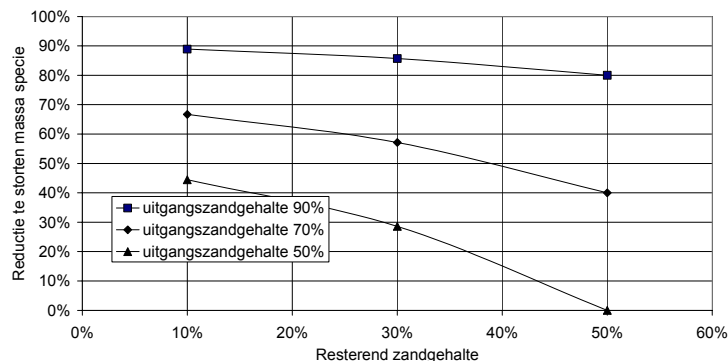


Rubriek: Onderzoek

Zandscheiding als middel voor depotvolumebesparing

Het is duidelijk moeilijker om nieuwe depotruimte te realiseren voor de opslag van baggerspecie. Dit door gebrek aan publieke steun. Daardoor is het noodzakelijk om zo efficiënt mogelijk met de beschikbare ruimte om te gaan. Eén van de mogelijkheden die hiervoor kan worden toegepast, is het afscheiden van het (herbruikbare) zand van de rest van de specie. Hierdoor kan de hoeveelheid te storten specie significant afnemen. Onderzoek naar de effecten van zandscheiding laat zien dat een significante reductie van benodigde depotruimte bereikt kan worden met zandscheiding. Mede op grond van deze kennis wordt zandscheiding steeds intensiever toegepast op de rijksdepots. Daarnaast ondersteunt de Nederlandse overheid actief het hergebruik van specie. Bijvoorbeeld met de Minimale verwerkingsstandaard.

Specie moet in Nederland voor een groot deel in de natte depots worden gestort. De hoeveelheid kan significant worden gereduceerd door zandscheiding. Deze reductie is grafisch weergegeven in Figuur 1.



Figuur 1 Reductie van de massa te storten specie als functie van het uitgangszandgehalte en resterend zandgehalte.

Aan de andere kant verslechteren de consolidatie-eigenschappen van de specie na zandscheiding. Dit doordat juist dat deel uit de specie wordt verwijderd dat een positief effect op de doorlatendheid, en daarmee de consolidatie-eigenschappen, van de specie heeft. Door dit negatieve bijeffect is de reductie in volume specie minder dan op grond van Figuur 1 verwacht zou kunnen worden.

Onderzoek

Om het positieve effect van zandscheiding, in relatie tot het negatieve bijeffect te kwantificeren, is een onderzoek uitgevoerd met specie uit de Petroleumhaven, Ketelmeer, Slufter en Zeeland. Deze types zijn zo gekozen dat een representatief beeld werd verkregen van de belangrijkste in Nederland

voorkomende specietypes. Het onderzoek bestond uit de bepaling van de consolidatieparameters van deze vier specietypes, die tot verschillende zandgehalten zijn ontzand. Met behulp van deze consolidatieparameters zijn depotberekeningen uitgevoerd met het consolidatieprogramma FSCONBAG.

Methoden

De bepalingen zijn uitgevoerd op vier verschillende specietypes. Het gaat om Petroleumhavenspecie, Ketelmeerspecie, Slufter specie en Zeelandspecie. Deze types zijn zo gekozen dat een representatief beeld werd verkregen van de belangrijkste in Nederland voorkomende specietypes. In alle gevallen is een zandrijk monster als uitgangsmontser genomen. Het zandgehalte van dit monster is als uitgangszandgehalte voor dat specifieke specietype beschouwd. Twee submonsters van deze zandige specietypes zijn tot verschillende niveaus in een hydrocycloon gescheiden. Van een derde submonster is de zandscheiding met een sedimentatiebekken gesimuleerd. Zandscheiding in een sedimentatiebekken is echter moeilijk uit te voeren op laboratoriumschaal. Daarom is voor een alternatieve methode gekozen. Deze methode bestaat uit het nat zeven van een deel van het zandrijke speciemonster over draadzeven. Door het weer bij elkaar voegen van de gescheiden delen in een verhouding die representatief is voor sedimentatiebekkens, is deze scheiding nagebootst. Op deze manier zijn vier monsters per specietype verkregen.

