



(19) Országkód

HU



**MAGYAR
KÖZTÁRSASÁG**

**MAGYAR
SZABADALMI
HIVATAL**

SZABADALMI LEÍRÁS

(21) A bejelentés ügyszáma: P 94 03395
(22) A bejelentés napja: 1994. 11. 25.
(30) Elsőbbségi adatok:
93/14192 1993. 11. 26. FR

(40) A közzététel napja: 1996. 05. 28.
(45) A megadás meghirdetésének a dátuma a Szabadalmi
Közlönyben: 1999. 03. 29.

(11) Lajstromszám:

215 903 B

(51) Int. Cl.⁶

C 01 B 25/237

(72) (73) Feltaláló és szabadalmas:
Pichat, Philippe, Párizs (FR)

(74) Képvisező:
DANUBIA Szabadalmi és Védjegy Iroda Kft.,
Budapest

(54) **Eljárás vízben oldhatatlan és nem szennyező szilárd anyag előállítására**

KIVONAT

A találmány szerinti eljárás vízben gyakorlatilag oldhatatlan és nem szennyező szilárd anyag előállítására szolgál. Az eljárás során vizes közegben legalább két elegyet elkeverve egy lépésben pasztaszerű keveréket állítanak elő 300 °C-ot meghaladó hőmérsékletű külön szárítási lépés nélkül, amely a pasztaszerű keverék össz-tömegére vonatkoztatva 20–60 tömeg% szabad vizet és

20 tömeg%-nál kevesebb Al_2O_3 -ot és SiO_2 -ot tartalmaz, ahol az egyik vagy első elegy alkáliföldfém-hidroxidokat és egy másik vagy második elegy nehézfém-hidroxidokat tartalmaz, és ahol a szilárd anyag össz-tömegére vonatkoztatva 30 tömeg%-ot meghaladó összmenyiségű alkáliföldfém-hidroxidokat és nehézfém-hidroxidokat használnak.

Az eljárás szilárd anyag előállítására, közelebbről vízben gyakorlatilag oldhatatlan és nem szennyező szilárd anyag előállítására vonatkozik.

A szokásosan folyékony hulladéknak vagy zagynak nevezett szennyvizet, nevezetesen az iparban kibocsátott vagy kommunális szennyvizet általában különféle fizikai/kémiai eljárásokkal kezelik, amelyeknek egyik sajátos célja az azokban lévő nehézfémek kicsapása viszonylag csekély oldhatóságú fém-hidroxidok alakjában.

E hidroxidoktól azután a vizet elválasztják, ez történhet többek között szűrés útján. Az így kapott szűrőlepeny mintegy 60 tömeg% vizet tartalmaz. Az elválasztásból származó víz visszavezethető a környezetbe.

Ezt a szűrőlepenyt alkotó részecskék átmérője általában kisebb, mint 200 μm , és a részecskék nem kötődnek egymáshoz. Ezért a szűrőlepeny aprítással szembeni ellenállása csupán csekély, az gyakorlatilag nem mutat kohéziót. Az egyszer lerakott szűrőlepeny ezért aprítható, és az abban lévő nehézfémek egy része vízben kilúgozva eltávozik.

E hátrányok kiküszöbölésére a szűrőlepenyt olykor az FR-A-2 644 358 dokumentumban ismertetett eljárással kezelik. Ekkor szilárd anyagot kapnak, amely a jelentős mennyiségű szilikátok és alumínátok jelenléte következtében jó fizikai/kémiai tulajdonságokat mutat.

A fenti szabadalmi leírásban ismertetett eljárás azonban azt igényli, hogy a nyersanyagot mészhordozó-anyagával és nagy mennyiségű szilícium-dioxiddal és/vagy alumínium-oxiddal keverjék.

A szilícium-dioxid és/vagy alumínium-oxid azonban költséges lehet, és nem mindig áll rendelkezésre a kezelés helyén.

Ezenkívül az egyik fő hátrány az önmagában hulladéknak nem tekinthető, nem elhanyagolható mennyiségű szilícium-dioxid- és/vagy alumínium-oxid-alapú anyagok jelenléte a lerakóhelyeken, ami eddig elkerülhetetlennek tűnt.

