

### 4.3. Szennyezett talajvíz, mosófolyadékok és csurgalékvizek valamint talajgázok kezelése

Gruiz Katalin

A talajremediálással kapcsolatban keletkező és kezelendő vizek esetében gyakorlatilag ugyanazokat az eljárásokat alkalmazzuk, mint a víz- illetve szennyvíztisztításnál.

Ezek az eljárások lehetnek fizikai-kémiai, termikus vagy biológiai eljárások vagy ezek megfelelő kombinációi. A talajvíz kezelése történhet *in situ* vagy *ex situ* módon, az összegyűjtött csurgalékvizeket és mosóvizeket általában *ex situ* kezelik, de nem lehetetlen a talajba visszajuttatásuk és *in situ* kezelésük sem.

#### Fizikai-kémiai vízkezelési eljárások

A fizikai-kémiai víz- és szennyvízkezelési technológiák a talajvizek, mosóvizek vagy csurgalékvizek kezelésére is alkalmasak. A szennyezőanyag halmazállapotától és attól függően, hogy a szennyezőanyag illékony, vízoldható, biodegradálható vagy egyik sem, kell megválasztanunk a megfelelő eljárást vagy több eljárás kombinációját.

Illékony szennyezőanyagok esetében a sztrippelés a legelterjedtebb vízkezelési módszer, oldott anyagok esetén a kicsapás vagy az adszorpció a leggyakoribb, de a kémiai átalakítás is járható út: a szennyezőanyag kémiai mobilizálására (bontás, oxidáció, redukció, hidrolízis, fotodegradáció, stb.) vagy immobilizálására (kicsapás, oxidáció, redukció, polimerizáció, stb.) ismert eljárások léteznek. Ezek nagy része *ex situ*, a kiszivattyúzott vízzel történik, de egyik-másik módszer *in situ* is alkalmazható, például a sztrippelésnek van *in situ* megoldása is, a kémiai reakciók a talajvízbe adagolt reagenssel is lejátszódnak a felszín alatt. Újabban terjednek a talaj felszíne alatt kiépített aktív résfalak. Ez a technológia a talajvíz áramlási irányába épített kezelő berendezés, tulajdonképpen egy átfolyósos reaktor, amelybe beleépített reagenssel reagálva ártalmatlanodik az oldott szennyezőanyag. Az aktív résfalakban leggyakrabban oxidáció vagy redukció történik, a reagens mellé katalizátor is tehető és léteznek biodegradáción alapuló aktív résfalak is.

Szilárd szennyezőanyag részecskéket tartalmazó vizek ülepitéssel vagy szűréssel tisztíthatóak, felúszó vagy ülepedő (víznél nehezebb) folyadékfázist tartalmazó vizeket pedig fázisváltással lehet tisztítani.

A talaj- és üledékremediációban leggyakrabban alkalmazott vízkezelési technológiákat a következőkben ismertetjük.

#### Sztrippelés: gáz/gőzhalmazállapotú szennyezőanyag eltávolítására

Illékony szerves szennyezőanyagok folyadékból történő eltávolítására szolgál. A szennyezett talajvíz, vagy mosófolyadék és az illékony anyagokat tartalmazó gázfázis anyagátadó felületét intenzív levegőztetéssel növeljük meg. Az *ex situ* eljárás eszközei: töltött tornyok, diffúz levegőztetést biztosító tálcás levegőztetők, porlasztásos levegőztető berendezések.

Ez a módszer talajvíz esetében *in situ*, tehát a talaj mélyebb rétegeiben lévő talajvízre is alkalmazható.

Fizikai-kémiai kezelési módszerek folyékony vagy oldott állapotú szennyező anyagokra

A vízben felúszó szennyezőanyag eltávolítása lefölezéssel történik. Ez mind *in situ*, mind *ex situ* megoldható. *Ex situ* esetben egyszerű gravitációs fázisszétválasztást alkalmazhatunk, szintenkénti elvezetéssel, *in situ* a víznyerő kútban kell megoldani a fázishatárt érzékelő berendezéssel és megfelelő mélységben elhelyezett búvárszivattyúval, vagy a határfelületen úszó speciális ún. lefölező szivattyúval, amely belső, hidrofób membránja segítségével érzékeli és különíti el a szervesanyag fázisát a víztől.

Kicsapással az oldott anyagot a víztől elválasztható csapadék formájává alakítjuk kémiai reagenssel, kicsapószerrel vagy a pH illetve a redoxpotenciál megfelelő beállításával.

A fizikai-kémiai (és hasonlóképpen a biológiai) adszorpció lényege az oldott szennyezőanyag szilárd fázisba átkerülése, acébből, hogy a víztől elkülöníthető legyen. Az adszorbenst a rajta kötött szennyezőanyaggal tovább kezelni (ártalmatlanítani) és/vagy regenerálni kell. Szennyezett vizek kezelésére gyakori megoldás az adszorpció aktív szénen. A szennyezett talajvizet, vagy mosófolyadékot aktív szénen tartalmazó szűrőbetéteken áramoltatják át. A szerves szennyezőanyagok ilyenkor adszorbeálódnak az aktív szénen. A telítődött aktív szén szűrőbetétet cserélik, majd regenerálják deszorpcióval, vagy extrakcióval. Ha a szennyezőanyag engedi a szűrésre használt aktív szén el is égethető.