Van elk monster zijn vervolgens de consolidatie-eigenschappen bepaald met de HYDCON-methode (Van Essen, 1993; Van Essen, 1995). De HYDCON-procedure bestaat uit een serie van laboratoriumproeven rondom de HYDCONproef. De HYDCONproef is een HYDraulische CONSolidatieproef, die gebruikt wordt om de consolidatieparameters (relatie poriegetal en doorlatendheid enerzijds en poriegetal en effectieve spanning anderzijds) tot een effectieve spanning van ongeveer 25 kPa te bepalen. Voor hogere spanningen zijn gegevens van de standaard samendrukkings- en doorlatendheidsproef gebruikt. De parameters zijn volgens de zogenaamde directe methode bepaald. Dat houdt onder meer in dat de parameters direct van de proefgegevens zijn afgeleid, zonder gebruik te maken van modellen. Op elk monster zijn daarnaast, ter classificatie, enkele standaard geotechnische bepalingen uitgevoerd. Dit zijn bijvoorbeeld korrelverdeling, specifieke massa en Atterbergse grenzen.

Met de zo verkregen consolidatieparameters zijn modelberekeningen uitgevoerd met het ééndimensionale finite strain (Gibson 1967; Gibson 1981) programma FSCONBAG (Greeuw, 1997). In deze berekeningen is een 20 meter diep, volledig met water gevuld depot als uitgangspunt genomen. Het depot is in een tijdsbestek van 20 jaar met specie gevuld. Een dergelijk uitgangspunt kan voor Nederland als een representatieve situatie worden beschouwd.

Het effect van zandscheiding is op twee manieren gekwantificeerd. Met de eerste methode wordt bekeken in hoeverre depotruimte bespaard kan worden door zandscheiding. Daarbij is de hoeveelheid te verwerken specie als constante beschouwd. Het afgescheiden zand hoeft immers niet te worden gestort, maar kan op een andere manier worden verwerkt (bijvoorbeeld als secundaire bouwstof). De berekeningen zijn als volgt uitgevoerd: het depot is tot de rand toe gevuld met de specie met het uitgangszandgehalte (het hoogste zandgehalte). Vervolgens is de reductie in de te storten

hoeveelheid specie, door zandscheiding, bepaald. Met deze hoeveelheid is vervolgens het depot gevuld. Deze procedure is voor alle zandgehaltenes herhaald.

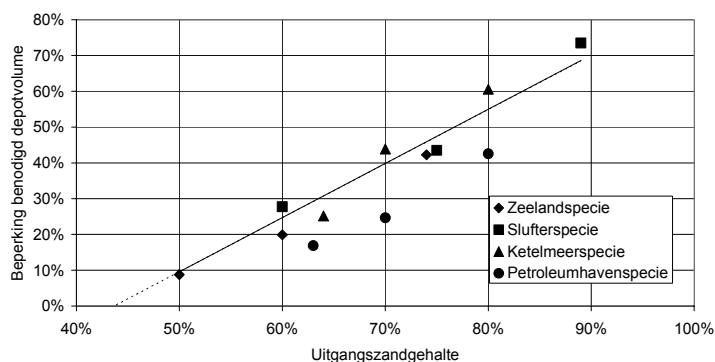
Met behulp van de tweede methode wordt het volume van het depot als constant beschouwd. Met deze methode wordt bekeken in hoeverre meer specie kan worden verwerkt als zandscheiding wordt toegepast. Doordat het afgescheiden zand niet hoeft te worden gestort, kan met eenzelfde depotvolume meer specie verwerkt worden. Met deze methode is voor elke specietype het depot elke keer tot de rand toe gevuld.

