7.6 Kotrott anyag visszanyerése hasznosításra: a fizikai osztályozási folyamatok szerepe a jövőben

Tárgyszavak: kotrott anyag osztályozása;
a felhasználhatóság kritériumai;
telepjellemzés; anyagtulajdonságok;
osztályozási technológia; költség/haszon elemzés.

A fizikai osztályozás általában egyszerű módszer, amellyel az anyagrészeket méretük, sűrűségük vagy felületi kémiai tulajdonságaik alapján osztályozzák. A bányászatban ásványosztályozásra régóta léteznek technológiák, de egyre gyakoribb a szennyezett talajok osztályozása is, szennyezett, kevésbé szennyezett és nem szennyezett, további kezelés nélkül esetleg hasznosítható részre. A szennyezett részeket tovább kell kezelni vagy zárt lerakóba helyezni. A finomüledéket a fizikai osztályozó gépsorba tartozó géppel víztelenítik, hogy kisebb helyet foglaljon el.

A kiegészítő kezelést nem vagy alig igénylő nagyobb szemcséjű anyagot jelenleg főként vízpart-helyreállításhoz használják szerkezeti feltöltő anyagként. Sokkal több anyag nyerhető ki és hasznosítható a jövőben, ha az osztályozási technika fejlesztése révén a finomabb szemcséjű anyagokból is több lesz, s felhasználásukra hajlamos lesz a lakosság, azt engedélyezi a hatóság, mert bizonyítható gazdasági hasznot is hoz.

A felhasználhatóság meghatározása

Míg a kotrott anyag lerakásának vizsgálati feltételeit viszonylag jól meghatározza a Víztisztasági Törvény és a Tengervízvédelmi, -Kutatási és Védett Területek Törvény, a felhasználhatóság általános érvényű feltételeit nem dolgozták ki. A felhasználhatóságot jelenleg esetenként vizsgálják, de már két állam kezdeményezte feltételeinek megállapítását, s ezek majd modellként szolgálhatnak a többi államban is.

Ha nyersanyagként kívánják hasznosítani, akkor a kotrott anyag hasznosítható részeire, például a beton- és az aszfaltútadalékokra érvényes szabványokat is lehet alkalmazni. A visszamaradó, fel nem használható anyagok lerakásának hatását a környezetre a vonatkozó előírások szerint vizsgálják.

Az anyagvizsgálatra példa az Eire Pier zárt lerakójában elhelyezett kotrott üledék és mosott anyag vizsgálata *(1. táblázat)*.

1. táblázat

Az Eire Pier zárt lerakójában lévő kotrott üledék jellemzői

Jellemző	**Kotrott anyag, átlag**	**Mosott anyag, átlag**	**Csökkenés, %**
Összes szilárd anyag, %	55,0	86,0	–
Iszap/agyag (200-as szitán átment anyag), %	69,0	14,0	80
Összes illékony szilárd anyag, %	2,81	0,58	79
PCB, mg/kg	0,10	< 0,02	>80
Olaj és zsír, mg/kg	762	263	65
Összes szerves szén, mg/kg	19 300	2206	89
Arzén, mg/kg	1,64	0,866	47
Kadmium, mg/kg	2,98	1,10	63
Króm, mg/kg	31,7	10,3	68
Réz, mg/kg	32,6	22,0	33
Vas, mg/kg	22 200	7220	68
Ólom, mg/kg	65,2	17,4	73
Higany, mg/kg	0,108	0,0136	87
Nikkel, mg/kg	20,4	7,62	63
Cink, mg/kg	84,8	20,8	76
Cianid, mg/kg	0,098	0,06	39
Ammónia nitrogén, mg/kg	278	164	41

Az Eire Pier zárt lerakójából a nagyszemcsés anyagot egyszerű átmosási eljárással kiválasztották és szerkezeti töltőanyagként hasznosították, miután a vizsgálat (1. táblázat) tanúsította, hogy az anyag nem nagyon szennyezett, és szemcsemegoszlása megfelelő.

