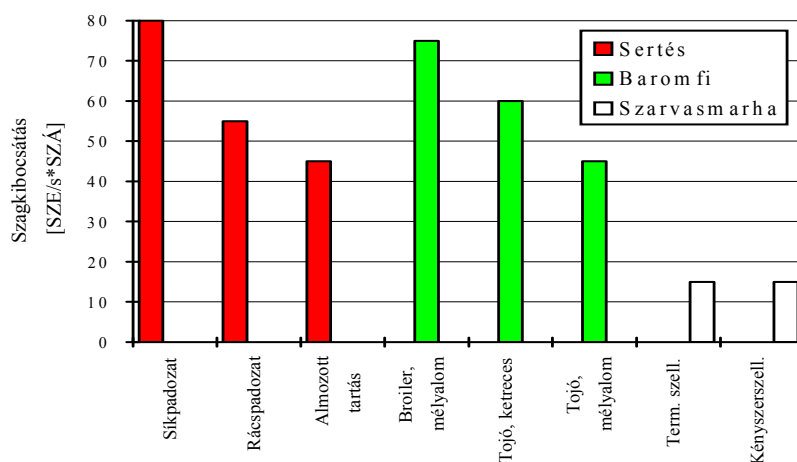
A környezetünkben található leggyakoribb szagkibocsátással járó tevékenységekre jellemző, a szagforrásnál vagy annak közvetlen közelében mérhető szagkoncentráció nagyságrendjét mutatja be a 2. ábra.



2. ábra

A környezetünkben található leggyakoribb szagkibocsátással járó tevékenységekre jellemző, a forrásnál vagy annak közvetlen közelében mérhető szagkoncentráció nagyságrendje [1]

A nagyüzemi állattartás esetén kialakuló, jellemző fajlagos szagkibocsátási értékeket a 3. ábrán mutatjuk be.

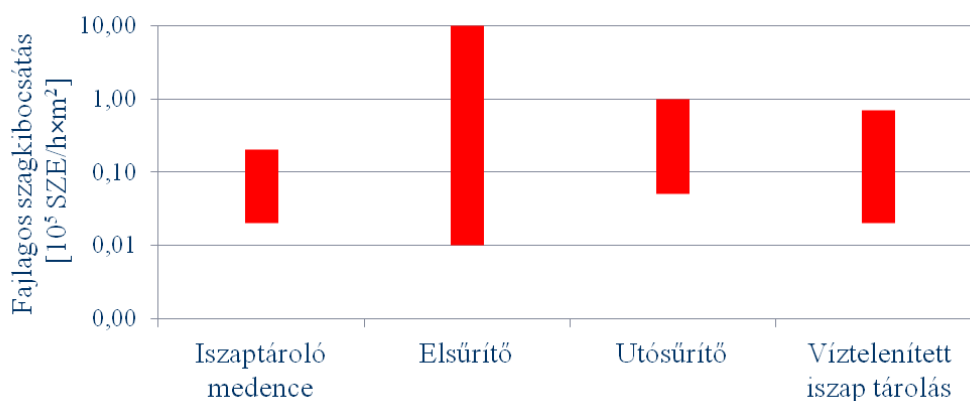


3. ábra

*Különböző sertés, baromfi és szarvasmarha istállók szagemissziója [2]*

A következőkben példaképp a szennyvízkezelő és a biohulladék kezelő létesítmények szagkibocsátást befolyásoló legfontosabb jellemzőket és a jellemző szagkibocsátásokat mutatjuk be. A szagkibocsátást befolyásoló, ezen technológiánál leírt jellemzők többsége általánosan értelmezhető több más, jelentős szagkibocsátással jellemezhető technológiánál.

Szennyvízkezelő telepeken található felületi forrásoknál mérhető fajlagos szagkibocsátási értékeket mutat be a 4. ábra [14].



4. ábra

*Szennyvízkezelő telepeken található felületi forrásoknál mérhető fajlagos szagkibocsátási értékek*

A szennyvízkezelő telepeken a jellemző szagkibocsátó pontforrásnál, az iszapvíztelenítő gépházból kilépő szagszennyezett levegő esetén a jellemző mért szagkoncentráció 2500-25000 SZE/m<sup>3</sup> között alakul. Speciális technológiánál, a szoláris iszapszárítóból kilépő szagszennyezett levegő esetén is meghatározható a jellemző szagkoncentráció, ennek értéke 2500-50000 SZE/m<sup>3</sup> [14].



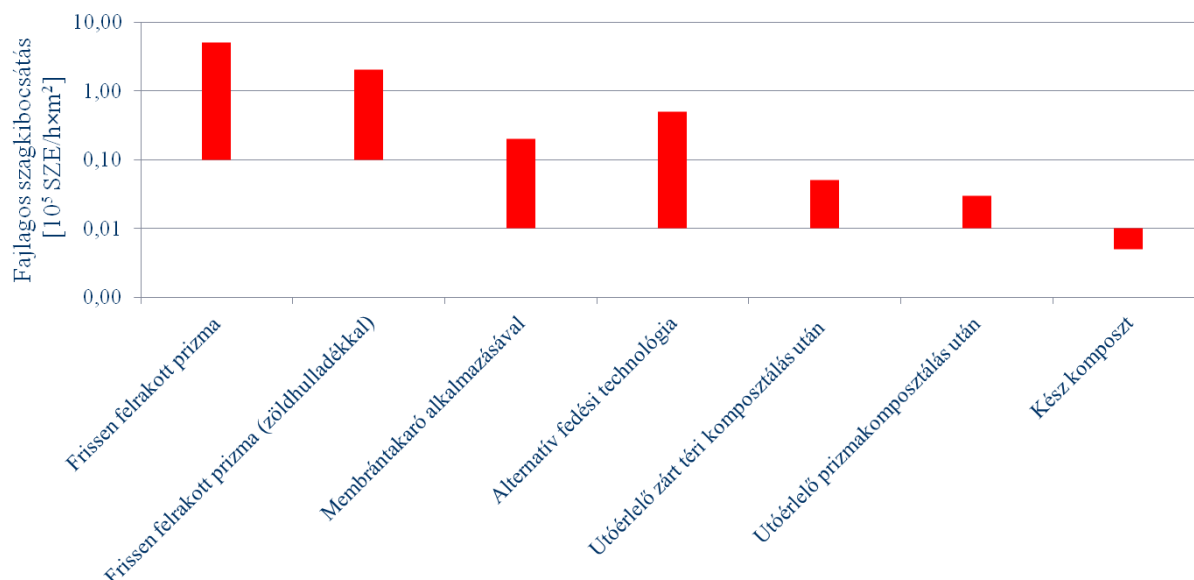
A biohulladék kezelő létesítményeknél a szagkibocsátás nagysága jelentősen függ a következő tényezőktől:

- a felhasznált alapanyagok mennyisége és minősége;
- a felhasznált alapanyagok létesítményen belüli tárolásának, előkészítésének, a technológiai berendezésbe, technológiába történő adagolásának módjától;
- a biohulladék kezelésére alkalmazott technológiai eljárás jellegétől (anaerob rendszerek esetén a fermentáció során a szagkibocsátás minimális a zárt technológia miatt; az aerob rendszerek – a komposztálás – esetén pedig a szagkibocsátás mértéke nagyban függ attól, hogy zárt technológiáról (komposztálás zárt térben – kamrában, membrántakaróval fedett módon stb.) vagy nyitott technológiáról beszélünk);
- a zárt technológia terek esetén a távozó szagszennyezett levegő kezelésének módjától (alkalmaznak-e a távozó szagszennyezett levegő kezelésére szagcsökkentő rendszert; az alkalmazott szagcsökkentő módszer, berendezés hatásfoka);
- a termékek további kezelésének módjától és helyétől (anaerob rendszerek esetén a fázisszétválasztás módjától és körülményeitől – zárt vagy nyitott rendszerben történik; aerob rendszerek esetén a termék utókezelése – rostálása, aprítása, konfekcionálás – zárt térben, vagy nyitottan történik);
- a termékek tárolásának módjától (anaerob rendszerek esetén az elvégzett fázisszétválasztás után a folyékony ill. szilárd fázis tárolásának helyétől és módjától – nyitott vagy fedett tárolás);
- és jelentős mértékben az anyagok manipulációja, anyagmozgatása során elszennyezett felületek nagyságától, tisztántartásának gyakoriságától és módjától.

Az aerob kezelési módszerek esetén az egyes szagkibocsátó pont ill. épület források jellemző szagkibocsátási értékei a következők (szagtalanítás nélkül [14]):

- iszapvíztelenítő gépházból kilépő szagszennyezett levegő szagkoncentrációja 2500-25000 SZE/m<sup>3</sup>;
- előkezelő-keverő technológiai térből kilépő levegő szagkoncentrációja 500-5000 SZE/m<sup>3</sup>;
- szoláris iszapszáritóból kilépő szagszennyezett levegő szagkoncentrációja 2500-50000 SZE/m<sup>3</sup>;
- zárt rendszerben – kamrában, cellában – a komposztálási ciklus elején 1500-15000 SZE/m<sup>3</sup>;
- zárt rendszerben – kamrában, cellában – a komposztálási ciklus intenzív bomlási fázisában 5000-35000 SZE/m<sup>3</sup>;
- zárt rendszerben – kamrában, cellában – a komposztálási ciklus utolsó szakaszában 1500-10000 SZE/m<sup>3</sup>.

