

(19) DANMARK



DIREKTORATET FOR
PATENT- OG VAREMÆRKEVÆSENEN



(12) FREMLÆGGELSESSKRIFT (11) 145327 B

- (21) Ansøgning nr. 6687/74 (51) Int.Cl.³ A 62 D 3/00
(22) Indleveringsdag 20. dec. 1974 C 02 F 11/14
(24) Løbedag 20. dec. 1974
(41) Alm. tilgængelig 3. jul. 1975
(44) Fremlagt 1. nov. 1982
(86) International ansøgning nr. -
(86) International indleveringsdag -
(85) Videreførelsesdag -
(62) Stamansøgning nr. -
(30) Prioritet 2. jan. 1974, 429972, US

(71) Ansøger NATIONAL ENVIRONMENTAL CONTROLS INC., Metairie, US.

(72) Opfinder Jesse R. Corner, US: Ronald J. Polosky, US.

(74) Fuldmægtig Ingeniørfirmaet Budde, Schou & Co.

(54) Fremgangsmåde til opfyldning
med renovationsmateriale.

Afløbsvand fra jordopfyldninger bestående af renovationsmateriale indeholder forurenende stoffer, såsom syrer, metaller, store mængder organisk materiale med biologisk oxygenbehov (BOB) og kemisk oxygenbehov (KOB), toksiske organiske forbindelser, såsom phenol og pesticider, og uorganiske ioner, såsom cyanid, fosfat eller nitrat. Disse stoffer, som udvaskes fra jordopfyldninger bestående af renovationsmateriale kommer undertiden frem til vandforekomster, såsom damme, søer eller strømme, som herved bliver forurenede. Ud fra et naturbeskyttelsessynspunkt er jordopfyldninger bestående af renovationsmateriale således uheldige.

Et forsøg på at afhjælpe dette problem er beskrevet i USA patentskrift nr. 3.586.624. Ved dette system anbringer man en uigen-

nemtrængelig membran på jorden, før man påbegynder jordopfyldningen, og derpå anbringes opfyldningen på gængs måde. Afløbsvandet (med de udvaskede stoffer) fra denne opfyldning kan ikke trænge gennem membranen og føres derfor afsted med denne til et afgangspunkt, hvor problemet med den sikre bortskaffelse af afløbsvandet stadig er uløst. I ovennævnte system gøres ingen forsøg på forbedring af kvaliteten af afløbsvandet, således at det ikke vil være skadeligt. Det opsamles simpelt hen som det er.

Der foreligger også et andet alvorligt problem, som angår bortskaffelsen af spildmateriale, især industrielt spildmateriale, hvad enten dette er fast, flydende eller halvflydende, såsom slam eller opslæmninger. Miljøforurenende stoffer i sådant spildmateriale må ikke nå ud og forurene vandet i naturen. For at undgå dette, er det blevet almindelig praksis at gennemføre destruktionsafbrænding af fast spildmateriale, men dette er kostbart og fører til forurening af atmosfæren. Det er også blevet almindeligt at føre slam og væsker til opbevaringsdamme, men også disse foranstaltninger er forbundet med alvorlige ulemper. En af disse ulemper består i, at spildmaterialet undertiden løber ud fra dammene, hvorved der endog kan forekomme oversvømmelser, og en anden ulempe består i, at der kræves et betragteligt landområde, som ikke kan anvendes til noget andet.

Ifølge DE-offentliggørelsesskrift nr. 2.100.627 er det kendt at stabilisere spildmateriale ved blanding med alkalimetalsilicat og et silicathærdningsmiddel, hvorved det således fremkomne materiale kan anvendes som fast opfyldningsmateriale, idet afløbsvandet herfra indeholder væsentligt færre skadelige stoffer ved en sådan behandling.

Det har nu vist sig, at således behandlet spildmateriale anvendt som funderingslag, kan forbedre kvaliteten af afløbsvand fra oven over anbragte jordopfyldninger bestående af ubehandlet renovationsmateriale, idet de i afløbsvandet fra det ubehandlede renovationsmateriale forekommende skadelige stoffer holdes tilbage af det behandlede spildmateriale.