Legutóbb a bayporti zárt lerakóban a 30 térfogatszázaléknyi homokot tartalmazó üledéket hidraulikus kitermelés után 24”-es majd 6”-es maximális sűrűség szerinti osztályozón (MSO) osztályozták. A vizsgálat kimutatta, hogy a viszonylag szennyezetlen anyag fizikai osztályozása hatékony *(2. táblázat).*

2. táblázat

A bayporti zárt lerakóban lévő anyag osztályozása[a]

Összetevő	Betáp	Túlfolyás	Alsófolyás
Eredmény 24”-es MSO esetén			
Homok, %(V/V)[c]	29,5	18,4	92,1
Iszap, %(V/V)[c]	53,4	61,4	6,4
Agyag, %(V/V)[c]	17,2	20,2	1,5
PCB 1242, ppb	2 714	4 038	144
PCB 1260, ppb	145	110	12
TOC, mg/kg	26 500	46 480	1 019
As, mg/kg	2,8	3,4	0,49
Cr, mg/kg	38	49	2,9
Pb, mg/kg	42	60	2,9
Hg, mg/kg	0,88	1,3	< 0,04
Ni, mg/kg	16	19	2,6
Zn, mg/kg	88	117	5,4
Eredmény 6”-es MSO esetén			
Homok, %(V/V)[c]	nincs adat[b]	0,3	73
Iszap, %(V/V)[c]	nincs adat	73	20,5
Agyag, %(V/V)[c]	nincs adat	26,7	6,5
PCB 1242, ppb	nincs adat	8 456,5	1 645,5
PCB 1260, ppb	nincs adat	508	91,1
TOC, mg/kg	nincs adat	55 650	11 650
As, mg/kg	nincs adat	7,0	1,5
Cr, mg/kg	nincs adat	109	12,8
Pb, mg/kg	nincs adat	144,5	18,5
Hg, mg/kg	nincs adat	4,6	0,4
Ni, mg/kg	nincs adat	30,9	5
Zn, mg/kg	nincs adat	263,5	32,1

[a] átlageredmények (öt a 24”-os MSO, kettő a 6”-es MSO esetén).
[b] a betáplált anyagot a 6 és a 24”-os vizsgálatra ugyanarról a helyről vették, de a fizikai és kémiai jellemzőket az előbbire külön nem elemezték.
[c] a szilárd részek szemcsék közötti tér nélküli, relatív térfogata

Telep- és anyagjellemzés

A telepjellemzés célja, hogy meghatározza a zárt lerakóban lévő anyagok részarányát, fajtáit és megoszlását, a szennyezőket, és hogy kell-e osztályozási és frakcionálási tanulmány az anyagvisszanyerési lehetőség (AVL) becsléséhez. A telepjellemzést részletes anyagjellemzés előzi meg. A munkára ké