A biohulladékok aerob kezelése során egyes felületi szagforrásoknál mérhető fajlagos szagkibocsátás jellemző értékei az 5. ábrán láthatók [14].



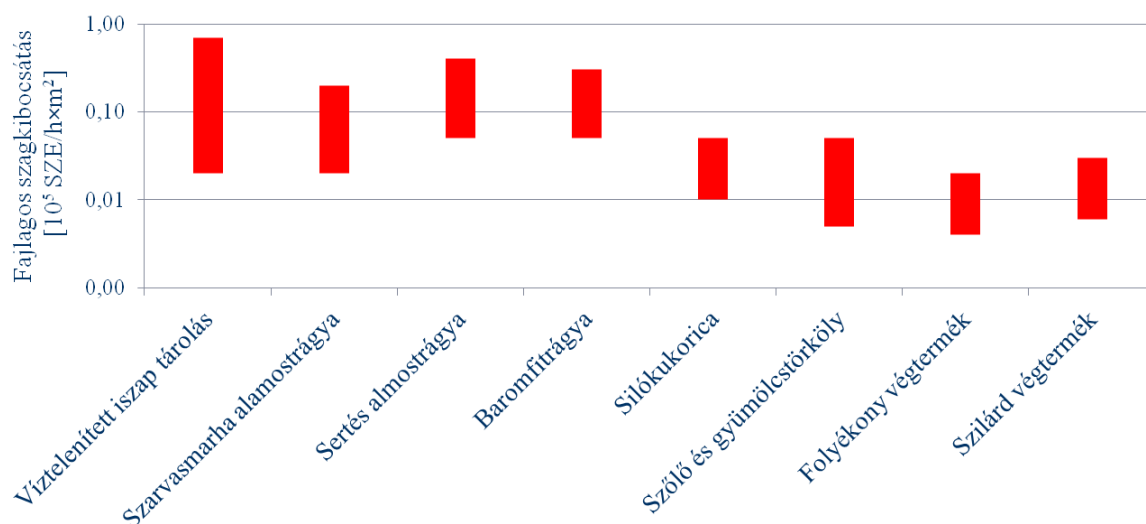
5. ábra

*A biohulladékok aerob kezelése során egyes felületi szagforrásoknál mérhető fajlagos szagkibocsátás jellemző értékei*

Az anaerob kezelési módszerek esetén az egyes pont ill. szagkibocsátó források jellemző szagkibocsátási értékei a következők (szagtalanítás nélkül [14]):

- technológiai helyiség, alapanyagok tárolása, keverése 5000-15000;
- sterilizált állati fehérje (húspép) tároló tartály 5000-250000 SZE/m<sup>3</sup>;
- vágóhidak, pet-food üzemek szennyvize, tároló tartály 2000-150000 SZE/m<sup>3</sup>;
- adagológarat 5000-15000 SZE/m<sup>3</sup>;
- végtermék fázisszétválasztása, technológiai helyiség 1000-7000 SZE/m<sup>3</sup>.

A biohulladékok anaerob kezelése során egyes felületi szagforrásoknál mérhető fajlagos szagkibocsátás jellemző értékei a 6. ábrán láthatók [14].



6. ábra

*A biohulladékok anaerob kezelése során egyes felületi szagforrásoknál mérhető fajlagos szagkibocsátás jellemző értékei*

## 5. A szagvédelem hazai és külföldi jogi szabályozása

### 5.1. Hazai szabályozás

A szagkibocsátással, a zavaró környezeti szaghatás értékelésével és annak megakadályozásával kapcsolatos alapvető kérdéseket a *levegő védelméről szóló 306/2010. (XII. 23.) Korm. rendelet* tárgyalja. A rendeletben meghatározásra kerülnek a témával kapcsolatos alapfogalmak:

- *bűz*: szaghatással járó légszennyező anyag vagy anyagok keveréke, amely összetevőivel egyértelműen nem jellemezhető, az adott környezetben környezetidegen, és az érintett terület rendeltetésszerű használatát zavarja;
- *szagegység*: az a szaganyagmennyiség  $1 \text{ m}^3$  standard állapotú szaganyagot tartalmazó gázban, amely már szagérzetet vált ki a szagmérés során az észlelők 50%-ában;
- *szagkoncentráció*:  $1 \text{ m}^3$  standard állapotú szaganyagot tartalmazó gázban a szagegységek száma; mértékegysége a szagegység/köbméter (SZE/ $\text{m}^3$ )

A rendelet a zavaró környezeti szagok problémáját szigorúan szabályozza: kimondja, hogy tilos a levegő lakosságot zavaró bűzzel való terhelése. Ehhez kapcsolódva meghatározza, hogy bűzzel járó tevékenység az elérhető legjobb technika alkalmazásával végezhető. Ha az elérhető legjobb technika nem biztosítja a levegő lakosságot zavaró bűzzel való terhelésének megelőzését, további műszaki követelmények írhatók elő, például szaghatás csökkentő berendezés alkalmazása, vagy meglévő berendezés leválasztási hatásfokának növelése. Ha a levegő lakosságot zavaró bűzzel való terhelésének megelőzése műszakilag nem biztosítható, a bűzzel járó tevékenység korlátozható, felfüggeszthető vagy megtiltható. Amennyiben a szagforrás üzemelése lakossági panaszokat okoz, úgy a légszennyező pontforrás által okozott bűzterhelés csökkentése érdekében a bűzzel járó tevékenységre szagegység/ $\text{m}^3$ -ben kifejezett egyedi kibocsátási szagkoncentráció határérték írható elő. A szagkoncentráció meghatározására a rendelet alapján a MSZ EN 13725:2003 szabványt kell alkalmazni.

A rendelet foglalkozik a források körül kialakítandó védelmi övezet kérdésével is. Kimondja, hogy bűz kibocsátással járó környezeti hatásvizsgálat köteles vagy egységes környezethasználati engedély köteles tevékenységek, illetve létesítmények esetében a bűzterhelőnek védelmi övezetet kell kialakítania. A védelmi övezet méretét a legnagyobb teljesítmény-kihasználás és kedvezőtlen terjedési viszonyok (különösen az uralkodó szélirány, időjárási viszonyok) mellett, a domborzat, a védőelemek és a védendő területek, építmények figyelembevételével a légszennyező forrás határától számított, legalább 300, legfeljebb 1000 méter távolságban lehatárolt területben határozza meg. Meglévő telephelyen tervezett új légszennyező forrás esetében a környezetvédelmi hatóság (felügyelőség) a védelmi övezet kijelölése során az előírt 300 méternél kisebb távolságot is meghatározhat, amennyiben valamennyi levegővédelmi követelmény teljesül (azaz várhatóan a kisebb védelmi övezet határán kívül nem alakul a lakosságot zavaró bűzhatás). A védelmi övezetet úgy kell kijelölni, hogy abban nem lehet lakóépület, üdülőépület, oktatási, nevelési, egészségügyi, szociális és igazgatási épület, kivéve a telepítésre kerülő, illetve a más működő légszennyező források működésével összefüggő építményt. A védelmi övezet kialakításával és fenntartásával kapcsolatos költségek a bűzterhelőt terhelik.

A rendelet a bűzzel járó tevékenységek esetén is meghatározza levegővédelmi követelmények megsértéséhez kapcsolódó levegőtisztaság-védelmi bírságok mértékét:

- gazdasági tevékenység keretében végzett, lakosságot zavaró bűzhatást okozó technológia vagy berendezés üzemeltetése (pl. nagyüzemi állattartás) esetén a bírság mértéke 200000 Ft;
- nem gazdasági tevékenység keretében végzett, lakosságot zavaró bűzhatást okozó tevékenység (pl. belterületi, háztáji állattartás) folytatása, technológia vagy berendezés üzemeltetése esetén a bírság mértéke 50000 Ft.

*A vidékfejlesztési miniszter 4/2011. (I. 14.) VM rendelete a levegőterheltségi szint határértékeiről és a helyhez kötött légszennyező pontforrások kibocsátási határértékeiről* a 6. mellékletben kimondja, hogy a bűzre vonatkozó előírásokat az általános kibocsátási határértékek nem befolyásolják. Ez az előírás is természetesen azt erősíti, hogy a szaghatást jellemzően szaganyagok keverékei okozzák, így az egyes komponensek kibocsátási határértékeinek szabályozásával az okozott szaghatás mértéke nem befolyásolható, korlátozható. A rendelet 7. mellékletében az eljárás specifikus határértékekkel kapcsolatosan a cukorgyártás és a kávé, pótkávé termékek, kakaó és terménypörkölés esetén előírást fogalmaz meg a szagkibocsátás csökkentésére.

