

Behandelingstechnieken voor bagger- en ruimingsspecie – Wonen in gebakken baggerslib: technisch haalbaar en milieuverantwoord, maar voorlopig economisch onrealistisch

Tom Van Gerven, Bart Van der Bruggen

Afdeling Toegepaste Fysische Scheikunde en Milieutechnologie
Katholieke Universiteit Leuven

Studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij, MIRA

MIRA/2006/09

November 2006



Dit rapport verschijnt in de reeks MIRA Ondersteunend Onderzoek van de Vlaamse Milieumaatschappij. Deze reeks bevat resultaten van onderzoek gericht op de wetenschappelijke onderbouwing van het Milieurapport Vlaanderen.

Dit rapport is ook beschikbaar via www.milieurapport.be

Contactadres:

Vlaamse Milieumaatschappij
Milieurapportering (MIRA)
Van Benedenlaan 34
2800 Mechelen
tel. 015 45 14 66
mira@vmm.be

Wijze van citeren:

Van Gerven T. & Van der Bruggen B. (2006), Behandelingstechnieken voor bagger- en ruimingsspecie – Wonen in gebakken baggerslib: technisch haalbaar en milieuverantwoord, maar voorlopig economisch onrealistisch, studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij, MIRA, MIRA/2006/09, Afdeling Toegepaste Fysische Scheikunde en Milieutechnologie, K.U.Leuven.

INHOUDSTAFEL

1. INLEIDING.....	4
2. ONDERZOEK NAAR THERMISCHE BEHANDELING	4
3. VAN ONDERZOEK NAAR PRAKTIJK	5
REFERENTIES	6

1. Inleiding

In vergelijking met het zuiveringsslib van drink-, riool- en industrieel afvalwater, wordt er relatief weinig onderzoek verricht naar behandelingstechnieken en recyclagemogelijkheden voor bagger- en ruimingsspecie. Nochtans zijn de wereldwijd geproduceerde hoeveelheden van bagger- en ruimingsspecie vele malen groter dan deze van de andere slibstromen samen. Wellicht is de desinteresse te wijten aan het feit dat bagger- en ruimingsslib (voornamelijk de speciefractie met een zandgehalte lager dan 60%) meestal verontreinigd is met zowel organische (minerale olie, pesticiden, PAK's) als anorganische stoffen (vnl. zware metalen). Bovendien heeft deze stroom een lage bouwtechnische kwaliteit. Dit maakt het immers moeilijk om een behandlungsproces uit te werken dat economisch gezien kan concurreren met het storten van het gedroogde materiaal. Een duurzame behandeling van bagger- en ruimingsslib houdt een fysico-chemisch proces in dat bestaat uit verschillende stappen: drogen, scheiden in verschillende fracties, vernietigen of verwijderen van organische componenten, verwijderen of immobiliseren van anorganische stoffen, en recyclage van de gezuiverde materialen (1-2). Voor de eerste twee stappen kan teruggegrepen worden naar bestaande industriële technieken die ook gebruikt worden voor RWZI en gelijkaardig industrieel slib. Deze technieken zijn reeds de experimentele fase ontgroeid en worden hier niet verder besproken. Het onderzoek in verband met de aanwezige pollutanten richt zich op thermische behandeling (3-5), (fyto-)extractie (6-10), flotatie (11-15), of elektrolyse (16-18). Hoewel elk van deze technieken perspectieven biedt voor specifieke componenten, lijkt de thermische behandeling toch de meest efficiënte. Verhitten biedt immers een oplossing voor de aanwezigheid van zowel organische (m.n. door het vernietigen) als voor anorganische (m.n. door het immobiliseren) stoffen, én kan integraal deel uitmaken van een behandeling met het oog op recyclage. Onderzoek naar recyclage van bagger- en ruimingsspecie richt zich immers vooral op bouwtoepassingen (19), zoals de specie door verhitten om te vormen tot baksteen (3), lichtgewicht grind (4), tegels (5) of cement (20). Ook nuttige toepassing op een stortplaats (21-22) wordt onderzocht, maar is uiteraard een laagwaardige recyclage-optie.