A DE-A1 2917 123 dokumentum eljárást ismertet szervesetlen zagy kezelésére, amelynek során 5–40 tömeg% kalcium-oxiddal keverik, majd a kapott elegyet 900–1400 °C hőmérsékleten szárítva cementhez hasonló tulajdonságú terméket kapnak.

Az EP-A 0050 371 dokumentumból olyan eljárás ismerhető meg, amelyben 12 tömeg% kénsavat tartalmazó savas kémhatású hulladékot szén elégetéséből származó, 10 tömeg% kalcium-oxid-tartalmú hamuval kevernek össze. A kénsav és a kalcium-oxid egymással reagál, és az összekevert elegy megszilárdul.

A találmány feladata olyan szilárd anyag gyártási eljárására teendő javaslatra irányul, amely kiküszöböli a fenti hátrányokat, közelebbről lehetővé teszi csekély költséggel olyan szilárd anyag előállítását, amely vízben gyakorlatilag oldhatatlan és nem szennyező, ahol szilícium-oxid- és/vagy alumínium-oxid-hordozókat nem használunk, és a lehető legkisebbre csökkentjük a szilárd anyagba bevitt olyan anyagok mennyiségét, amelyek nem minősülnek hulladéknak.

Ez a feladat, valamint a leírás további részéből kitűnő további célkitűzések a találmány útján teljesíthetők.

A találmány eljárás vízben gyakorlatilag oldhatatlan és nem szennyező szilárd anyag előállítására, amelynek során vizes közegben legalább két elegyet elkeverve egy lépésben pasztaszerű keveréket állítunk elő 300 °C-ot meghaladó hőmérsékletű külön szárítási lépés nélkül, amely a pasztaszerű keverék össztömegére vonatkoztatva 20–60 tömeg% szabad vizet és 20 tömeg%-nál kevesebb Al_2O_3 -ot és SiO_2 -ot tartalmaz, ahol az egyik vagy első elegy alkáliföldfém-hidroxidokat és egy másik vagy második elegy nehézfém-hidroxidokat tartalmaz, és ahol a szilárd anyag össztömegére vonatkoztatva 30 tömeg%-ot meghaladó össz mennyiségű alkáliföldfém-hidroxidokat és nehézfém-hidroxidokat használunk.

5 A következő, nem korlátozó jellegű leírás alapján világosan megérthető a találmány megvalósításának módja.

A szennyvizet vagy szennyezett vizet, nevezetesen az ipari elfolyó vizet vagy kommunális szennyvizet, szokásosan folyékony hulladékot vagy zagyot számos fizikai/kémiai eljárással kezelhetjük, amelyeknek közelebbről az a célja, hogy a szennyvízben lévő savakat semlegesítsük, és a nehézfémeket kis oldhatóságú hidrátolt oxidok alakjában kicsapassuk. A gyakorlatban ehhez a folyékony zagyhoz meszet és vassót adunk.

20 Pelyhesítés és azt követő dekantálás után a vizet elválasztjuk a hidrátoktól, ehhez használható többek között centrifugálás vagy szűrés, utóbbihoz alkalmazható szűrőprés vagy bármilyen egyéb típusú szűrő.

25 Ezt követően nagyon csekély, nevezetesen 49 N/cm²-nél kisebb kohéziójú elegyet vagy második elegyet kapunk. Ez a második elegy jelentős mennyiségű nehézfém-hidroxidot (nehézfém-oxid-hidrátot) tartalmaz olyan szemcsék alakjában, amelyeknek átlagos átmérője általában kisebb, mint 200 μm . A nehézfém-hidroxidok részecskéi nem kötődnek egymáshoz és olyan alakban maradnak, amely kedvez vízben való oldódásuknak.

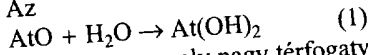
30 Ha a kicsapáshoz vassót használunk, a nehézfém-hidroxidok nagy részét vas-hidroxidok alkotják. A nehézfém-hidroxidok az $\text{Me}_p(\text{OH})_n$ általános képlettel írhatók le, amely képletben Me jelentése fématom, és p és n egész számot jelentenek.