*A levegőterheltségi szint és a helyhez kötött légszennyező források kibocsátásának vizsgálatával, ellenőrzésével, értékelésével kapcsolatos szabályokról* szóló 6/2011. (I. 14.) VM rendelet kimondja, hogy bűzkibocsátó források esetén a kibocsátó forrás szagkibocsátását, az alkalmazott szagcsökkentő berendezés ill. szagcsökkentő rendszer hatásfokát időszakosan, a felügyelőség döntésétől függően évente vagy két évente olfaktometriás méréssel kell ellenőrizni.

*A 23/2003. (XII. 29.) KvVM rendelet a biohulladék kezeléséről és a komposztálás műszaki követelményeiről* a mellékletében előírja, hogy a lakóházak közelében (kevesebb, mint 500 m) elhelyezkedő biohulladék-kezelő telepeknek csökkenteniük kell a szaghatást. A szaganyagok elleni, műszaki berendezésekkel történő kezelések hatékonyságát dinamikus olfaktometriás módszerrel kell értékelni.

## 5.2. Kitekintés a szagvédelem jogi szabályozásának területén

A zavaró környezeti szaghatással, a szaghatás elleni védelemmel kapcsolatosan sem Európában, sem kontinensünkön kívül nem alkalmaznak egységes környezetvédelmi jogi szabályozást. Az egyes országokban esetlegesen alkalmazott szabályozási módok azonban esetenként több hasonlóságot tartalmaznak. Ezen hasonlóságok közül négy szabályozási alapelv emelhető ki, amelyek külön-külön, vagy együttesen előfordulhatnak a szagvédelmi szabályozás elemeként:

- egyes jelentős szaghatással járó technológiák esetén a legkisebb védőtávolság meghatározása, vagy a teljesítmény- és technológiai jellemzőktől függő védőtávolság meghatározása;
- bizonyos jelentős szaghatással járó technológiák esetén a szagkibocsátás szabályozása a kibocsátott levegő szagkoncentrációja vagy az összes szagkibocsátás alapján;
- működő létesítmények esetén a környezeti szaghatás szabályozása a zavaró szaghatás előfordulási gyakoriságának vagy a megengedhető legnagyobb immissziós szagkoncentrációnak a figyelembe vételével;
- tervezett létesítmények esetén a várható környezeti szaghatás szabályozása a zavaró szaghatás előfordulási gyakoriságának vagy a megengedhető legnagyobb immissziós szagkoncentráció figyelembe vételével.

Az első szabályozási elemre kontinensünkön több példát is találhatunk. Ide sorolható például a vonatkozó német szabályozás, amely zárt biohulladék kezelési (komposztálási és anaerob technológiák) esetén legkevesebb 300 métert, nyitott technológiai létesítmények esetén pedig 500 métert ír elő legkisebb védőtávolságként [15]. Szintén itt kell megemlíteni példaként a nagyüzemi állattartás szagvédelmi szabályozására vonatkozó német, svájci vagy osztrák irányelveket, amelyek a tartott állatfajtól és az alkalmazott tartástechnológiától függően határozzák meg a védelmi övezet nagyságát [16].

A második szabályozási elemre több példát találhatunk Európa-szerte. Itt érdemes megemlíteni az ilyen jellegű, Ausztriában vagy Németországban érvényes szabályozást. Ausztriában a biohulladék kezelési technológiáknál a mechanikai-biológiai hulladékkezelő telepek esetén a kibocsátott szagszennyezett levegő legnagyobb megengedhető szagkoncentrációja  $500 \text{ SZE/m}^3$ , a komposztáló telepek esetén pedig  $300 \text{ SZE/m}^3$ ; ezen túlmenően szabályozott az összes szagkibocsátás értéke is, ez nem haladhatja meg az  $5000 \text{ SZE/s}$  értéket [17].

A harmadik szabályozási elemet vizsgálva, működő létesítmények esetén a zavaró környezeti szaghatás mértékének megítélésére több helyen használnak ún. szagimmissziós határértéket. Erre jó példa a Dániában alkalmazott ilyen jellegű szabályozás, amely kimondja, hogy a szagforrás 500 méteres környezetén kívül, a szagforráshoz legközelebbi szomszédnál kialakuló, egyértelműen a vizsgált forrásnak tulajdonítható szag erőssége nem haladhatja meg az 5-10 európai szagegységet. Hasonló jellegű a szabályozás Norvégiában is, azonos nagyságú szagimmissziós határérték alkalmazásával, de a szagforrástól való távolságtól függetlenül [17]. Az Egyesült Államok több államában is megtalálható ilyen jellegű szabályozás, például Connecticut Államban az immissziós határérték 7 szagegység, New Jersey Államban a biohulladék és iszapkezelő létesítmények esetén 5 szagegység, ezen utóbbi esetben a mérés időtartamát (5 perc) is rögzítik, ezen időtartam alatt mért értékek átlagát kell összevetni a határértékkel [18].

A már működő létesítmények okozta környezeti szaghatás meghatározására és értékelésére a zavaró szaghatás kialakulásának gyakorisága is megfelelő mérőszám lehet. Németország egyes tartományaiban érvényben lévő szabályozás alapján a vizsgált szagforrás környezetében előzetesen kijelölt észlelési pontokon, meghatározott üzemviteli és meteorológiai viszonyok mellett végeznek tesztelt szaglóképességű személyekkel szagészleléseket, a szaggyakoriságot a már korábban említett szagórában határozzák meg. A vizsgálatok elvégzése során fontos feltétel, hogy az érzékelt szag egyértelmű erősségű kell, hogy legyen, valamint az érzékelt szag egyértelműen hozzárendelhető legyen a vizsgált kibocsátó forráshoz. A vizsgálatok alapján a szagórában meghatározott szaggyakoriságot vetik össze a vizsgált környezet használati jellegétől függő határértékkel (ez az érték pl. lakóövezet esetén az éves órák 10 %-a) [19]. Amennyiben a meghatározott szaggyakoriság meghaladja a gyakoriságra vonatkozó határértéket, úgy a vizsgált forrás által okozott szaghatás zavarónak minősül, a szagkibocsátónak a szagkibocsátás csökkentésével vagy egyéb módszer alkalmazásával (pl. technológiai módosítása, kapacitás csökkentése stb.) kell biztosítani az általa okozott zavaró szag előfordulási gyakoriságának csökkentését.

A tervezett új vagy bővített létesítmény várható környezeti szaghatásának a környezetvédelmi engedélyezési eljárásban történő vizsgálata a szabályozás szintén gyakran alkalmazott alapelve. Ezen vizsgálatok során összehasonító értékelésre a már korábban említett szagimmissziós határértékek használhatók fel, de ebben az esetben is lehet az értékelés szempontja a szaghatás előfordulási gyakorisága. Az elsöre példaként említhető a

környezetszennyezés integrált megelőzésére és csökkentésére vonatkozó iránymutató dokumentumok sorában hozzáférhető az „*Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). DRAFT, Horizontal Guidance for Odour. Part 1 – Regulation and Permitting*” c. dokumentum [20]. Ezen tervezet 6. mellékletében a szagforrások környezetében kialakuló zavaró szaghatások elkerülésére a szag terjedésmodellezés eredményeinek értékeléséhez a következő szag expozíciós határértékeket javasolja figyelembe venni (7. ábra).

<b>Erősen zavaró szagok</b> Bűzös, rothadó hulladékokkal folytatott tevékenység Állati ill. halmaradványokkal folytatott tevékenység Téglagyártás Tejfeldolgozás Zsírfeldolgozás Szennyvizkezelése Olajfinomítás Állati takarmány gyártás	Erősen zavaró	1,5 SZE/m <sup>3</sup>
Intenzív állattartás Élelmiszeripari tevékenységek, zsírsütés Cukorgyártás	Közepesen zavaró	3 SZE/m <sup>3</sup>
Csokoládégyártás Sörfőzés Cukrászati tevékenység (sütemény, édesség, stb.) Illatszert és fűszer előállítás Kávépörkölés Pékség	Kevésbé zavaró	6 SZE/m <sup>3</sup>
<b>Kevésbé zavaró szagok (nem „nem zavaró szag”!!!)</b>		

7. ábra

*Javasolt szag expozíciós határértékek (terjedési modellezés eredményeinek értékeléséhez), amelyek mellett nem alakul ki a lakosságnál zavaró szaghatás*

A fenti határértékeknek való megfelelést a szaganyagok légköri terjedésének matematikai modellezésével lehet vizsgálni. A terjedésmodellezés kiinduló adataként szolgáló szagkibocsátás értékek a vizsgált, más helyen már működő technológiánál nyert szagmérések eredményei alapján határozhatók meg, a kibocsátást természetesen a legnagyobb teljesítmény kihasználást figyelembe véve kell meghatározni, és célszerű a környezeti biztonság növelésére a szagterjedés szempontjából kedvezőtlen meteorológiai állapotot is vizsgálni. A fenti expozíciós értékek és a terjedési modellezés alkalmazásával lehatárolható a vizsgált szagforrás szagvédelmi hatásterülete, megállapítható, hogy a hatásterület érint-e védendő területet (lakóházakat, intézményi területeket stb.).