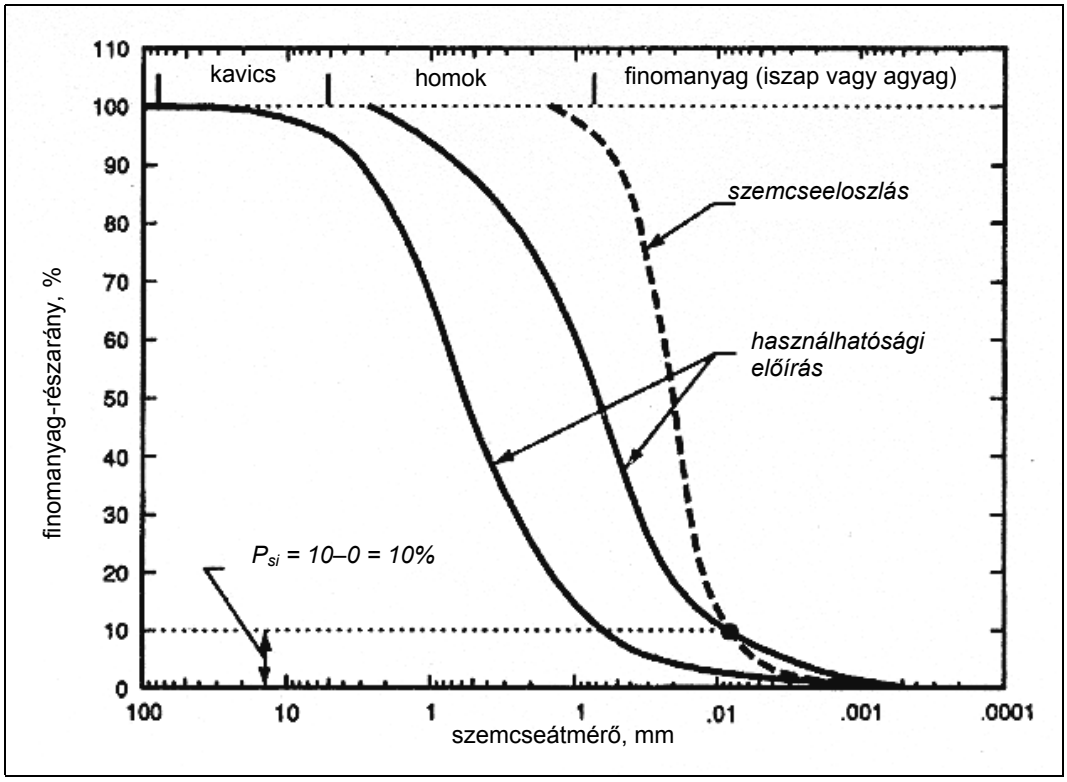
szült segédlet előírja az anyagvisszanyerési lehetőség becslésének módját. Ha a becslés ígéretes, akkor extrapolálás, részletesebb mintavétel és vizsgálat következik.

A stratégia az anyag gyors és olcsó osztályozása fizikai jellemzői alapján, használhatóságának megállapítására. Ha az anyag használható, akkor jön halmazának kémiai elemzése.

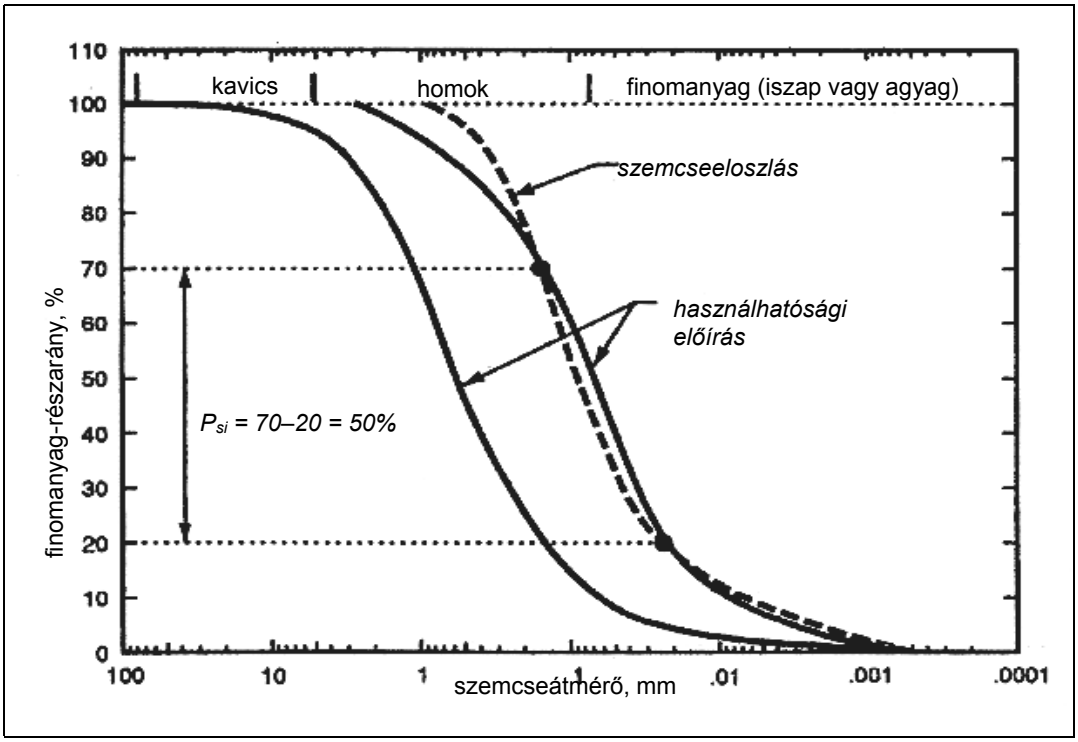
Az anyagvisszanyerési lehetőség előzetes becslése alapulhat az előírásnak megfelelő, használható szemcseméretű anyaghányadon. Az *1. és 2. ábrán* bemutatott anyagok szemcseeloszlása (SZE) például apróbb a használható szemcseméretnél. Az AVL a SZE görbe és a használhatóságra előírt tartomány fedéséből a következőképpen határozható meg:

$$AVL = \sum_{i=0}^{i=n} P_{si}\, W_{si} \qquad (1)$$

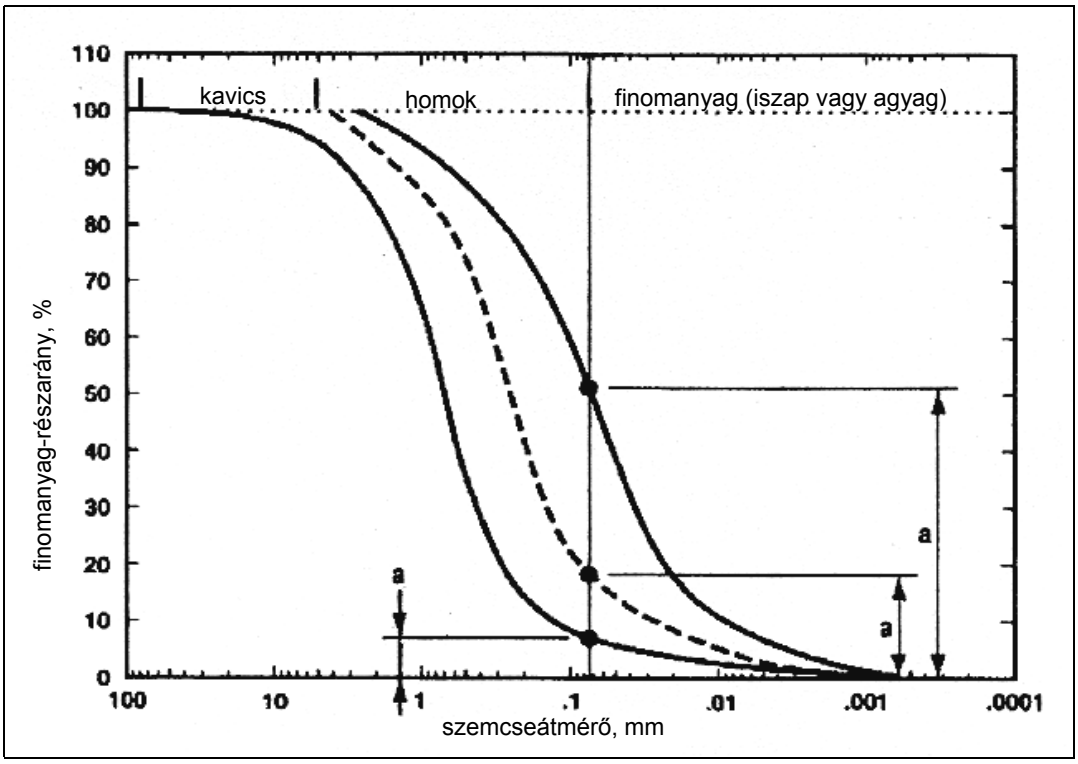
ahol:
AVL – az anyagvisszanyerési lehetőség
P_{si} – a használhatósági előírásnak megfelelő szemcseméretű anyaghányad,
W_{si} – a száraz anyag tömege az i mintában, n a minták száma.



1. ábra Az anyag 10 %(m/m)-a felel meg a szemcseméret-előírásnak



2. ábra A anyag 50 %(m/m)-a felel meg a szemcseméret-előírásnak



3. ábra A finomfrakció-korlátozási feltételt kielégítő anyaghányad meghatározása

A használhatósági előírás korlátozza a finomszemcsék részarányát (10–15%-ban például a strandfenntartó és szerkezeti töltőanyagban). A *3. ábrán* három szemcseméret-eloszlási görbe látható. A finomszemcse részarány határnak megfelelő anyag részarányából a P_{si} kiszámítható:

$$P_{si} = \frac{(100 - a) + b}{100} \tag{2}$$

ahol:
a – megadott méretű nyíláson átmenő anyag,
b – a megengedett finomszemcsés anyag tömeg szerinti hányada.