Resultaten

In figuur 2 zijn de resultaten van zandscheiding gepresenteerd als functie van het uitgangszandgehalte (het hoogste zandgehalte). Uit de berekeningen bleek dat het zandgehalte na scheiding slechts een beperkte invloed heeft op de te bereiken volumereductie. Het maakt bijvoorbeeld weinig uit of de specie na zandscheiding een zandgehalte heeft van 10% of van 20% (zand wordt hier gedefinieerd als de korrelgrootte-fractie groter dan 63 μm). Deze resultaten worden om deze reden hier verder niet behandeld. Voor nadere informatie betreffende dit aspect van zandscheiding zie 'Van Essen, 2002'. De hoeveelheid specie neemt af door een verdergaande ontzanding. Toch zorgen de slechtere consolidatie-eigenschappen ervoor dat de afname van de specie niet resulteert in een afname van het volume van de specie in het depot.

Effect van zandscheiding in termen van benodigd depotvolume

In Figuur 2 is het effect van zandscheiding met betrekking tot de reductie van het depotvolume weergegeven.



Figuur 2 Reductie van depotvolume na zandscheiding

Uit de figuur blijkt dat het grootste voordeel van zandscheiding bij hoge zandgehaltenes van het originele, uitgangsmoester te behalen valt. Bij een uitgangszandgehalte van 90% kan een maximale winst in depotvolume van ongeveer 70% worden bereikt. Uit Figuur 1 blijkt dat bij een dergelijk uitgangszandgehalte de reductie in te storten massa specie varieert tussen 80% en 90%. Bij een

uitgangszandgehalte van 60% wordt een reductie van ongeveer 25% bereikt en bij een uitgangszandgehalte van 50% daalt de te bereiken volumewinst tot onder de 10%.

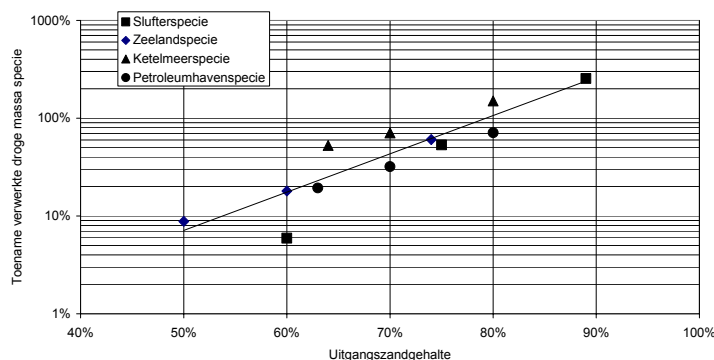
Op het eerste gezicht zou uit Figuur 2 kunnen worden afgeleid dat beneden een zandgehalte van 45% sprake is van een toename van het benodigde depotvolume. Dit is echter niet het geval. Beneden een zandgehalte van 50% is de lijn geëxtrapoleerd en is de betrouwbaarheid ervan dus twijfelachtig.

Bovendien zijn, zoals hiervoor al werd vermeld, de verschillen tussen de zandgescheiden monsters met betrekking tot het depotvolume erg klein. Het zandgehalte van de gescheiden monsters is in alle gevallen beneden de 50%. De regressielijn zal ergens onder een zandgehalte van 50% veranderen in een horizontale lijn.

De verschillen tussen de diverse specietypen zijn relatief klein. In het algemeen zijn de beste resultaten met Ketelmeerspecie en Slufterspecie te behalen. Het geringste voordeel wordt verkregen met Petroleumhavenspecie. Dat zal samenhangen met de hoge verontreinigingsgraad van deze specie (olie en PAK's, gemiddeld 2 tot 6 massaprocenten). Door dit hoge oliegehalte zal de scheiding moeilijker verlopen; zanddeeltjes worden als het ware vastgehouden door de viskeuze oliedeeltjes. Anderzijds zal de olie belemmerend werken op de consolidatie, omdat de doorlatendheid van de specie wordt verminderd. Door zandscheiding zal de concentratie van de olie bovendien toenemen.