Hasonlóan a már működő létesítmények helyszíni szagészleléssel történő vizsgálatához, az ott alkalmazott szaggyakoriság határértékek a tervezett létesítmények esetén is jól alkalmazhatók. Ezen vizsgálati módszer esetén, csakúgy mint az előzőnél, a figyelembe vett szagkibocsátási értékek alapján elvégzett terjedési modellezéssel, megfelelő időjárási adatbázis alkalmazásával felvázolható a vizsgált forrás környezetében várható szaggyakoriság térkép, amely összevethető az alkalmazott szaggyakoriság határértékekkel [19].

A fentiekén túlmenően a kontinensünkön több olyan ország is említendő, amelyekben a zavaró környezeti szaghatás szabályozására külön irányelvet vagy rendeletet nem dolgoztak ki (pl. Svédország, Spanyolország, Belgium) [17]. Mindezeket összefoglalva megállapítható, hogy napjainkig sem Európán belül, sem azon kívül nem alakult ki egy egységes szabályozási

rendszere a szagproblémának. Ennek alapvetően magyarázata lehet az okozott környezeti hatás esetenként szubjektív megítélése, értelmezése, az immissziós szagmérésben rejlő bizonytalanság, a szagmérések, szagészlelések, terjedési modellezés jelentős idő és költségigénye. A jelentősebb kapacitással és szagkibocsátással járó tevékenységek esetén jelenleg részletes, a szagvédelemmel kapcsolatos iránymutatásokat csak az esetlegesen rendelkezésre álló, az adott technológia esetén az elérhető legjobb technikára vonatkozó dokumentumok szolgálnak.

## 6. A szaghatás vizsgálata a környezetvédelmi engedélyezés folyamatában

A 314/2005. (XII. 25.) Kormány rendelet hatálya alá tartozó bűz kibocsátással járó környezeti hatásvizsgálati és egységes környezethasználati engedély köteles tevékenységek esetében a bűzforrás/telephely körül védelmi övezetet szükséges kialakítani.

Az ilyen bűzzel járó tevékenységek létesítésénél az alábbi fontos szempontok vizsgálandók:

- a. **Telepítési helyszín:** a körültekintő helyválasztással a problémák egy része megoldható, amely a későbbiekben a beruházás további költségeire is kihatással lehet.
  - Fontos a kiválasztott helyszín környezetének domborzata, az adott területre jellemző meteorológiai viszonyok (pl. széljárás, páratartalom, hőmérséklet), a környezeti adottságok, (pl. erdő-erdősáv, beépítettség).
  - A rendezési tervekben az iparterület, illetve jelentős mértékű zavaró hatású ipari területek számára biztosított helyszín választásával a lakóingatlanok kellő távolsága feltehetően biztosítható és az utólagos lakóövezet kijelölése, kikapcsolása megelőzhető.
  - A tevékenységtől függő megfelelő védőterület, védőtávolság (OTÉK által előírt) kialakítására, a védelmi övezet kijelölésére szükséges terület biztosítása.
- b. **Kibocsátás megelőzése:**
  - A zárt technológia telepítésével, az alapanyagok helyes megválasztásával, a szivárgások megelőzésével hatékonyan megelőzhető a környezet terhelése.
  - Az új létesítmények, új technológiák, új berendezések kiválasztásakor nagyon fontos az elérhető legjobb technikának, a BAT szempontjainak való megfelelés figyelembevétele.
- c. **Kibocsátás megszüntetése, vagy csökkentése:** a lehetséges módszerek két nagy csoportba sorolhatók.
  - *Aktív módszer:* ahol már a tevékenység során csökkentik, megakadályozzák a szaganyagok keletkezésének lehetőségét.
  - *Passzív módszer:* a kibocsátó forrásból kilépő szagszennyezett levegőt utólagos kezeléssel tisztítják meg a szennyező anyagoktól.
- d. **Várható környezeti hatások bemutatása:** a fenti szempontok alapján vizsgálandó, ellenőrizendő a tervezett technológia
  - pontszerű kibocsátása,
  - diffúz kibocsátása,
  - környezetre gyakorolt várható együttes hatása és
  - a védelmi övezet nagyságának ellenőrzése.
- e. **Hatályos jogszabályi előírások:**
  - Jelenlegi jogszabályok a bűz szennyező anyagra kibocsátási határértéket nem állapítanak meg. Ezért a technológiához kapcsolódó leválasztó berendezés hatásfoka érdemben vizsgálható. A technológiától, a kibocsátott bűz anyagok fajtáitól és annak SZE nagyságától függően 85-95%-os hatásfokkal szükséges, hogy működjenek a leválasztó berendezések. Ennek mérése a MSZ EN 13725:2003 szabvány szerint történik.



- Egyes bűzös, szagos anyagokra a jogszabály emissziós határértéket is megállapít (pl. ammónia). Amennyiben a technológiából csak emissziós határértékkel szabályozott anyag fésésegek kibocsátása várható, akkor az adott anyagok technológiai kibocsátási határértéknek való megfelelés vizsgálendő.
- A bűzre immissziós határértéket a magyar jogszabály nem állapít meg, ezért vizsgálendő pl. a technológia BAT-nak való megfelelése, a leválasztó berendezés hatásfoka, telep fekvése.
- A védelmi övezet nagyságának meghatározásának ellenőrzése történhet becsléssel, számítással, terjedésmodellezéssel.

*f. BAT-nak való megfelelés:*

- A tevékenységre van-e magyar BREF, vagy hazai BAT útmutató?
- A tervezett technológia megfelel-e a BREF-nek, vagy a hazai BAT útmutatónak.

## 7. A szagkibocsátás csökkentési lehetőségei

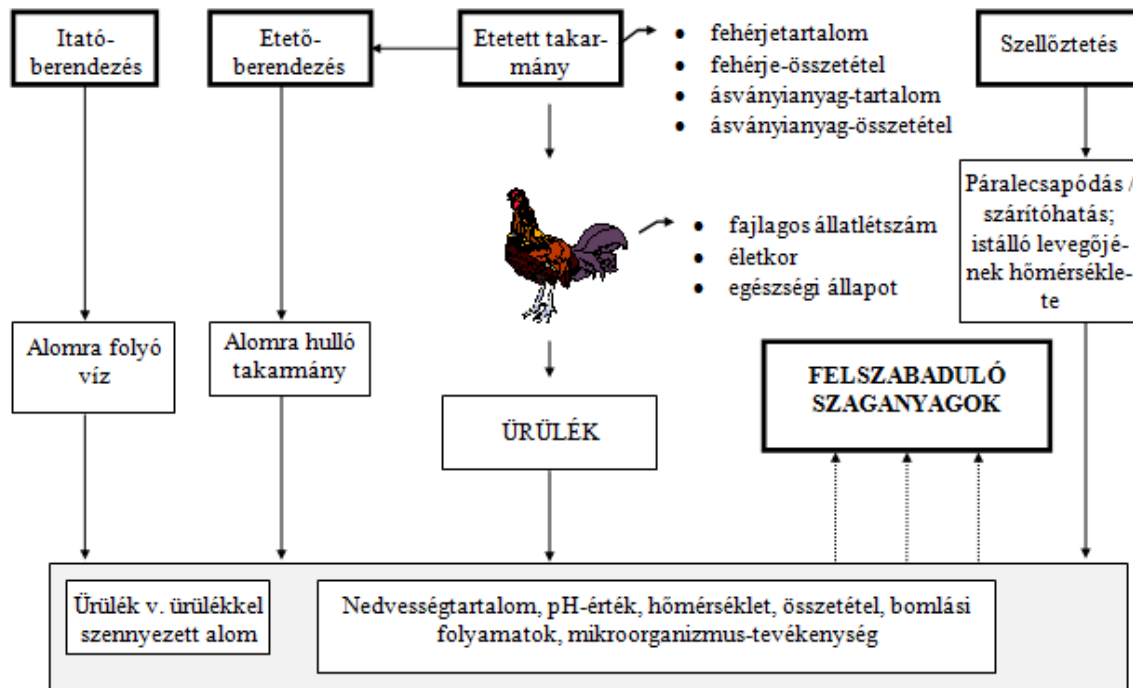
A különböző technológiai tevékenység szagkibocsátásának csökkentésére aktív és passzív védelmi eljárások alkalmazhatók. Az *aktív szagkibocsátás csökkentési eljárások* lényege, hogy a kibocsátó technológia vagy az alap ill. segédanyagok megváltoztatásával megakadályozzák a szaganyagok képződését vagy csökkentik a képződés intenzitását. A *passzív szagkibocsátás csökkentési eljárások* lényege, hogy a technológiai műveletek során keletkezett szaganyagokat a szagszennyezett technológiai levegőnek a környezetbe történő kilépése előtt a légáramból különböző leválasztó berendezésekkel leválasztják. A szagkibocsátás csökkentésére alkalmas jellemző passzív eljárások a következők [1]:

- adszorpció alkalmas anyagokon;
- abszorpció, mosóeljárás vízzel, vagy alkalmas oldatokkal;
- kondenzáció;
- oxidatív eljárás megfelelő oxidáló szerekkel (tiszta oxigén, ózon, hidrogén-peroxid);
- termikus véggáztisztítás;
- biomasó, bioszűrő alkalmazása;
- fedés, közömbösítés szagmegkötő, fedő anyagok alkalmazásával (pl. bepermetezéssel).