35 Azonban egyéb nehézfém-hidroxidok is jelen vannak, minthogy a nyersanyagban többek között jelentős mennyiségű Pb, Cd, Cr, Cu, Zn, Ni, Hg, Mn, Co, Ti és Sn van.

40 Ha a második elegyet egy – $\text{At}(\text{OH})_2$ általános képlettel leírható, amely képletben At jelentése alkáliföldfém-atom – alkálifém-hidroxidokat (alkáliföldfém-oxidok hidrátjait) tartalmazó első eleggyel keverjük össze, és a szabad víz mennyiségét úgy szabályozzuk, hogy az elegy össztömegének 20–60%-át, előnyösen 30–50%-át tegye ki, akkor olyan folyékony pasztát kapunk, amely azt a meglepő tulajdonságot mutatja, hogy vízben gyakorlatilag oldhatatlan és nem szennyező szilárd anyagot képez.

45 Az első elegy alkáliföldfémeket tartalmaz főleg hidroxidok alakjában. Ezért az lényegében alkáliföldfém-oxidoktól mentes. A találmány szerinti eljárásnak meg-

felelően a víz jelenlétében elkevert alkáliföldfém-oxidok részecskéi a valóságban általában csak felületükön hidratáltak. Ezen részecskék magja kezdetben oxid alakjában marad. Egy második szakaszban víz diffundál a fenti részecskék magjához, és fokozatosan reagál az oxidokkal. Az



reakció olyan folyamat, amely nagy térfogatváltozással jár. Ezért a részecskék és a képződött szilárd anyag duzzadás útján destabilizálódnak. Ha csak alkáliföldfém-oxidok állnak rendelkezésre, előnyös a találmány szerinti eljárás elé egy műveleti lépés beiktatása, amely ezen oxidok keverés előtti hidratálásából áll, úgy hogy a szilárd anyag képzése céljából hozzákevert anyagok csupán alkáliföldfém-hidroxidok. Ha az első elegyben lévő alkáliföldfém kalcium, nevezetesen ha az mész, és a mész égetett mész, akkor a keverés előtt le kell az oltást folytatni.

Ezenkívül a fenti (1) egyenlet szerinti reakció nagy hőtermeléssel jár, amely – ha túlságosan nagy mértékű – káros az eljárásra, minthogy a keverék száradásához vezet.

A találmány értelmében az alkáliföldfém-hidroxidok és a hozzáadott nehézfém-hidroxidok együttes tömege meghaladja a kapott szilárd anyag tömegének 30%-át.

Kloridok jelenléte 5 tömeg% névleges mennyiségben kedvez a szilárd anyag gyártásának.

A paszta homogenizálásához szokásosan elegendő a keverés. A keverést nagyon gondosan folytatjuk le többek között vákuumban, olykor a környezeti hőmérsékletet meghaladó hőmérsékleten, nevezetesen 280 °C-ig terjedő hőmérsékleteken annak érdekében, hogy az elegyben lévő víz mennyiségét kielégítő mértékre hozzuk.

A keverék ezt követő szárítása, nevezetesen 300 °C-ot meghaladó hőmérsékleteken káros lenne a szilárd anyag gyártása szempontjából. A megszilárdulás ténylegesen lassú folyamat, ami víz jelenlétét igényli. Szárítási művelet meggyorsítaná a víz elpárolgását, és ezáltal gátolná a megszilárdulási folyamatot. A találmány értelmében ezért nem törekszünk a kapott keverék szárítására.

A reakció továbbá előnyösen 7,5–10,5, még előnyösebben 8,5–9,5 pH-nál játszódik le.

A szilárd anyag előállítását azon tény által magyarázhatjuk meg, hogy különösen nagy koncentrációjú közegben az alkáliföldfém-hidroxid molekulái és a nehézfém-hidroxid molekulái kölcsönhatásba lépnek egymással úgy, hogy ha a keverék keverése megszűnik, kötést alkotnak, amely elég erős ahhoz, hogy az $[\text{xMe}_p(\text{OH})_n \cdot \text{yAt}(\text{OH})_2 \cdot \text{zH}_2\text{O}]$ általános képletű vegyületek jelenléte következtében – amely képletben x, y és z egész számokat jelentenek – szilárd anyagot képezzen. Ha a keverékben nincs jelen kellő mennyiségű víz, ez a körülmény korlátozza a szilárd anyag előállításához szükséges reakciót. Ha azonban a víz túlságosan nagy feleslegben van jelen, diszpergálja a molekulákat, és a molekulák között túlságosan gyengévé vált kötések már nem elegendők a szilárd anyag előállításához.