Den foreliggende opfindelse angår således en fremgangsmåde til opfyldning med renovationsmateriale ved behandling af et spildmateriale med en vandig opløsning af et alkalimetalsili-

cathærdningsmiddel indeholdende polyvalente metalioner til tilvejebringelse af kemisk reaktion mellem silicat og hærdningsmiddel og omdannelse af blandingen til et konsolideret, kemisk og fysisk stabilt jordagtigt materiale, der er praktisk taget uopløseligt i vand, og hvis urenheder er indkapslet i det størknede silicat, hvilken fremgangsmåde er ejendommelig ved, at opfyldningsmaterialet og det behandlede spildmateriale anbringes i indbyrdes kontakt på det landområde, som skal opfyldes, på en sådan måde, at der på landområdet først tilvejebringes et funderingslag indeholdende et behandlet spildmateriale, og dette derpå dækkes med et renovationsmateriale, således at afløbsvandet vil sive gennem det behandlede spildmateriale.

Ved udøvelsen af den foreliggende opfindelse udvælger man det landområde, som skal opfyldes med renovationsmateriale, og dette landområde forberedes derpå før opfyldningen. Denne forberedelse består i, at man over arealet udspreder et funderingslag af spildmateriale, som er blevet behandlet således, at det ikke virker forurenende og er egnet til den senere opfyldning, hvilket vil sige, at det er blevet acceptabelt set fra et miljømæssigt synspunkt og ikke kræver yderligere behandling. Dette lag af behandlet spildmateriale vil sædvanligvis have en tykkelse på ca. 30 cm eller mere. Dette materiale er fremstillet ved blanding af spildmateriale fra industri eller private husholdninger, enten flydende, halvflydende eller findelt fast materiale, med en vandig opløsning af et alkalimetalsilikat og et silikathærdningsmiddel. Kalium- og lithiumsilikat er ganske vist egnet, men da man må tage hensyn til omkostninger og tilgængelighed, har det vist sig, at natriumsilikat er særlig egnet. Silikathærdningsmidlet skal indeholde polyvalente metalioner. Egnede hærdningsmidler er Portlandscement, kalk, gips og calciumcarbonat, da disse materialer er de billigste og lettest tilgængelige. Blandt disse foretrækkes Portlandscement, som er økonomisk at anvende og let tilgængelig i store mængder. Desuden er omsætningshastigheden med silikatet let at regulere. Forholdet mellem silikat og hærdningsmiddel vælges således, at der ved den fremkommende kemiske omsætning fås en omdannelse af den flydende blanding til et jordagtigt, fast materiale, som er kemisk konsolideret og fysisk stabilt. Sædvanlig-

vis vil mængden af hærdningsmiddel til alkalimetalsilikatet udgøre mindre end ca. 10 volumenprocent af blandingen. Dette jordagtige materiale er praktisk taget uopløseligt i vand, idet dets udludningshastighed (hvis der overhovedet finder nogen udludning sted) er så langsom, at den ikke har betydning. De set fra et miljømæssigt synspunkt skadelige urenheder, som er til stede i spildmaterialet, indkapsles i det størknede silikat, som ikke vil gå i opløsning i fremtiden. Det på denne måde behandlede spildmateriale er i sig selv særdeles egnet til jordopfyldning, fordi det har en fast struktur og ikke virker forurenende, men ved udøvelsen af den foreliggende opfindelse anvendes det ikke til dette formål, men til forbedring af kvaliteten af afløbsvand fra gængse jordopfyldninger bestående af renovationsmateriale, således at afløbsvandet ikke længere vil frembyde miljømæssige problemer.

Når det behandlede spildmateriale er blevet spredt udover det landområde, som skal opfyldes, tilføres renovationsmaterialet, som anbringes oven på dette funderingslag. På en dag anbringes sædvanligvis et 180 - 240 cm tykt lag renovationsmateriale, som danner et lag, der er ca. 6 - 8 gange så tykt som funderingslaget. Denne opfyldning skal derpå tildækkes med et dæklag. Hvis den ønskede opfyldning skal være endnu dybere, kan man anbringe mere renovationsmateriale oven på dæklaget den næste dag. I så fald består ovennævnte dæklag af endnu et mindst ca. 15 cm tykt lag af spildmateriale, der er behandlet som ovenfor beskrevet. Det behandlede spildmateriale kan endog anvendes som øverste dæklag for opfyldningen, når denne er blevet bygget op til det ønskede niveau.