Felületi szagforrások esetén gyakran alkalmazott eljárás a szagforrás lefedése speciális anyagokkal, membrántakarókkal.

### 7.1. Aktív szagcsökkentési eljárások

A korábban említettnek megfelelően a szagkibocsátás elleni aktív védelemről beszélünk, ha a technológiai folyamatban a szagszennyező anyag keletkezési lehetőségeit csökkentjük, megakadályozzuk (pl. nyitott helyett zárt technológiai folyamattal, megfelelő alapanyag megválasztásával ill. az alapanyagok technológiai folyamatot befolyásoló jellemzőinek optimalizálásával, technológiai változtatással pl. komposztálás esetén az optimális levegőztető rendszer kialakításával és megfelelő üzemeltetésével). Az aktív védekezés lehetőségei igen széleskörűek, a szinte költség nélküli gondos üzemeltetéstől a teljes rekonstrukciót követelő technológia-váltásig. Az aktív szagcsökkentési eljárásokra egyik példaként a 9. ábrán az állattartásból származó szagkibocsátást befolyásoló technológiai tényezőket mutatjuk. Az ábrán közöltek alapján jól körülhatárolhatók azok a technológiai elemek (takarmányozás, itatás, szellőztetés, alom kezelése), amelyek jelentős hatással vannak a szagkibocsátásra, amelyek helyes megválasztásával és üzemeltetésével a szagkibocsátás jelentősen mérsékelhető.



9. ábra

*A szaganyagok keletkezésének intenzitását befolyásoló technológiai tényezők [2]*

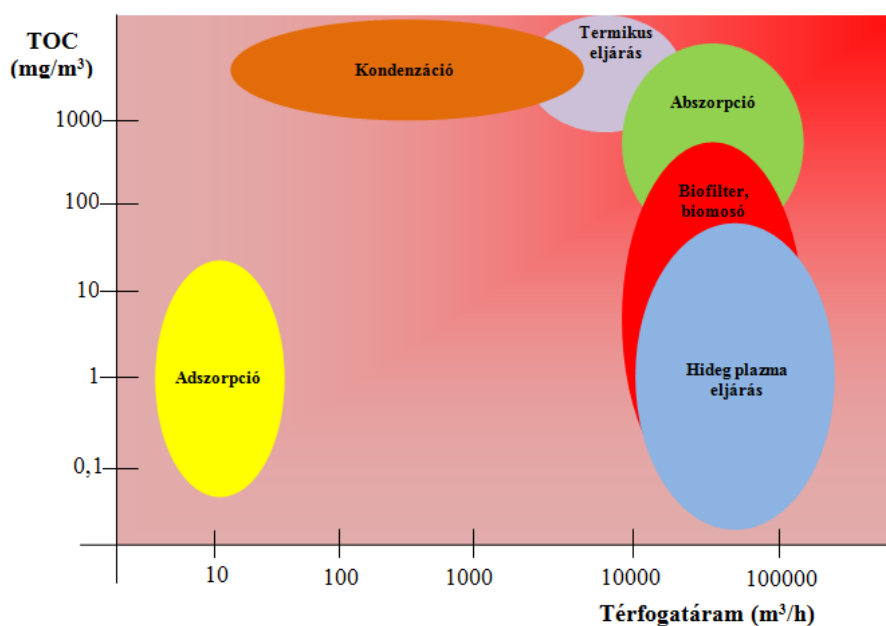
Amennyiben egy adott termelési tevékenységnél, technológiánál felmerül a szagkibocsátás elleni aktív védelem kérdése, az adott feltételek mellett kell megpróbálkozni a szakirodalomban részletesen tárgyalt, és a gyakorlatban már sikeresen kipróbált megoldások, technológiai átalakítások, üzemeltetési módosítások adaptálásával, az elérhető legjobb technikával foglalkozó dokumentumokban leírtak alkalmazásával. Az általánosnak mondható szempontokra vonatkozóan a biológiai hulladékkezelést hozva ismételten példaképp, ezen tevékenység esetén a szagkibocsátás tekintetében mindenképp szem előtt kell tartani, hogy a jelentősebb kibocsátás az anyagmozgatáshoz, manipuláláshoz köthető (rakodás, adagolás, keverés, átforgatás, szeparálás stb.). A komposztálás esetén pedig a legnagyobb szagkibocsátás az intenzív lebomlási szakaszban alakul ki. Éppen ezért ezen technológiai tevékenységek ill. szakaszok esetén kell jelentős gondot fordítani a szagkibocsátás csökkentésére, lehetőség szerint zárt technológia alkalmazásával és a képződő szaganyagok megfelelő leválasztásával. Az üzemeltetés során a biohulladék feldolgozásakor a szagkibocsátás csökkentésére – a teljesség igénye nélkül – a következő helyes tervezési és üzemeltetési gyakorlatot alkalmazhatjuk:

- a beérkező alapanyagok lehetőség szerint zárt térben történő tárolása, gyors és folyamatos feldolgozása;
- amennyiben a zárt térben történő tárolás nem megoldható, akkor a nedvességtartalom növekedésével növekvő szagkibocsátást okozó alapanyagok és termékek (pl. baromfitrágya, víztelenített szennyvíziszap, a fermentum víztelenített szilárd fázisa stb.) fedett helyen történő tárolása, a csapadék nedvességtartalom növelő hatásának elkerülésére;
- komposztálás esetén az alapanyagok megfelelő keverésével az érlelési folyamat hatékony lefolyását elősegítő összetétel, struktúra kialakítása;
- az aerob technológiák esetén (komposztálás, mechanikai-biológiai hulladékkezelés) a szagkibocsátás csökkentésére és a megfelelő folyamatszabályozás biztosítására membrántakaró alkalmazása;

- az anaerob kezelés esetén a szilárd és folyékony alapanyagok zárt rendszerben történő beadagolása és keverése;
- az aerob kezelés esetén a levegőztető rendszer megfelelő kialakításával és szabályozásával az anaerob zónák kialakulásának elkerülése;
- az anaerob technológiák esetén a fermentum zárt térben történő kigázosítása, a fázisszétválasztás zárt térben történő megvalósítása;
- az erjesztési maradékok zárt térben ill. lefedéssel történő tárolása;
- az alapanyagokkal szennyezett felületek (pl. keverőtér, közlekedő utak, kiürített tárolótérek) megfelelő tisztántartása;
- az egyes jelentős szaghatással járó technológiai lépések (bekeverés, forgatás, rostálás) megvalósítási időpontjának kijelölésekor – amennyiben ez lehetséges – a szaganyagok terjedését befolyásoló meteorológiai tényezők figyelembe vétele (pl. szélirány, inverziós állapotok).

## 7.2. Passzív szagcsökkentési eljárások

Az egyes passzív szagcsökkentési eljárásoknak a kezelendő gáz szennyezettségétől és mennyiségétől függő alkalmazhatóságát mutatja be a 8. ábra



8. ábra

A szagcsökkentési eljárásoknak a kezelendő gáz szennyezettségétől és térfogatáramától függő alkalmazhatósága (TOC – a kezelt levegő összes szerves szén tartalma) [1]

A 5. táblázatban a szagkibocsátás csökkentésére alkalmas egyes passzív eljárások legfontosabb jellemzőit, az alkalmazhatóságukat befolyásoló tényezőket foglaltuk össze értékelő módon [21].

**5. táblázat**  
*Egyes szagcsökkentési eljárások összefoglaló értékelése*

<b>Tulajdonság</b>	<b>NYB</b>	<b>KB</b>	<b>BM</b>	<b>T</b>	<b>K</b>	<b>ADS</b>	<b>ABS</b>	<b>O</b>
<b>1. alkalmazási terület</b>								
kis térfogatáram	0	++	++	+	++	+	+	+
nagy térfogatáram	++	0	++	++	+	+	++	++
többféle szennyezőanyag együttes jelenléte	0 (-)	0	0	++	0	+	-	0
magas szennyezőanyag koncentráció	-	-	0 (+)	++	+	0	+	+
alacsony szennyezőanyag koncentráció	+	+	0	--	++	+	0	0
ingadozó szennyezőanyag koncentráció	0 (-)	0 (-)	0	+	0	+	++	++
változó légállapot	0	0	0	+	-	0	++	++
<b>2. elvárások</b>								
ne okozzon növekedést az energiafelhasználásban és a felhasznált vegyszerek mennyiségében	++	++	0	--	-	+	0	--
problémamentes beindítás és leállítás	0	0	0	++	++	+	-	++
érzéketlenség a zavaró tényezőkkel szemben (pl. kezelt levegő portartalma, magas nedvességtartalma, egyéb szennyezőanyag tartalma)	-	-	0	+	-	-	0	0
egyszerű karbantartás	0	0	0	+	+	+	++	+
csekély másodlagos szennyezés (pl. gázkibocsátás, szilárd hulladék, szennyvíz)	+	+	0	0	-	-	0	-
üzembiztonság	++	++	++	0	0	+	+	-
tapasztalat az oldószerekkel szennyezett levegő kezelésének területén	+	+	+	++	++	+	0	+
egyszerű ellenőrizhetőség	--	+	++	++	++	++	++	++
a kezelendő levegő kondicionálása szükséges?	igen	igen	igen	általában nem	igen	igen	nem	nem