Azokban az esetekben, amikor a használhatóság D_{50} szemcseméretben van megadva, a P_{si} a következőképpen fejezhető ki:

$$\text{ha } D_{50} < D_{50\ \text{előírt}}\ P_{si} = \frac{(100 - D_{50\text{elöírt}}) \times 2}{100} \tag{3}$$

$$\text{ha } D_{50} > D_{50\ \text{előírt}}\ P_{si} = \frac{(100 - D_{50\text{elöírt}}) \times 2}{100} \tag{4}$$

$$\text{ha } a \geq b : P_{si} = \frac{(100 - a) + b}{100} \tag{5}$$

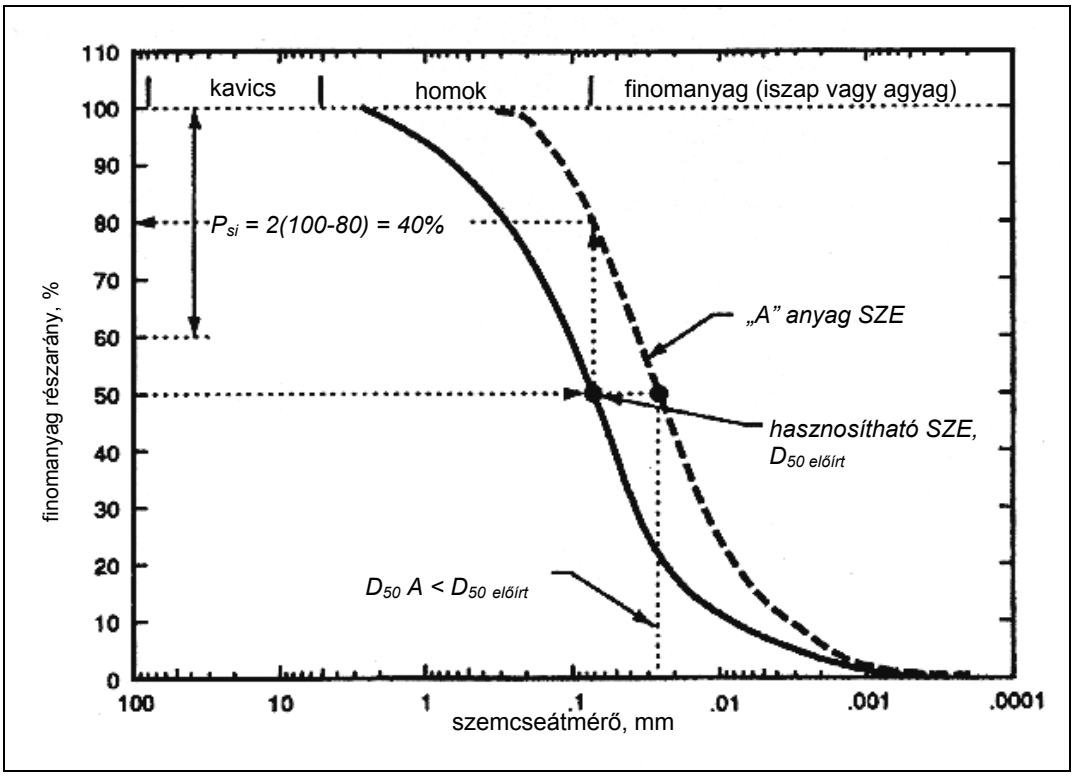
$$\text{ha } a < b : P_{si} = 100\% \tag{6}$$

Ezt rajzban a *4.* és az *5. ábra* szemlélteti. A mintában lévő száraz anyag tömege W_{si} a következőképpen számítható:

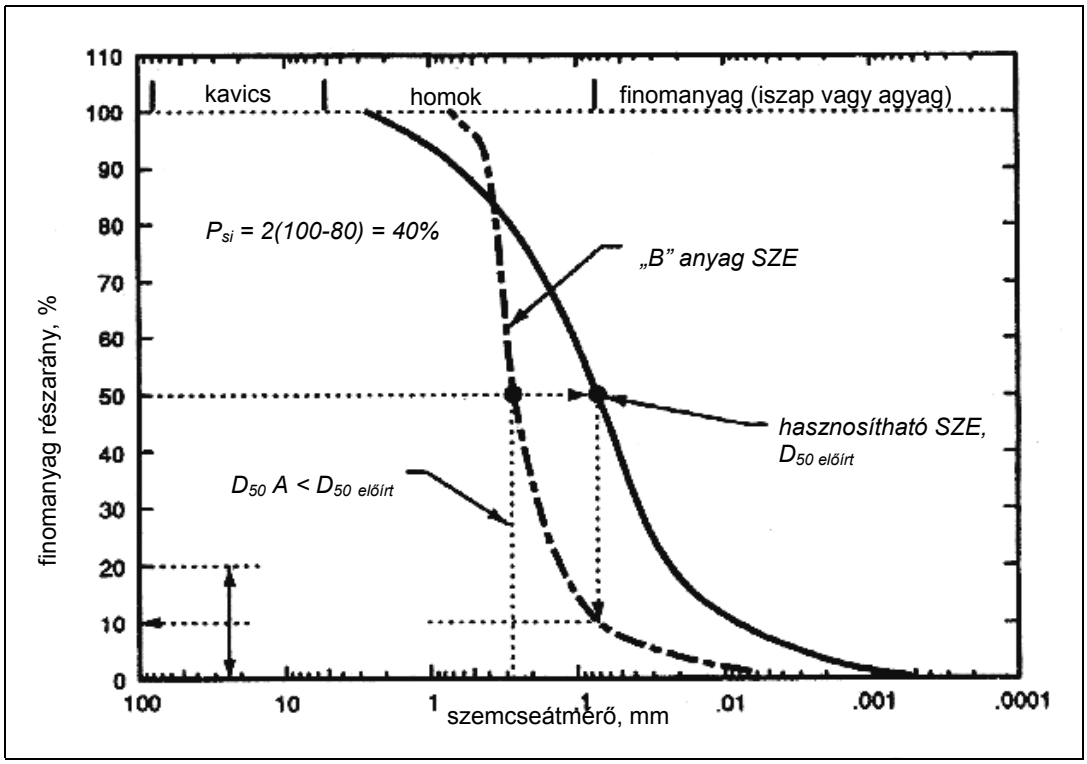
$$W_{si} = 0{,}0135\ V_i\ \gamma i \tag{7}$$

ahol:
W_{si} – az i(t) minta szilárd anyagainak száraz anyag tömege,
V_i – az i minta térfogata (köbyardban – 1 köbyard = 0,76 m^3),
γi – a száraz anyag sűrűsége lb/ft^3-ban (1 lb/ft^3 = 0,016 g/cm^3),
0,0135 pedig átszámítási tényező.

A tömeg szerinti AVL-ből a térfogat szerinti AVL-t az anyag kezdeti és végső állapotának figyelembevételével lehet kikövetkeztetni. A homok térfogat szerinti hányada a tömeg szerinti hányadának, ásványi és szerves anyag hányadainak és sűrűségeinek, valamint a szemcsék közötti tér hányadának a függvénye.



4. ábra Anyag: $D_{50}<D_{50előírt}$



5. ábra Anyag: $D_{50}>D_{50előírt}$

A szemcseméret alapján, ha az megfelel a használhatósági előírásoknak, meg kell határozni a minta szennyezőanyag-tartalmát és szervesanyag-hányadát is. A szennyező anyag frakcionálása során megvizsgálják a szennyező anyag részecskenagyságát és sűrűségét. A kotrott anyagban lévő anyagok mérete általában 75 μ–4,75 mm tartományban van, az iszapfrakció szemcseméretе 3–75 μm, az agyagé pedig 3 μm vagy kisebb. A szerves anyagok szemcseméretе bármilyen lehet. Az ásványi és a szerves anyagok sűrűsége változó, de a kb. 2,0 sűrűség alapján való osztályozással további jellemzéshez jól szétválaszthatók. A szerves és a szervetlen szennyezők megoszlását az említett mérettartományú és sűrűségű tartományokban tanulmányozzák, esetleges olaj-, zsír- és összes szervesszén-tartalmuk összefüggésében is.