Opfyldninger opbygget på den ovenfor beskrevne måde med alternerende lag af behandlet spildmateriale og opfyldningsmateriale har vist sig at tilvejebringe en særdeles betydelig kvalitetsforbedring af afløbsvandet, som siver eller perkolerer ned gennem det behandlede spildmateriale. Denne kvalitetsforbedring tilvejebringes ved reaktionen mellem de i afløbsvandet tilstedeværende urenheder og det behandlede spildmateriale, der går så vidt, at afløbsvandet, når det undslipper fra opfyldningen, er blevet "neutraliseret" i en sådan grad, at det ikke længere frembyder miljømæssige problemer. Dette resultat er særdeles overraskende og har særdeles stor kommerciel betydning. For det første løses problemet med afløbsvand fra

jordopfyldninger bestående af renovationsmateriale, men for det andet bliver det behandlede spildmateriale i sig selv et værdifuldt produkt, der kan anvendes til erstatning for jord som dækmateriale til jordopfyldninger af renovationsmateriale. Dette er særlig vigtigt, når egnet jord ikke er let tilgængelig. Det behandlede spildmateriale kan fås fra den oprindelige spildproducent uden transportomkostninger for denne, eller spildproducenten kan endog sælge det behandlede materiale til dem, der gennemfører opfyldningen.

Skønt der kun foreligger få data vedrørende anvendelsen af forskellige jordarter til fjernelse af spildbestanddele ved landopfyldning, tyder de tilgængelige data på, at de resultater, der fås under anvendelse af behandlet spildmateriale ifølge opfindelsen, er bedre end de resultater, der fås under anvendelse af jord. Dette gælder ikke blot for metalioner, men det har overraskende vist sig, at formindskelser i forskellige former af nitrogen samt i KOB er betydeligt større end tidligere angivne reduktioner ved tilsvarende forsøg med jordperkolering. Det er ligeledes overraskende, at medens grundig behandling med aktiv kul angives at fjerne kun ca. 50 - 55% af KOB fjernes der ved den her omhandlede fremgangsmåde 96 - 97% KOB i det rå afløbsvand. Forsøg med anvendelse af jordflytningsudstyr på det ifølge opfindelsen behandlede spildmateriale viser, at materialets fysiske egenskaber praktisk taget svarer til egenskaberne ved de forskellige jordtyper, der sædvanligvis anvendes ved jordopfyldning.

I det følgende beskrives opfindelsen nærmere ved en række eksempler.

Som et eksempel på virkningen af industrielt spildmateriale behandlet ifølge opfindelsen på afløbsvand fra opfyldninger, gennemføres forsøg med typisk industrielt spildmateriale fra et stålbehandlingsanlæg i Illinois. Det anvendte spildmateriale er en slam fra spildmaterialebehandlingsprocessen, hvor man neutraliserer fortyndet rens vand fra syrebehandling, hvilken slam også indeholder andre slamtyper fra anlæggets vandforsyningssystem samt fra dets sanitære spildvandssystem. Bestanddelene af den oprindelige slam analyseres. Bestanddelene og deres mængder er vist i nedenstående tabel I.

Tabel I

Industrielt spildmateriale		Analyse af afløbsvand fra det behandlede spildmateriale
Bestanddele	Oprindelig slam	Ækvivalent centimeter vand - 254 cm
Jern	7.200 ppm	< 0,10 ppm
Mangan	34 ppm	< 0,10 ppm
Nikkel	112 ppm	< 0,10 ppm
Zink	162 ppm	< 0,10 ppm
Kobber	126 ppm	< 0,10 ppm
Total chrom	51 ppm	< 0,10 ppm