**Jelmagyarázat:**

NYB – Nyitott biofilter

KB – Konténer biofilter

BM – Biomosó

T – Termikus utóégetés

K – Katalitikus utóégetés

ADS – Adsorpció

ABS – Abszorpció

O – Oxidatív eljárás oxidálószerekkel (oxidatív mosó)

++ nagyon megfelelő  
 + megfelelő  
 0 közepesen megfelelő  
 - alig megfelelő  
 -- nem megfelelő

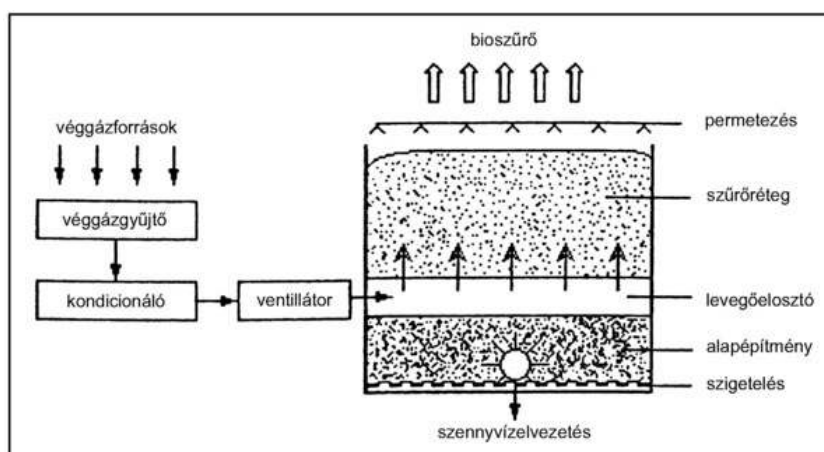
A következőkben részletesebben a szagkibocsátás csökkentésére leggyakrabban alkalmazott eljárásokat ismertetjük [1].

### *Biomosó, bioszűrő alkalmazása*

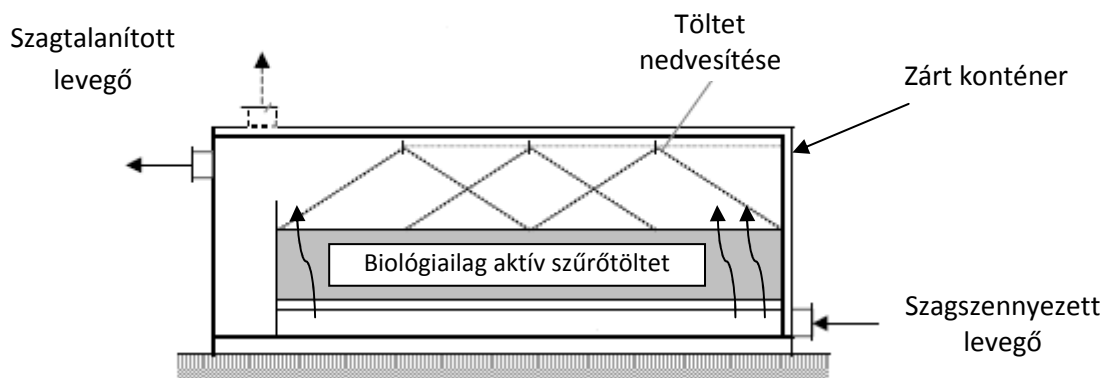
A biológiai gáztisztításban a gázszennyezések lebontására mikroorganizmusokat alkalmaznak. Mivel a mikroorganizmusok élettevékenységéhez a víz nélkülözhetetlen, azok a biológiailag lebontható szennyezések eliminálhatók ezen a módon, amelyek vízben oldódnak. A módszer előnye, hogy a lebontás kis hőmérsékleten játszódik le. A lebontást végző mikroorganizmusok csak szűk pH-tartományban életképesek, ezért a megfelelő pH-tartásáról gondoskodni kell. Bizonyos szennyezésekre (pl. nehéz fémek) a baktériumok érzékenyek, ezek jelenlétében aktivitásuk csökkenhet vagy elpusztulhatnak. Fontos kérdés a kezelni kívánt szagszennyezett levegő hőmérséklete, portartalma is.

A biológiai tisztítás vizes szuszpenzióban lévő vagy szilárd anyagon rögzített mikroorganizmusokkal történik. Rögzített mikroorganizmusokat a bioszűrők vagy biofilterek, szuszpenzióban lévő mikroorganizmusokat pedig a biomasók alkalmaznak. A lebontásra használt mikroorganizmusok a kezelt levegőből, a töltet anyagából, ritkábban a talajból származnak. Gyakran használnak véggáztisztítási célokra specifikus baktériumtörzseket is. A baktériumtörzsek a tölteten felszaporodnak, az adaptációs idő általában 2–4 hét. A biológiai eljárások elsősorban nagy gázmennyiségek biológiailag lebontható, kis koncentrációban jelen lévő szennyezéseinek eltávolítására alkalmasak. Használatuk olcsó, üzembiztos, társadalmilag a legjobban elfogadott. Melléktermékeinek ártalmatlanítása viszonylag kis többletköltséget igényel. A természetben előforduló szerves anyagok többsége a mikroorganizmusok számára lebontható és felhasználható.

A bioszűrő lehet ún. nyitott kialakítású ill. ún. konténer bioszűrő. A nyitott bioszűrő vázlatos felépítését a 10. ábra, a konténerszűrő kialakítását a 11. ábra mutatja be. Szűrőanyagként komposztot, rőzsét, szénát, tőzeget, fakérget, fanyesedéket, gyökérnyesedéket, kukoricacsutkát, esetleg speciális töltetkeveréket alkalmazhatnak. Fontos megjegyezni, hogy biofilterek esetén kiemelten jelentős kérdés a megfelelő működés szempontjából a biofilterágy egyenletes terhelése, valamint a kezelt levegő megfelelő előkészítése (pl. portalánítása, nedvesítése), és ha szükséges, a töltet megfelelő nedvesítése.



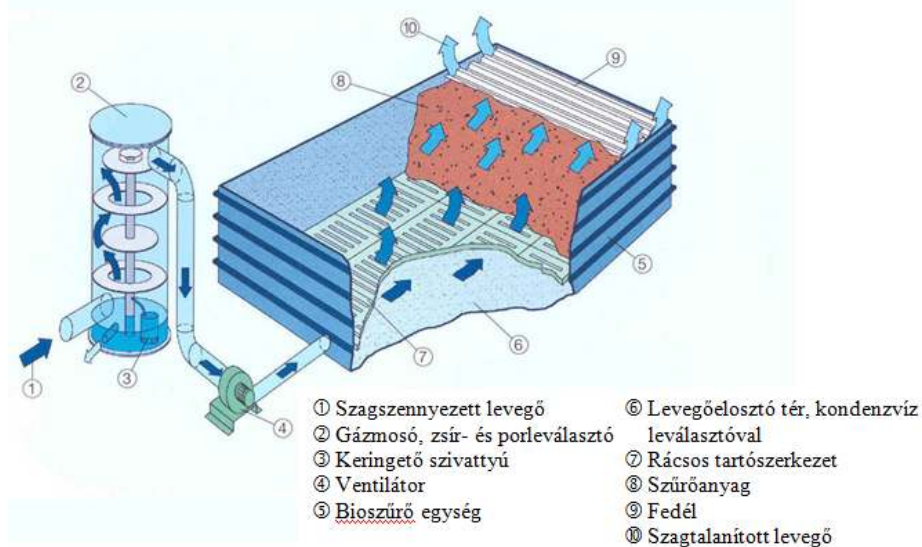
10. ábra  
A nyitott bioszűrő felépítése



11. ábra  
A konténer biofilter felépítése

A biomasók a hagyományos abszorpciós eljárások és a szennyvíztisztítás összekapcsolása révén fejlődtek ki. Két lényeges eleme az elnyelő (abszorber, gázmosó) és az eleveniszapos tartály (bioreaktor), ahol az egyikben a szennyező anyag abszorpciója, a másikban az abszorbeált komponensek biológiai lebontása történik meg. Az abszorpciós toronyban az érintkezési fázisfelület, ezen keresztül az anyagátadás javítására valamilyen laza töltetet helyeznek el. A mosófolyadékban 1–15 g/dm<sup>3</sup> koncentrációban mikroorganizmusok találhatók. A szennyezett gáz károsanyag-tartalma ebben a mosófolyadékban kerül elnyelésre, amelynek lebontása az eleveniszapos tartályban megy végbe. Az iszaptartályból a szennyezőt már nem tartalmazó oldatot visszavezetik az abszorberbe. A szennyező anyag tökéletes lebontásához szükséges oxigén jellemzően a tisztítandó, szagtalanítandó gázelegyből (technológiai levegőből) származik.