A műveletek kiválasztása

Az osztályozó technológia sokféle lehet, de általában három fő műveletből, az előkészítésből, osztályozásból és víztelenítésből áll.

Az előkészítés részei a markolás és a kezelő gépsorra való juttatáshoz elengedhetetlen előrostálás, amellyel a további osztályozást zavaró 50 mm-es vagy darabos anyagot veszik ki a halmazból. A darabos anyagról gyakran lemossák a rátapadó finomanyagot, majd az iszaptól és a homoktól immár különválasztva lerakják. A darabos anyag kő-, fa-, összetapadt agyag darabokból, aeroszolos palackokból és egyéb műanyaghulladékból állhat. Az előrostálás gépeihez tartoznak a dobrosták és a rácssziták, amelyek tuskómosókkal, rácsszemétdarálókkal és felbontókkal kiegészülve dolgozhatnak, de a darabos anyag kézi kiszedése sem ritka.

A nagyság szerinti osztályozás legfontosabb művelete a homok/iszap elválasztó talajmosás (75 μm-nál), mert a legtöbb szennyező anyag éppen ezeken a finomfrakciókon tapad meg. Az osztályozás leggyakoribb gépei a rosták és hidrociklonok, de garatos nagyrosták is használatosak a homok és a finomfrakciók szétválasztására.

Sűrűség szerint a nagy sűrűségkülönbségű anyagokat, azaz a nagyon könnyű (szerves anyag) és a nagyon nehéz (fém-, kődarab) szennyezést veszik ki halmazból, csigás kiválasztóval és ásványkiválasztó rázórostával.

A gépi víztelenítés jelentősen csökkenti a halmaz térfogatát. Hatékony víztelenítéssel elérhetik az anyagféleségtől függő 45–80%-os szárazanyag-térfogatot. Mivel a durvaanyag könnyen víztelenedik, a hangsúlyt a finomfrakcióra helyezik. Vegyszeres pelyhesítéssel segítik víztelenítésüket, ez azonban költséges eljárás. A finomanyagokat leggyakrabban szűrőpréssel, keretes szűrővel víztelenítik, centrifugát is használnak, de az nagyobb energiaigénye ellenére nem hatásosabb a szűrésnél. A durvaanyag utóvíztelenítésére csigás osztályozót, rostát és forgó vákuumszűrőt is alkalmazhatnak.

A fizikai osztályozás hátránya, hogy elvégzéséhez zagy állapotba kell hozni az anyagot, s ehhez nagyon sok víz kell. Arról, hogy az intenzívebb kémiai és mechanikai módszer megéri-e, költsége és a kezeléshez szükséges víz megléte, valamint ára alapján kell dönteni.

Költség/haszon elemzés

A gépi osztályozás és víztelenítés a hagyományos ülepítéses technológiánál drágább, de azért gazdaságos lehet. A technológia gazdaságosságát meg kell határozni. A számítás alapja a tiszta és szennyezett frakciók anyaghányada, az osztályozási és a további kezelési, valamint a lerakási költségek, a hasznosítható anyag mennyisége, az eladásából várható bevétel. Azaz hagyományos gazdaságossági számításra, árképzésre, új beruházásnál teljes megtérülési számításra van szükség, s ha a bevétel elegendő a költségek fedezésére, akkor az eljárás, ill. a beruházás, mivel környezetvédelmi vonatkozásai is vannak, gazdaságosnak tekinthető.

Az osztályozás és a víztelenítés, a tárolás és elhelyezés költsége a helyszíni viszonyoktól erőteljesen függ, ezért nem könnyen általánosítható. Ágazati adatok szerint a markolásból, osztályozásból és a szennyezett anyagnak a kotróhelytől nem messze való elhelyezéséből, víztelenítésből és a veszélyes anyagok elhelyezéséből álló műveletsor ára 20 és többszáz USD közötti lehet köbméterenként, a helyi viszonyok függvényében.