Den oprindelige slam blandes med en vandig opløsning af et alkalimetalsilikat (natriumsilikat) og et silikathærdningsmiddel indeholdende polyvalente metalioner (Portlandcement). Den resulterende kemiske reaktion omdanner hurtigt den flydende blanding til et jordagtigt materiale, der er kemisk og fysisk stabilt og praktisk taget uopløseligt i vand. Noget af dette jordagtige materiale underkastes et udludningsforsøg til bestemmelse af afløbsvandets sammensætning. Ved dette forsøg pakkes det behandlede spildmateriale i en cylindrisk søjle over 2,5 cm indifferent fibermateriale. Rummet ovenover det behandlede materiale i søjlen fyldes med destilleret vand, som får lov at sive gennem materialet. Dette vand, som siver gennem det jordagtige materiale, er afgangsvandet, og dette opsamles. Når en mængde afgangsvand svarende til 254 cm grundvand er perkoleret gennem materialet og blevet opsamlet, analyseres dette til bestemmelse af koncentrationen af de bestanddele, som herved er blevet udvasket. Resultaterne vises i tabel I i dele pr. million (ppm). Det fremgår af tabel I, at der i afgangsvandet findes mindre end 0,1 ppm af hver af de angivne bestanddele. Dette betyder, at disse bestanddele i afgangsvandet er negligerbare og vil være uskadelige. Med andre ord indesluttet urenhederne i det behandlede materiale, således at det kan kasseres på sikker måde.

En mængde afgangsvand fra opfyldninger bestående af renovationsmateriale, stillet til rådighed af U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio, analyseres, resultaterne fremgår af nedenstående tabel II (ikke-forbedret afløbsvand).

Tabel II

E.P.A. afløbsvand		Analyse efter perkolering gennem behandlet industrielt spildmateriale	
Bestanddele	Ikke-forbedret afløbsvand	Ækvivalent centime- ter afløbsvand - 254 cm	Procentisk reduktion af bestand- delene
Jern	720 ppm	<0,10	99,99
Mangan	3,2 ppm	<0,50	84,0
Nikkel	87 ppm	<0,10	99,9
Zink	42 ppm	<0,10	99,8
Kobber	1200 ppm	<0,10	99,99
Total chrom	3,8 ppm	<0,25	93,0
Cyanid	2,1 ppm	<0,10	99,5
NH ₃ - N	375 ppm	110	71,0
NO ₃ - N	2,4 ppm	<0,25	90,0
KOB	ca. 38.000	ca. 1000	97,0

En anden portion af det i tabel I beskrevne spildmateriale underkastes derpå samme udludningsforsøg som beskrevet tidligere, bortset fra at E.P.A. afløbsvand anvendes i stedet for destilleret vand, således at man kan konstatere hvilken effekt spildmaterialet måtte have på afløbsvandet. Resultaterne fremgår af tabel II. Resultaterne er overraskende og uventede, fordi man ser, at det E.P.A. afløbsvand, som forlader det behandlede spildmateriale har en yderst forbedret kvalitet tilvejebragt ved nedsivningen gennem spildmaterialet, idet de fleste af bestanddelene har en koncentration på kun en lille brøkdel af 1 ppm, beregnet på afløbsvand. Koncentrationerne af de andre bestanddele er ligeledes reduceret i høj grad. Disse reduktioner er endog mere tydelige, når man vurderer den procentiske reduktion, som også er vist i tabel II. Resultaterne viser ikke blot, at det behandlede spildmateriale selv er ikke-forurenende og repræsenterer et praktisk taget indifferent opfyldningsmateriale, men at det også gør afløbsvandet fra det egentlige opfyldningsmateriale ikke-forurenende. Det behandlede industrielle spildmateriale er ikke blot selv egnet til anbringelse i opfyldninger bestående af renovationsmateriale, men det tilvejebringer en betydelig

kvalitetsforøgelse af afløbsvandet hidrørende fra sådanne opfyldninger. Dette er et uventet resultat, som er både nyttigt og hidtil ukendt.

Den her omhandlede forbedring af kvaliteten af afløbsvand fra jordopfyldninger bygger på en række forskellige mekanismer. De mekanismer, som spiller den største rolle, er neutralisering, ionbytning, fysisk filtrering og adsorption. Metalioner fjernes ved neutralisation og udfældning efterfulgt af filtrering af de fremkomne suspenderede faste materialer samt ved ionbytning. Cyanid fjernes sandsynligvis ved adsorption, det samme gælder KOB samt de forskellige nitrogenformer.