A nehézfém-hidroxid mólszáma és az alkáliföldfém-hidroxid mólszáma közötti arány előnyösen 1-hez

közeli érték. Ez az arány azonban a 0,5–5 határok között változhat.

Minthogy a kiindulási elegyek kevés szilícium-dioxid és/vagy alumínium-oxidot tartalmaznak vagy mentesek azoktól, a kapott szilárd anyag lényegében mentes szilikátoktól és alumínátoktól. A keverékben kis mennyiségű, így 20 tömeg%-nál kevesebb Al_2O_3 és SiO_2 jelenléte azonban nem okoz nehézséget. Ez az oka annak, hogy a találmány szerinti eljárás alkalmazható Gardanne (Franciaország) származási helyű vörösiszapra, amely nyersanyagként bauxitot használó timföldgyártási eljárás maradáka, amelynek SiO_2 -tartalma az Al_2O_3 -tartalommal együtt 20 tömeg% nagyságrendű.

A szilárd anyag tulajdonságai az idő függvényében javulnak. Ezzel párhuzamosan a vízdoldhatóság csökken. Néhány hónap múlva, így a 10. hónap végén ez általában 5%-nál kisebb.

A gyártási eljárásokra vonatkozó alábbi példák – tekintettel a kapott szilárd anyag tulajdonságaira – lehetővé teszik a találmány értékének világosabb felismerését.

1. példa

A gyártási eljárásra vonatkozó első példa a kilúgozással kapcsolatban szemlélteti a találmány értékét.

Ebben a példában szilícium-dioxidtól és alumínium-oxidtól lényegében mentes és 60 tömeg% vizet tartalmazó szűrőleplenyt (FC) használunk. Ez az FC szokásosan nyers zagy pelyhesítése, dekantálása és szűrése után keletkezik, ahol a nyerszagyhoz vas-szulfátot adunk.

100 kg FC-hez 30 kg hidratált meszet és vizet adunk. A víz a végső keverék össztömegére vonatkoztatva 45 tömeg%-os arányban van jelen.

Gyorsan exoterm reakció indul meg. A hőmérséklet mintegy 40 °C-ra emelkedik, és a keverék néhány óra múlva megszilárdul.

A kapott monolit szilárd anyag mintáját 80 órán át tároljuk, majd az AFNOR X31210 számú francia szabvány szerinti kilúgozási vizsgálatot folytatjuk le. A vizsgálat körülményei között 3 (I, II és III) vizsgálat-sorozatban meghatározzuk a kémiai oxigénigényt (COD) és különböző nehézfémekre vonatkozóan a kilúgozódást.

Párhuzamos kísérletekben ugyanezen vizsgálatot folytatjuk le a nyersiszappal.

A kapott, mg/kg mértékegységben kifejezett vizsgálati eredményeket az I. táblázat foglalja össze.

I. táblázat

	nyersiszap	szilárd anyag
50	COD	4200
	Pb	0,16
	Cd	0,19
	Cr	0,4
55	Cu	1,63
	Zn	9,78
	Cr ⁶⁺	<0,3
60	Ni	2,87
		500
		<0,03
		0,1
		0,1
		0,2
		0,3
		<0,1
		0,2

Ugyanezen vizsgálatokat lefolytatjuk magnézium-hidroxiddal [Mg(OH)₂], ennek során hasonló eredményeket kapunk.

2. példa

Ebben a példában hulladék ismert eljárással szilícium-dioxiddal és/vagy alumínium-oxiddal történő kezelését és a találmány szerinti eljárást hasonlítjuk össze.

A jelentős mennyiségű szervetlen kloridokat és nehézfémeket tartalmazó ipari kibocsátott közeg kezelésére ebben a példában égetőműből származó füstgáztisztítási maradékot (FCR) használunk.

Az FCR lényegében nem tartalmaz szilícium-dioxidot és/vagy alumínium-oxidot.