(Herczegh József)

Olin-Estes T. J.; Palermo, M. R.: Recovery of dredged material for beneficial use: the future role of physical separation processes. = Journal of Hazardous Materials, 85. k. 1–2 sz. 2000. júl. 1. p. 40–50.

Krass, K.: Richtlinien für die umweltverträgliche Anwendung von industriellen Nebenprodukten und Recycling-Baustoffen im Straßenbau (RuA-StB). = Straße + Autobahn, 52. k. 5. sz. 2001. p. 267–269.

HÍR

A DaimlerChrysler célja a gépkocsik műanyagtartalmának 95%-os hasznosítása

A DaimlerChrysler Corporation egy öthónapos kísérleti projektet kezdett meg olyan új technológia vizsgálatára, amellyel a társaság következő néhány éven belül 95%-ra növeli a műanyag-újrahasznosítást. Siker esetén a technológia lehetővé tenné, hogy egyharmadára csökkenjen a lerakókba kerülő gép

kocsik száma, ugyanakkor forrása lenne olyan jó minőségű műanyagoknak, amelyek felhasználhatók lennének új gépkocsialkatrészek előállításánál, és jelentős költségmegtakarítást eredményeznének az új gépkocsik gyártásánál. Poliuretánhabok és réz visszanyerése is szerepel a tervben.

A projekt a DaimlerChrysler CARE (Concepts for Advanced Recycling and Environmental) gépkocsiprogramjának második fázisát jelenti, és kettős célja van: növelni az újrahasznosíthatóságot és a gépkocsikból az anyagvisszanyerést, valamint a visszanyert anyagok felhasználását az új gépkocsikban. A társaság egyik alelnöke szerint ez a projekt nemcsak környezetkímélő, hanem a DaimlerChrysler számára is jó, mert a ma egyszerűen a lerakóra kerülő régi, elhasználódott személy- és tehergépkocsikból visszanyert műanyagokkal évenként több millió dollárral lehet csökkenteni az új gépkocsik előállítási költségeit.

A DaimlerChryslerrel három cég dolgozik együtt a projekten. A Recovery Plastics International, Salt Lake City az automatizált flotációs folyamatot fejlesztette ki, amely lehetővé teszi a műanyagok elválasztását a feldarabolt gépkocsi többi maradékától. A másik két partner két gépkocsi-újrahasznosító üzem (Hugo Neu Corp., New York és David J. Co.), amelyek az USA-ban és Európában is működnek.

A CARE gépkocsiprogram első fázisában 1999 áprilisára a DaimlerChrysler 26 beszállító céggel együttműködve két Dodge Straus sedan típusú gépkocsit fejlesztett ki. Több mint 500 variációban vizsgálták a bevitt újrahasznosított műanyagokat, abroncsoknál, üléseknél, műszerfalaknál, a belső kárpitozásnál, lábszőnyegeknél, napellenzőknél, üzemanyagtartályoknál, légzsákrendszereknél, biztonsági öveknél, ablaknyitóknál, szőnyegeknél, homoktábláknál, hátsó lámpatesteknél, tükröknél és motorháztetőknél. A projekt eredményeképpen a gépkocsi tömege mintegy 3,5 kg-mal csökkent, és egészen 40%-ig felment a gépkocsikban az újrahasznosított műanyagok mennyisége.

A két kocsival intenzív menetkísérleteket hajtottak végre, hogy megbizonyosodjanak az újrahasznosított műanyagokat tartalmazó beépített alkatrészek tartósságáról. Az egyik kocsi 320 E km-t, a másik pedig 160 E km-t futott. A CARE gépkocsiprogram igazgatója szerint a kocsik kitűnő eredménnyel vizsgáztak, egyetlen CARE projekt szerint beépített, újrahasznosított műanyagot tartalmazó gépkocsialkatrész sem hibásodott meg.

(ReuseRecycle, 30. k. 11. sz. 2000. p. 81–82.)