En anden udførelsesform for opfindelsen består i, at man også anbringer behandlet spildmateriale som dækmateriale til en opfyldning, før det behandlede spildmateriale er kommet på fast form, således at det får lov at synke ned i det underliggende opfyldningsmateriale, i hvilket det vil overgå på fast form. Dette kan være fordelagtigt ved sammenpresset opfyldning til tilvejebringelse af hurtigere stabilisering i henseende til afsætning, idet det flydende spildmateriale vil have større tilbøjelighed til at udfylde tomrum i opfyldningsmaterialet end et fast materiale spredt ud over overfladen. For at være sikker på, at tomrummene i opfyldningsmaterialet fyldes med flydende spildmateriale, er det hensigtsmæssigt at fortsætte udhældningen af spildmaterialet, indtil der er dannet et lag af blandingen oven på opfyldningsmaterialet med en tykkelse på mere end 5 - 7 cm. Forbedringen af afløbsvandets kvalitet kan ligeledes være bedre end den, der fås med et fast materiale, fordi det behandlede spildmateriale, medens det endnu er flydende, vil tilvejebringe en overtrækning af opfyldningsmaterialet og derved begrænser dets kontakt med gennemperkolerende vand under tilvejebringelse af en yderligere kvalitetsforbedring af afløbsvandet fra opfyldningen.

P A T E N T K R A V:

1. Fremgangsmåde til opfyldning med renovationsmateriale ved behandling af et spildmateriale med en vandig opløsning af et alkalimetalsilikat samt et silikathærdningsmiddel indeholdende polyvalente metalioner til tilvejebringelse af kemisk reaktion mellem silikat og hærdningsmiddel og omdannelse af blandingen til et konsolideret, kemisk og fysisk stabilt jordagtigt materiale, der er praktisk taget uopløseligt i vand, og hvis urenheder er indkapslet i det størknede silikat, k e n d e t e g n e t ved, at opfyldningsmaterialet og det behandlede spildmateriale anbringes i indbyrdes kontakt på det landområde, som skal opfyldes, på en sådan måde, at der på landområdet først tilvejebringes et funderingslag indeholdende et behandlet spildmateriale, og dette derpå dækkes med et renovationsmateriale, således at afløbsvandet vil sive gennem det behandlede spildmateriale.

2. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at det behandlede spildmateriale udspredes på det landområde, som skal opfyldes, i form af et funderingslag, som derpå dækkes med renovationsopfyldningsmaterialet.

3. Fremgangsmåde ifølge krav 2, k e n d e t e g n e t ved, at renovationsopfyldningsmaterialet anbringes i et lag med en tykkelse, der er ca. 6 - 8 gange så stor som tykkelsen af funderingslaget.

4. Fremgangsmåde ifølge krav 3, k e n d e t e g n e t ved, at man udspreder et andet lag af det behandlede spildmateriale oven på laget af opfyldningsmateriale, at et andet lag opfyldningsmateriale udspredes oven på det andet lag behandlet spildmateriale, samt at dette andet lag opfyldningsmateriale dækkes med jord eller et jordlignende materiale.

5. Fremgangsmåde ifølge krav 4, k e n d e t e g n e t ved, at det andet lag af behandlet spildmateriale er mindst ca. 15 cm tykt.

6. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at opfyldningen dækkes med behandlet spildmateriale ved hvilken fremgangsmåde en vandig blanding af alkalimetalsilikatopløsning, spildmateriale og hærdningsmiddel udhældes over opfyldningsmaterialet og synker ned i dette, før blandingen størkner.

7. Fremgangsmåde ifølge krav 6, k e n d e t e g n e t ved, at udhældningen af blandingen over opfyldningsmaterialet fortsættes, indtil der er dannet et mere end 5 - 7 cm tykt lag af denne blanding ovenpå opfyldningsmaterialet.

8. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at spildmaterialet før behandlingen er et flydende eller halvflydende industrielt spildmateriale.

Fremdragne publikationer:

DE offentliggørelsesskrift nr. 2100627.