2. Onderzoek naar thermische behandeling

De belangrijkste onderzoeksroute binnen thermische behandeling is het bakken van (bagger)slib tot bakstenen. Deze techniek wordt niet alleen onderzocht voor baggerslib, maar ook voor andere slibs, m.n. RWZI-slib en industriële slibs. Niet alle specie komt in aanmerking: ze moet voldoen aan bepaalde mineralogische eisen en bepaalde verontreinigingen kunnen met deze techniek niet of onvoldoende worden geïmmobiliseerd. De resultaten zijn gelijklopend en worden hier samen besproken.

Na drogen wordt het slib vermengd met additieven (bv. natuurlijke klei, bodemas van een huisvuilverbrandingsinstallatie, baksteengruis), opnieuw bevochtigd en vervolgens gebakken op hoge temperatuur (880-1200°C) gedurende een bepaalde tijd (1-10u) in een moffeloven of bakinstallatie op pilotschaal (3, 23-26). De hoeveelheid slib in het mengsel varieert van 9 tot 98 gew.%.

De civiel-technische kwaliteit van de bakstenen wordt voornamelijk beïnvloed door de hoeveelheid slib, de korrelgrootte van het gebruikte slib en de baktemperatuur. Hoe hoger de hoeveelheid slib, hoe lager de kwaliteit (grotere waterabsorptie, grotere krimp, hogere porositeit, hoger gewichtsverlies, lagere dichtheid, lagere druk- en buigsterkte, lagere vriesweerstand) (3, 23-25). Door een goede

keuze van korrelgrootte en baktemperatuur kan dit kwaliteitsverlies echter beperkt gehouden worden, zodat aan de nodige kwaliteitseisen voldaan blijft (3, 24-25).

De uitloging van zware metalen uit het baggerslib wordt sterk beperkt door de verhitting tijdens het bakproces (25). Vergelijkbare technieken – sinteren en smelten – worden in Japan gebruikt om zware metalen in de residu's van huisvuilverbranding te immobiliseren (27). Om de vrijzetting van polluenten te evalueren tijdens de levensduur van de bakstenen en op het einde ervan (als bouw- en sloopafval), werden uitloogproeven uitgevoerd op verkleind materiaal (verpulverde bakstenen) – zodat enkel nog chemische immobilisatie een rol speelt, en geen fysische inkapseling – en vergeleken met commercieel beschikbare bakstenen. Voor baggerslib-bakstenen werden verhoogde uitloogconcentraties van zware metalen gevonden, maar over het algemeen bevonden de resultaten zich binnen aanvaardbare grenzen (30). Mogelijk vormt de uitloging van sulfaat een probleem (3). Mits een goede procesvoering bij sloopingen, kan dit echter onder controle gehouden worden.

3. Van onderzoek naar praktijk

Een voorbeeld van een geïntegreerd proces om bagger- en ruimingsspecie te behandelen en te recyclen is het Hamburg Dredged Material Management concept (28-30), uitgewerkt in een project dat meer dan tien jaar liep. Dit concept omvat het gebruik van bezinking, ontwatering, het METHA (Mechanical Treatment of Harbour Sediments) project, waterzuivering, voldoende stortcapaciteit en experimentele recyclage-technologie. Met dit proces wordt jaarlijks 500000 m³ zandige sedimenten en 1,2 miljoen m³ klei- en klei/zand-sedimenten uit de haven van Hamburg (Duitsland) verwerkt.