Gyakorta alkalmazott szagkibocsátás csökkentési eljárás a biofiltereknek a gázmosókkal történő együttes alkalmazása. A biofilter előtt gázmosóval elvégezhető a biofilterbe belépő kezelendő gáz megfelelő kondicionálása és a biofilterek üzembiztos működését zavaró porszennyezés és a zsírok leválasztása. Erre a megoldásra mutat be példát a 12. ábra [2].



12. ábra  
Gázmosóval kombinált biofilter

A biológiai véggáztisztítás, jellemzően a biofilterek jól alkalmazhatók kisebb szagkibocsátó források (pl. szennyvízátemelő aknák) szagkibocsátásának csökkentésére, de elterjedten alkalmazzák ezt a szagcsökkentési technológiát nagyobb, jelentős szagkibocsátó források szagcsökkentésére is (pl. biohulladékok kezelése, hasznosítása, ártalmatlanítása, állati takarmány előállító üzemek, állati hulladék feldolgozása, szennyvízkezelés, vegyipari technológiák stb.).

#### *Fedés, közömbösítés*

Az álcázó- vagy fedőanyagok olyan illatszerek, amelyek a kellemetlen szagot saját kellemes szagukkal elfedik. Alkalmazásukkal a szaganyag koncentráció általában tulajdonképpen nem csökken, hanem növekszik, az összhatás azonban az érzékelő számára elviselhetőbb: a zavaró bűz helyett kevésbé zavaró szag, az ellenanyag ill. a fedőanyag szaga érzékelhető. Némely fedőanyag pl. a felületaktív anyagok és a növényi olajok (pl. fenyőolaj, eukaliptuszolaj) a szaganyagot jellemzően szintén nem bontják el, de hozzájuk kapcsolódva tulajdonságaikat megváltoztatják, ilyen értelemben elmondható, hogy a szaganyag koncentrációt kisebb-nagyobb mértékben csökkentik. A módszer általában kis koncentrációban jelenlévő szaganyagok hatástalanítására alkalmas. Előnye lehet a kis beruházási és esetenként alacsony üzemeltetési költség. Az ellenanyagok és a fedőanyagok használata a szagcsökkentésre nem tekinthető klasszikus szagcsökkentési eljárásnak, jellemzően a más módon nem kezelhető, pl. diffúz szagkibocsátó források esetén célszerű az alkalmazása. Ezen szagcsökkentési módszerre mutat be példát a 13. ábra, amelyen a létesítmény határán kialakított, fedőanyag kipermetező rendszer látható. Ezen korszerű rendszerek működtetése természetesen a meteorológiai jellemzők (pl. szélirány) mérésével automatizálható, így költséghatékonyságuk jelentősen növelhető. Elterjedten alkalmaznak kisebb, mobilt kipermetező berendezéseket is, amelyek egy-egy jelentősebb szagkibocsátással járó, időszakosan sorra kerülő technológiai folyamat (pl. komposztforgatás) közvetlen környezetében telepíthetők.



13. ábra

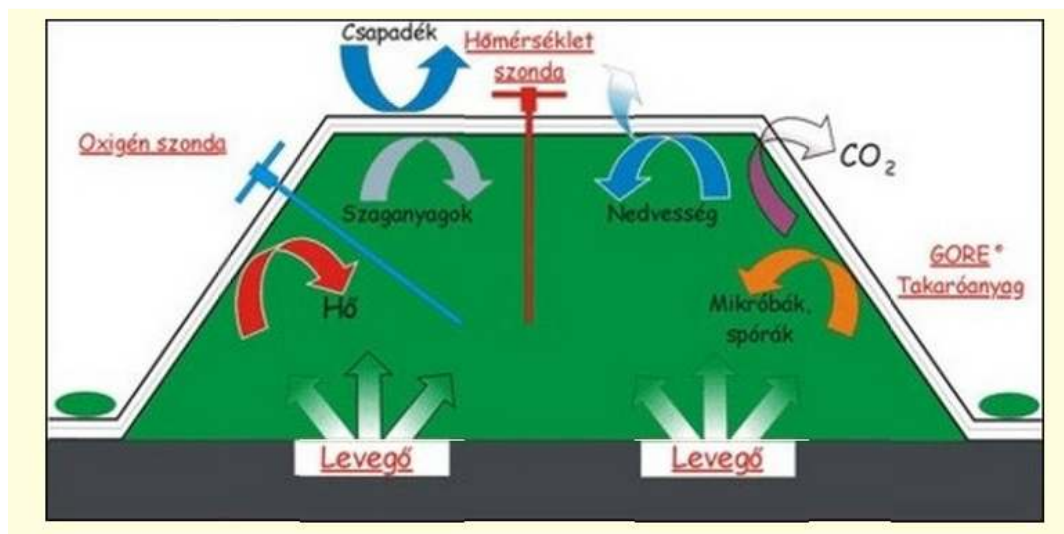
*A létesítmény határán kialakított, a szaghatás csökkentésére fedőanyagot kipermetező rendszer*

#### *Felületi források szagtalanítása takarással*

Ezen szagcsökkentési technológiai lényege, hogy a felületi szagforrást (pl. komposzthalmot, stabilizálni kívánt kommunális hulladékot) speciális membrántakaróval fedik. Ez a speciális membrán a vizet nem engedi át, a levegőt és a vízgőzt viszont igen, megakadályozva így a kedvezőtlen anaerob körülmények kialakulását. Ezzel egyidejűleg a membrántakaró belső



felületén egy kondenzvíz-film réteg képződik, amely gátolja a szaganyagok távozását, ugyanis a szagmissziót okozó gázok egy része ebben a vízfilmben abszorbeálódik (14. ábra).



14. ábra

*Komposzthalom szagcsökkentése speciális takaróanyaggal*

### 7.3. Passzív szagcsökkentési módszer, berendezés kiválasztásának szempontjai

Amikor egy új létesítmény megvalósításának tervezési fázisában, vagy egy már működő üzem esetén a szagkibocsátás csökkentésére alkalmas berendezés megválasztására kerül sor, fokozott elővigyázatossággal kell eljárunk. Soha ne felejtjük el ugyanis, hogy a választott és üzembe helyezett berendezés hatásosságát nem csak a működése során időszakosan elvégzett szagmérések alapján lehet majd megítélni. Némiképp túlzással azt lehet ugyanis mondani, hogy a hatásosság vizsgálata folyamatos lesz. Hiszen ha valamilyen okból a leválasztó, szagcsökkentő berendezés nem megfelelően működik, arról mindenféle mérőszervezettől függetlenül a legtöbb esetben sajnos az okozott zavaró környezeti szaghatás miatt kialakuló lakossági panaszok formájában „értesülünk”. És ezen szagcsökkentő berendezések alkalmazásának célja éppen ezen panaszok kialakulásának megakadályozása, a zavarás elkerülése.

A szagcsökkentő berendezés kiválasztásakor – ahogy természetesen más légszennyező anyag leválasztó berendezés esetén is –, meg kell határozni a kezelni kívánt szagszennyezett levegőnek a leválasztást alapvetően befolyásoló jellemzőit: a levegő térfogatárama, szagszennyezettsége (szag és nem egyes komponensek, ne feledjük, alapvetően a szagkibocsátást kívánjuk csökkenteni, nem az esetleg egyes komponensekre vonatkozó kibocsátási határértékeket betartani!). Ezen túlmenően természetesen lényeges jellemző a kezelni kívánt levegő hőmérséklete, nedvességtartalma, a szaganyagok leválasztását, a berendezés megbízható üzemelését befolyásoló egyéb szennyezőanyag tartalma (pl. a porszennyezettsége). Természetesen a technológia és így a kibocsátott szagszennyezett levegő jellemzőinek ismeretében fontos kérdés lehet néhány egyedi, kifejezetten a vizsgált technológia esetén jellemző olyan tulajdonság vizsgálata, amely néhány szagcsökkentési módszert kizár az alkalmazhatók köréből. Példaként említhető szennyvízkezelés, szennyvíziszap kezelése esetén a távozó levegő magas ammónia ill. kén-hidrogén koncentrációja. Ezen egyedi jellemzők alapvetően befolyásolhatják a kiválasztható módszerek körét és azt, hogy szükséges-e a kezelni kívánt levegő speciális előkezelése-előkészítése (a fenti példánál maradva, a biofiltrert kedvezőtlen módon terhelő ammónia leválasztására

alkalmas, gázmosóval kombinált biofilter alkalmazása). Nagyon fontos további szempont lehet az alkalmazni kívánt berendezés kiválasztásakor, hogy a szagcsökkentőt érő szagterhelés milyen ingadozást mutat, kialakulhatnak-e lökésszerű szagkibocsátási állapotok. A szagcsökkentőnek ugyanis az ilyen jellegű hatásokat is el kell viselnie, a hirtelen kialakuló szagkibocsátási csúcsok esetén is megfelelő szagtalanítást kell biztosítania.