Egy első vizsgálatban 152 kg FCR-t keverünk környezeti hőmérsékleten vízzel, 33 kg szilícium-dioxiddal és 100 kg előzőleg kapott szűrőlepennyel.

Rögtön exoterm reakció indul meg. A keverék hőmérséklete eléri a 45 °C-ot, és ez a keverék néhány órán

belül megszilárdul. A monolit szilárd anyag nagy mennyiségben tartalmaz szilikátokat.

E szilárd anyag 1. mintáját 45 napon keresztül tároljuk. Ezt követően az AFNOR X31210 számú francia szabvány szerinti kilúgozási vizsgálatot folytatjuk le.

Egy második vizsgálatban 150 kg FCR-t keverünk azonos hőmérsékletviszonyok között 100 kg szűrőlepennyel. A szabad víz mennyiségét a keverékben úgy állítjuk be, hogy a keverék össztömegének 40%-a legyen.

Rögtön exoterm reakció indul meg. A hőmérséklet ezután eléri a 40 °C-ot, és a keverék megszilárdul.

Az 1. mintával megegyező körülmények között tárolunk egy, a találmány szerinti 2. mintát, és ugyanazon vizsgálatot végezzük el.

A következő, mg/kg mértékegységben kifejezett eredményeket kapjuk, amelyeket az alábbi II. táblázat foglal össze.

II. táblázat

	1. minta			2. minta		
	I	II	III	I	II	III
COD	300	200	<100	400	100	<100
fenol	0,15	0,25	0,48	0,20	0,31	0,30
CN-	0,20	0,30	0,20	0,17	0,13	0,0
Pb	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cd	0,08	0,07	0,08	0,07	0,07	0,07
Cr	0,09	0,07	0,06	0,36	0,15	0,10
Cu	0,24	0,20	0,21	0,22	0,17	0,14
Fe	0,60	0,63	0,54	1,41	1,06	0,55
Zn	1,77	0,53	0,42	0,32	0,24	0,16
Cr ⁶⁺	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Ni	0,11	0,07	0,05	0,10	0,06	0,07

A találmány szerinti 2. minta kilúgozása során kapott eredmények váratlan módon hasonlóak az 1. mintára kapott eredményekhez.

Ezzel szemben a Vicat-tűvel lefolytatott penetrációs vizsgálat azt mutatja, hogy 45 nap múlva a 2. minta törési ellenállása mintegy 3 MPa, míg az 1. minta esetén 6 MPa.

A szilárd anyag mechanikai tulajdonságai azonban – környezeti hőmérsékleten tárolva – 18 hónapon át javulnak. Megállapítható, hogy a találmánynak megfelelően előállított szilárd anyag törési ellenállása 18 hónap múlva mintegy 20 MPa.

Hasonlóképpen a találmány szerinti 2. minta oldható hányada fokozatosan csökken. Ez ténylegesen 1 hónap múlva 9%, 4 hónap múlva 8%, 8 hónap múlva 5%, és 14 hónap múlva 3,5%.

3. példa

Ebben a példában 40 kg fenti szűrőlepenyt használunk, amelyet 200 °C-on szárítunk. Ehhez a szűrőle-

pényhez 150 kg FCR-t és a keverék 40 tömeg%-ának megfelelő mennyiségű vizet adunk.

Az előző példákhoz hasonlóan exoterm reakció indul meg, és a keverék hőmérséklete eléri a 40 °C-ot.

65 nap múlva a kapott szilárd anyaggal lefolytatjuk az AFNOR X31210 számú francia szabvány szerinti kilúgozási vizsgálatot. A kapott, mg/kg mértékegységben kifejezett eredményeket az alábbi III. táblázat mutatja.

III. táblázat

	I	II	III
COD	100	300	100
fenol	<0,01	0,20	0,19
Pb	<0,01	<0,01	<0,01
Cd	0,09	0,07	0,08
Cr	0,32	0,4	0,2
Cu	0,60	0,93	0,66

III. táblázat (folytatás)

	I	II	III
Fe	4,81	5,21	5,18
Zn	0,38	0,50	0,40
Cr ⁶⁺	0,35	0,17	0,16
Ni	0,23	0,29	0,19

4. példa

Ebben a példában 100 kg FCR-t keverünk össze 40 kg Gardanne (Franciaország) származási helyű vörösiszappal, amelynek Fe₂O₃-tartalma 27 tömeg%. A keverékben 40 tömeg% víz van jelen.