Kémiai reakciók mind a bontást, mind a fázisváltást szolgálhatják, a szennyezőanyagtól függően választhatjuk meg a megfelelő kémiai reakciót és az ahhoz szükséges reagenst. A reagens hozzáadásának célszerű módját, a reakció lejátszódásához szükséges időt, az esetleges reakciót követő elválasztást a reaktor és a technológiai paraméterek biztosítják.

A szennyezett talajvízben és a mosófolyadékban található szerves szennyezőanyagokat ultrahang sugárzással, ózonnal, és/vagy hidrogén-peroxid alkalmazásával bonthatjuk vékony rétegben szétterítve tartályban, vagy áramoltatva. A reakciótartályból esetleg kilépő gázokat is kezelhetjük ózonnal.

#### Biodegradáción alapuló vízkezelési technológiák

A csepegtetőtestes, illetve eleveniszapos szennyvíztisztításhoz hasonlóan rögzített vagy szuszpendált formában jelenlévő mikroorganizmus közösségeket használó technológiákkal kezelhetjük a szennyezett talajvizet, csurgalékot vagy mosófolyadékot.

A szuszpendált rendszerekben a szennyezett folyadékot levegőztetett tartályban (reaktorban) cirkuláltatják, ahol a mikroorganizmusok aerob úton bontják a szerves szennyezőanyagokat.

Egyes vízben oldott szennyezőanyagok esetében anaerob biodegradáció jelentheti a megoldást. Ilyenkor a reaktor az O<sub>2</sub> kizárását biztosítja.

A rögzített rendszerekben, mint amilyen a rotációs biológiai kontaktor vagy a csepegtető szűrők, a mikroorganizmusok egy inert rögzített mátrixhoz kötötten, aerob úton bontják a mosófolyadék szerves szennyezőanyagait. A csepegtetőtesten kívül bármilyen töltettel rendelkező biológiai szűrő is alkalmazható a szennyezett víz kezelésére.

#### 4.4. Talajgázok kezelése

Az elszívott talajgázok kezelésére a jól bevált adszorpció, elnyelés, katalitikus égetés a leggyakoribb megoldások, melyeket általában a gázelszívással kezelt talaj közelébe telepítenek. Biológiai eljárások is alkalmasak folyadékfilmbe vagy szilárd felületre szorpcióval kötött gázok és gőzök kezelésére.

## Fizikai-kémiai talajgáz-kezelési módszerek

Adszorpció aktív szénen mind gázok, mind gőzfázisú szennyezőanyagok esetében alkalmazható. Az aktív szén (granulált vagy pellet formában) nagy fajlagos felületén megkötí a gáz és gőzfázisú szennyezőanyagok molekuláit. A granulált aktív szenet oszlopokba töltjük, majd azon átáramoltatjuk az elszívott gázokat. A szennyezőanyaggal telítődött aktív szén töltetet regeneráljuk, és újra felhasználhatjuk, vagy ha a szennyezőanyag engedi, elégethetjük.

A katalitikus oxidációt nem halogénezett vegyületek, vagyis az illékony szerves vegyületek (angol rövidítése VOC = Volatile Organic Carbon) kezelése alkalmazhatjuk. Az égetés a szennyezett levegőáramban, alacsony hőmérsékleten (450 °C) történik, nem halogénezett vegyületekre tervezett katalizátoron.

Katalitikus oxidációt halogénezett vegyületek esetén is alkalmazhatunk, ilyenkor az illékony klórozott vegyületek lebontása a szennyezett levegőáramban alacsony hőfokon (450 °C) történik, halogénezett vegyületekre tervezett katalizátoron.

Termikus oxidációval gáz vagy gőzfázisban lévő szennyezőanyagokat is lebonthatunk, magas hőmérsékleten (1000 °C), égetőkamrában, ártalmatlan végtermékek keletkezése közben. Amennyiben a füstgáz ártalmas vegyületeket tartalmaz, azt tisztítani kell (szűrő).

## Bioszűrők alkalmazása talajgáz-kezelésre

Gőz (gáz) fázisú szerves szennyezőanyagokat olyan tölteten vagy ágyazaton szivattyúzzák át, melyen a szennyezőanyag bontására képes mikroflóra megtelepedését biztosítják (talajágy, csepegőtest, filccel, gyapjúval, fahánccsal, stb. töltött oszlopok). A nagyfelületű adszorbens felületén adszorbeálódnak a szennyezőanyagok ahol a kialakult biofilmben élő mikroorganizmusok lebontják őket. Specifikus baktériumtörzseket is juttathatunk a szűrőre optimális körülmények mellett biztosítva a specifikus vegyületek lebontását. Adalékok alkalmazása és a levegőztetés meggyorsíthatja a műveletet.