A fenti alapjellemzők ismeretében lehet meghatározni az alkalmazható szagcsökkentő rendszerek, berendezések körét. Mindenkép javasolható, hogy ha a tématerületen nem rendelkezünk kellő ismeretekkel és gyakorlattal, célszerű a témában jártas szakembert is bevonni a kiválasztás folyamatába. A szagcsökkentő berendezések forgalmazói, tervezői, gyártói számára már kellő kiindulási adatokat szolgáltatnak a saját rendszereik alkalmazhatóságáról a kezelni kívánt levegő fent felsorolt jellemzőiről szóló információink. Természetesen a megfelelő berendezés kiválasztásához már a tervező, gyártó, szállító által kért további adatok is szükségesek lehetnek. Sokszor előfordul, hogy egyedi esetekben az alkalmazhatóság jól vizsgálható kiskapacitású pilotberendezésekkel, sok forgalmazó él ezzel a lehetőséggel, amely növelheti az általa kínált megoldással szembeni bizalmat a kiválasztás folyamatában. Fontos szempont legyen a választásunk során, hogy a telepíteni tervezett szagcsökkentőre vonatkozóan rendelkezésre álljanak az adott technológiára vonatkozó megalapozott, a szagcsökkentési hatások megfelelőségét bizonyító szagmérési eredmények.

Fontos eleme a szagcsökkentő berendezések kiválasztási folyamatában a már adaptált, beépített berendezés szagcsökkentési hatásfokának szagmérések alapján történő vizsgálata, amelyet célszerű a berendezés műszaki átadásához kapcsolni, garanciális mérésnek. Ekkor a mérési eredmények alapján rögzíthető, hogy a megvalósított, beépített szagcsökkentő berendezés az elvárható módon működik-e. Gyakori probléma ugyanis, hogy ezen mérések elmaradásával a későbbiekben nehezen tisztázható, hogy a berendezés nem megfelelő működése (és az esetleg ez miatt kialakuló zavaró lakossági szaghatás) a megrendelő adatszolgáltatási hibájára, a tervezés-kivitelezés hiányosságaira, vagy az alkalmazott berendezés helytelen üzemeltetésére vezethető vissza. És amíg ennek a problémának az oka tisztázásra és maga a probléma elhárításra kerül, addig esetleg a helytelenül működő szagcsökkentő éppen a legfontosabb, a korábban leírtak alapján „folyamatosan ellenőrzött” funkcióját képtelen ellátni, a szagkibocsátás csökkentésével a zavaró környezeti szaghatás kialakulásának megakadályozást.

## 8. Szagmanagement, szagaudit

A szagkibocsátó források üzemeltetésével, engedélyeztetésével, az elérhető legjobb technika szempontjainak való megfelelés kérdésével kapcsolatban egyre gyakrabban hangzik el a „szag management” kifejezés [14]. Ez a tevékenység egy üzemelő szagforrás esetén röviden összefoglalva a következő legfontosabb elemeket foglalja szabályozott rendszerbe:

- a szagkibocsátó források, a szagkibocsátás mértékének meghatározása;
- tisztázni kell a szagkibocsátás mértékét befolyásoló fő tényezőket;
- el kell végezni a szagkibocsátás csökkentésére alkalmazott módszer minőségi értékelését;
- meg kell határozni a szagkibocsátás ellenőrzésének módszerét;
- eljárási szabályokat kell kidolgozni a havária esetén esetlegesen kialakuló túlzott mértékű szagkibocsátás hatásainak csökkentésére;
- meg kell határozni az esetlegesen felmerülő lakossági panaszokkal kapcsolatos információk gyűjtésének módját, a beavatkozás-elhárítás módszereit;
- megfelelő dokumentációs módszer kidolgozása és alkalmazása.

A szag management fontos eleme természetesen az időszakosan, évente elvégzendő „szag audit”. Ennek során egyrészt a vizsgált forrás szagkibocsátásával kapcsolatos ismételt szagmérések (szagkibocsátás mérése, alkalmazott szagcsökkentő rendszer leválasztási hatásfokának meghatározása) történnek. Másrészt a szagkibocsátással (pl. haváriával, lakossági panaszokkal) kapcsolatos dokumentumok kiértékelése, javaslatok kidolgozása történik meg. Az elvégzett szag audit eredményei képezik az alkalmazott szag management rendszer esetén a „visszacsatolást”, ezek alapján jelölhetők ki és végezhetők el a zavaró környezeti szaghatás (esetlegesen ismételt) kialakulásának elkerüléséhez szükséges feladatok.

## Irodalomjegyzék

- [1] Géczi G. – Béres A.: Levegőtisztaság-védelem. Egyetemi jegyzet, SZIE MKK, Gödöllő, 2011. 138 p.
- [2] Béres A.: Összefüggések a szagkibocsátás és a baromfitartási technológiák között. Doktori értekezés, Gödöllő, 1997., 127 p.
- [3] Oldenburg J.: Geruchs- und Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung. In: *Staub-Reinhaltung der Luft*, 50. sz., 1990, p. 189-194.
- [4] Hangartner M.: Bewertung von Geruchsemissionen. In: *Forum Städte-Hygiene*, 34. sz., 1983, p. 106.
- [5] Kastka J.: Psychologie und soziologische Aspekte der Geruchswahrnehmung. In: *Vortrag LIS-Lehrgang 614*, 1986, Essen: I.k
- [6] Béres A.: A szaghatás csökkentési lehetőségei. In: *Környezettechnika*. Szerk.: Barótfi I., Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 2000.
- [7] Matzke, U.: Geruchsbelästigung und ihre immissionschutz-rechtliche Beurteilung in Nordrhein-Westfalen. In: *VDI-Berichte*, 561. sz., 1986, Düsseldorf: VDI-Verlag
- [8] Hörtnagl J. – Brauchle G: Untersuchung über Wahrnehmung, Bewertung und Auswirkungen von Geruchsimmissionen in der Bevölkerung im Einflussgebiet einer Mülldeponie. In: *Forum Städte-Hygiene*, 1996, 47. k., 4. sz., p. 263-273.
- [9] Lith C.: Odour control through microbial oxidation. In: *Waste Management and Recycling International*, 1994, p. 99-101.
- [10] Ruf J.: Geruchsemissionen aus Kompostier- und Vergarungsanlagen. In: *Form Städte-Hygiene*, 1994, 45. k., 6. sz., p. 364-374.
- [11] Martin G. et al.: The control of gaseous nitrogen pollutant removal in a fixed peat bed reactor. In: *Journal of Biotechnology*, 1996, 46. k., 1. sz., p. 15-21.
- [12] MI 13–27–85: Kellemetlen szaganyagok emissziójának korlátozása
- [13] TÁMOP-4.1.1.C-12/1/KONV-2012-0018 pályázat keretében készülő oktatási segédanyag, kiadás alatt
- [14] Béres A.: Iszapkezelési és iszaphasznosítási módszerek szagvédelmi kérdései. In: SZENNYVÍZISZAP 2013 HALADUNK, DE MERRE? Konferencia, Budapest, 2013. május 30.  
[http://www.kszgysz.hu/files/8513/7344/6205/dr\\_beres\\_Sziszap\\_konferencia\\_Bp\\_2013\\_KVI\\_Beres.pdf](http://www.kszgysz.hu/files/8513/7344/6205/dr_beres_Sziszap_konferencia_Bp_2013_KVI_Beres.pdf)
- [15] TA Luft 2002, Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft.  
<http://www.taluft.com/>
- [16] VDI-Richtlinie: VDI 3894 Blatt 2 Emissionen und Immissionen aus Tierhaltungsanlagen - Methode zur Abstandsbestimmung – Geruch
- [17] Ritvay D. – Kovács D.: A bűzkibocsátás szabályozásának nemzetközi és hazai gyakorlata. Országos Környezetvédelmi Konferencia, Siófok 2006.09.19-21. p. 69., 2006.

- [18] Mahin, T.D., "Comparison of Different Approaches Used to Regulate Odors Around the World", *Water Science and Technology*, Vol 44 No 9 pp 87-102
- [19] Feststellung und Beurteilung von Geruchsimmissionen (Geruchsimmissions-Richtlinie - GIRL - ) RdErl. d. Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz - V-3-8851.4.4 – v. 5.11.2009. Nordrhein-Westfalen
- [20] „Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). DRAFT , Horizontal Guidance for Odour. Part 1 – Regulation and Permitting” Commissioning Organisation Environment Agency, Rio House Waterside Drive, Aztec West Almondsbury, Bristol BS32 4UD, First published 2002
- [21] KTBL-Schrift 451 (2006): Abluftreinigung für Tierhaltungsanlagen – Verfahren – Leistungen – Kosten. Darmstadt, KTBL, 2006., 86. p., ISBN 3-939371-15-7
- [22] <http://www.fuchs-germany.com/en/off-gas/loesungen/fuchs-biofilter/>
- [23] <http://www.profikomp.hu/index2.php?tid=2>