28 nap múlva a kapott szilárd anyagon lefolytatjuk az AFNOR X31210 számú francia szabvány szerinti kilúgozási vizsgálatot. A következő IV. táblázatban összefoglalt, mg/kg mértékegységben kifejezett eredményeket kapjuk.

IV. táblázat

	I	II	III
pH	12	7	7
COD	1000	500	200
fenol	<2	<2	<2
CN ⁻	<0,5	<0,5	<0,5
Cr ⁶⁺	0,2	0,05	0,06
Cd	<0,1	<0,1	<0,1
Cr	0,24	0,01	0,03
Cu	<0,2	<0,2	<0,2
Fe	0,33	0,18	0,3
Ni	<0,01	<0,01	<0,01
Pb	0,01	0,1	0,12
Zn	<0,01	<0,01	<0,03

A találmány szerinti eljárást természetesen alkalmazhatjuk szilárd anyag előállítására – nevezetesen szennyezés kezelése esetén – többek között tárolási művelet céljából. A találmány azonban túlmutat a hulladékkezelés területén. A találmány valójában különösen ígéretes módon alkalmazható többek között az építészet és konstrukció területén építőipari szerkezeti anyagok gyártására.

SZABADALMI IGÉNYPONTOK

1. Eljárás vízben gyakorlatilag oldhatatlan és nem szennyező szilárd anyag előállítására, *azzal jellemezve*, hogy vizes közegben legalább két elegyet elkeverve egy

lépésben pasztaszerű keveréket állítunk elő 300 °C-ot meghaladó hőmérsékletű külön szárítási lépés nélkül, amely a pasztaszerű keverék össztömegére vonatkoztatva 20–60 tömeg% szabad vizet és 20 tömeg%-nál kevesebb Al₂O₃-ot és SiO₂-ot tartalmaz, ahol az egyik vagy első elegy alkáliföldfém-hidroxidokat és egy másik vagy második elegy nehézfém-hidroxidokat tartalmaz, és ahol a szilárd anyag össztömegére vonatkoztatva 30 tömeg%-ot meghaladó összmenyiségű alkáliföldfém-hidroxidokat és nehézfém-hidroxidokat használunk.

2. Az 1. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a keverékhez össztömegére vonatkoztatva 5 tömeg% névleges mennyiségű kloridokat adunk.

3. Az 1. vagy 2. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a keverést 280 °C-nál alacsonyabb hőmérsékleten és a 7,5–10,5 pH-tartományban folytatjuk le.

4. Az 1–3. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a keverést vákuumban folytatjuk le.

5. Az 1–4. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy alkáliföldfémként kalciumot vagy magnéziumot használunk.

6. Az 5. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy alkáliföldfém-hidroxidként meszet vagy magnézium-hidroxidot használunk.

7. A 6. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy alkáliföldfém-hidroxidot tartalmazó első elegyként füstgáztisztítás maradékát használjuk.

8. Az 1–7. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a nehézfém-hidroxido(ka)t tartalmazó második elegyet 200 µm-nél kisebb átlagos átmérőjű részecskék alakjában használjuk.

9. Az 1–8. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy nehézfémként krómot, mangánt, vasat, kobaltot, nikkelt, rezet, cinket, kadmiumot, ólmot, titánt, ónt és/vagy higanyt tartalmazó második elegyet használunk.

10. A 9. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy második elegyként szennyvíz kezelése, centrifugálása vagy szűrőpréssel vagy egyéb préssel lefolytatott szűrése útján kapott nehézfém-hidroxidot használunk.

11. Az 1–10. igénypontok bármelyike szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a keverés előtt az alkáliföldfém-oxidokat alkáliföldfém-hidroxidokká hidratáltatjuk.

12. Eljárás szennyeződések kezelésére, így tárolási műveletekhez vagy építészet és szerkezetek terén építőanyagok szerkezeti anyagának előállítására, *azzal jellemezve*, hogy az 1–11. igénypontok bármelyike szerinti eljárással szilárd anyagot állítunk elő.