Effect van zandscheiding in termen van verwerkte hoeveelheid specie

In Figuur 3 is de toename van de hoeveelheid verwerkte specie als functie van het uitgangszandgehalte weergegeven. In het algemeen verslechteren de consolidatie-eigenschappen door zandscheiding. Hierdoor kan minder zandgescheiden specie dan ongescheiden specie in een depot worden gestort. Doordat het afgescheiden zand echter als verwerkte specie kan worden beschouwd (alleen op een andere wijze) wordt dit zand wel tot de totale hoeveelheid specie gerekend.



Figuur 3 Toename in verwerkte hoeveelheid specie na zandscheiding

In Figuur 3 is te zien dat bij een uitgangszandgehalte van 90% een toename van de hoeveelheid verwerkte specie van 250% bereikt kan worden. Bij een uitgangszandgehalte van 50% reduceert de toename in hoeveelheid verwerkte specie tot minder dan 10%.

Bij deze benadering van het effect van zandscheiding zijn de verschillen tussen de verschillende speciesoorten eveneens relatief gering. De beste resultaten kunnen worden bereikt met Ketelmeerspecie. Met Slufterspecie kan bij deze benadering het geringste voordeel worden behaald.

Conclusies

Uit de gepresenteerde resultaten kan worden afgeleid dat met zandscheiding een groot voordeel met betrekking tot reductie van het benodigde depotvolume of hoeveelheid verwerkte specie kan worden behaald. Het bereikte resultaat blijkt met name samen te hangen met het uitgangszandgehalte van de originele specie. Beneden een zandgehalte van 50% is te behalen depotwinst minimaal.

De invloed van het specietype blijkt relatief gering, maar echter niet verwaarloosbaar. In het algemeen kunnen de van de onderzochte speciesoorten de beste resultaten worden behaald met Ketelmeerspecie.

Het effect van zandscheiding is dus laag bij lage zandgehalten in combinatie met nat storten van residu. Momenteel wordt door AKWA een vervolgstudie uitgevoerd naar het indikken van zandscheidingsresidu in combinatie met nat storten vna dit residu, om het effect van zandscheiding op de besparing van depotvolume te vergroten. De eerste resultaten van dit onderzoek zijn veelbelovend.

REFERENTIES

Gibson, F (1967). The theory of one-dimensional consolidation of saturated clays. I. Finite non-linear consolidation of thin homogeneous layers. *Geotechnique* 17, 261-273.

Gibson, F (1981). The theory of one-dimensional consolidation of saturated clays. I. Finite non-linear consolidation of thick homogeneous layers. *Can. Geotech. J.* 18, 280-293.

Greeuw, G. (1997). Manual FSCONBAG version 2.1, A program to simulate consolidation of sludge. GeoDelft, CO-370600/43, November 1997.

Van Essen, H.M. (1993). Consolidation parameters of sludge. *Proc. CATS II*, 1993, 37-41.

Van Essen, H.M. (1995). Combination of laboratory tests to determine consolidation functions for sludge. *Proc. IS Hiroshima 1995*. Vol. 1. 593-596.

Van Essen, H.M. (2002). Onderzoek naar de invloed van zandscheiding op de consolidatie-eigenschappen van baggerspecie (Dutch). GeoDelft, CO-394820.0033 v5.

Wim Polderman en Roy Ringeling, AKWA/DWW

Tel: (015) 251 83 72

E-mail: W.M.Polderman@dww.rws.minvenw.nl

Harry van Essen, GeoDelft

Tel: (015) 269 36 16

E-mail: H.M.vanEssen@geodelft.nl