In het bezinkingsbekken wordt zand (> 63 µm) gescheiden van kleideeltjes en organische stof. Deze laatsten vloeien samen met het water uit het bekken, terwijl het zand op de bodem achter blijft. Het bezinkingsbekken kan slib dat bestaat uit max. 15% klei efficiënt verwerken. De ontwateringssite bestaat opnieuw uit bezinkingsbekkens waar klei-sedimenten in gestort worden. Wanneer de vaste deeltjes na enkele weken bezonken zijn, wordt het bovenliggende water afgetapt, en laat men het sediment drogen aan de lucht. Vervolgens graaft men het sediment uit het bekken en stockeert men het in hopen, waar het verder uitdroogt. Na een periode van 9 maanden tot één jaar, waarbij men het sediment regelmatig in nieuwe hopen brengt, bereikt het materiaal een drooggewicht van 55-60 gew%. De METHA-technologie bestaat uit een geheel van zeven, (hydro-)cyclonen, spiralen en persen, die klei/zandsedimenten verwerkt tot afzonderlijke zand- en kleistromen. Het vervuilde water van ontwatering of persen wordt behandeld in een waterzuiveringsinstallatie met flocculatie-tank. Een stortplaats is beschikbaar voor sterk vervuilde klei en zuiveringslib. Als recyclage-opties voor gezuiverd zand en klei worden het gebruik in bouwtoepassingen en het produceren van keramische producten overwogen. Zo wordt het sediment gebruikt in de aanleg van stortplaatsen op de site (als minerale onder- en bovenlagen) en voor het opvullen van oude, ongebruikte bekkens in de haven. Het produceren van keramische toepassingen, zoals bakstenen als gevelstenen (tot 70% METHA klei) en lichtgewicht grind (tot 10-20% gezuiverde klei), werd reeds in industriële proefprojecten uitgevoerd waarbij aan alle geldende (civiel-technische en milieu-)voorwaarden voldaan werd. De gevelstenen werden omwille van het negatieve imago vooral gebruikt om industriële en publieke gebouwen mee op te trekken. Onlangs werd de productie van gevelstenen echter stopgezet omwille van de hoge kosten. Een deel van de Hamburgse specie wordt nu gebruikt voor de productie van lichtgewicht granulaten in Lamstedt nabij Bremen. Hier wordt slechts 10 % van de grondstof vervangen door specie (30). Men is van oordeel dat deze toepassingen pas rendabel zullen worden wanneer de kost

voor het storten van dergelijke materialen substantieel verhoogt. Deze vaststelling geldt trouwens ook voor andere landen (1).

Ook met sedimenten van de haven van Bremen (Duitsland) onderzoekt men de haalbaarheid van baksteenproductie (3, 31-32). In een productie-eenheid op industriële schaal werden bakstenen gemaakt die bestaan uit 50 gew% baggerspecie, 10% baksteengruis (afkomstig van de uitval van een conventionele baksteenproductie) en 40% natuurlijke klei. Enkele aanpassingen aan het conventionele productieproces waren nodig: condensatie en zuivering van het water afkomstig van het drogen, en het voorzien van rookgaszuivering. De resulterende bakstenen blijken, mits optimalisering, te voldoen aan de geldende milieuhygiënische en civiel-technische voorwaarden.

In Vlaanderen was en is er recent enige beweging vast te stellen inzake de recyclage van bagger- en ruimingsspecie. In 1996 onderzocht Argex, de producent van geëxpandeerde kleikorrels, de vervanging van natuurlijke klei door baggerslib (33). Ondanks veelbelovende resultaten werden geen verdere stappen gezet (34). DEC werkte samen met een aantal steenbakkerijen aan de productie van bakstenen met baggerslib (35). Evenals in Hamburg werd dit project stopgezet wegens het gebrek aan financiële haalbaarheid in vergelijking met het storten van baggerslib (36). Indien de overheid hoogwaardige valorisatie van baggerslib wenst te stimuleren, lijkt een gericht overheidsbeleid dus op zijn plaats.

Referenties

1. Francingues N.R. en Thompson D.W., 2000. Innovative dredged sediment decontamination and treatment technologies. DOER Technical Notes Collection (ERDC TN-DOER-T2). U.S. Army Engineer Research and Development Center, Vicksburgh, Mississippi. Beschikbaar op www.wes.army.mil/el.dots/doer.
2. Mulligan C.N., Yong R.N., Gibbs B.F., 2001. An evaluation of technologies for the heavy metal remediation of dredged sediments. *Journal of Hazardous Materials* 85, 145-163.
3. Hamer K. en Karius V., 2002. Brick production with dredged harbour sediments. An industrial-scale experiment. *Waste Management* 22, 521-530.
4. Wainwright P.J., Creswell D.J.F., van der Sloot H.A., 2002. The production of synthetic aggregate from a quarry waste using an innovative style rotary kiln. *Waste Management and Research* 20 (3), 279-289.
5. Baruzzo D., Minichelli D., Bruckner S., Fedrizzi L., Bachiarrini A., Maschio S., 2006. Possible production of ceramic tiles from marine dredging spoils alone and mixed with other waste materials. *Journal of Hazardous Materials* 134, 202-210.
6. Loser C., Seidel H., Hoffman P., Zehnsdorf A., 2001. Remediation of heavy metal-contaminated sediments by solid-bed bioleaching. *Environmental Geology* 40 (4-5), 643-650.
7. Mulligan C.N., Yong R.N., Gibbs B.F., 2001. Heavy metal removal from sediments by biosurfactants. *Journal of Hazardous Materials* 85, 111-125.
8. Vandevivere Ph., Hammes F., Verstraete W., Feijtel T., Schowanek D., 2001. Metal decontamination of soil, sediment, and sewage sludge by means of transition metal chelant [S,S]-EDDS. *Journal of Environmental Engineering – ASCE* 127 (9), 802-811.

9. Meers E., Hopgood M., Lesage E., Vervaeke P., Tack F.M.G., Verloo M.G., 2004. Enhanced phytoextraction: in search of EDTA alternatives. *International Journal of Phytoremediation* 6 (2), 95-109.
10. Meers E., Ruttens A., Hopgood M., Lesage E., Tack F.M.G., 2005. Potential of *Brassica rapa*, *Cannabis sativa*, *Helianthus annuus* and *Zea mays* for phytoextraction of heavy metals from calcareous dredged sediment derived soils. *Chemosphere* 61, 561-572.
11. Cauwenberg P., Verdonckt F., Maes A., 1998. Flotation as a remediation technique for heavily polluted dredged material. 1. A feasibility study. *The Science of the Total Environment* 209 (2-3), 113-119.
12. Cauwenberg P., Verdonckt F., Maes A., 1998. Flotation as a remediation technique for heavily polluted dredged material. 2. Characterization of flotated fractions. *The Science of the Total Environment* 209 (2-3), 121-131.
13. Abd El-Rahman M.K., Maes A., Cauwenberg P., 1999. Removal of heavy metal impurities from dredged river sediment. *Chemical Engineering and Technology* 22 (8), 707-712.
14. Mulleneers H., van der Mark B., Geraets J., van Gelder B., Bruning H., Rulkens W., Koopal L., 2002. Remediation of fine fractions of dredged sediments by flotation. *Environmental Technology* 23 (8), 877-887.
15. Vanthuyne M., Maes A., Cauwenberg P., 2003. The use of flotation techniques in the remediation of heavy metal contaminated sediments and soils: an overview of controlling factors. *Minerals Engineering* 16 (11), 1131-1141.
16. Nyström G.M., Ottosen L.M., Villumsen A., 2005. Electrodialytic removal of Cu, Zn, Pb, and Cd from harbor sediment: influence of changing experimental conditions. *Environmental Science and Technology* 39, 2906-2911.
17. Nyström G.M., Ottosen L.M., Villumsen A., 2005. Acidification of harbor sediment and removal of heavy metals induced by water splitting in electrodialytic remediation. *Separation Science and Technology* 40 (11), 2245-2264.
18. Nyström G.M., Pedersen A.J., Ottosen L.M., Villumsen A., 2006. The use of desorbing agents in electrodialytic remediation of harbour sediment. *The Science of the Total Environment* 357, 25-37.
19. De Jong B., 1999. Recyclable waste as a resource of construction material: policy and practice in the Netherlands. *Transactions of the Institution of Mining and Metallurgy, Section B – Applied Earth Science* 108, 27-28.
20. Chui P.C. en Tay J.H., 1997. Non-conventional construction materials from dredging spoils. *Environmental Monitoring and Assessment* 44 (1-3), 285-294.
21. Tresselt K., Miehlisch G., Groengroeft A., Melchior S., Berger K., Harms C., 1998. Harbour sludge as barrier material in landfill cover systems. *Water Science and Technology* 37 (6-7), 307-313.
22. Boutouil M. en Levacher D., 2001. Étude expérimentale de la solidification d'une vase de dragage à base de ciments: évaluation de la porosité et de la structure poreuse après solidification. *Matériaux et Constructions* 34, 186-192.
23. Basegio T., Berutti F., Bernardes A., Bergmann C.P., 2002. Environmental and technical aspects of the utilisation of tannery sludge as a raw material for clay products. *Journal of the European Ceramic Society* 22, 2251-2259.
24. Weng C.-H., Lin D.-F., Chiang P.-C., 2003. Utilization of sludge as brick materials. *Advances in Environmental Research* 7, 679-685.

25. Magalhães J.M., Silva J.E., Castro F.P., Labrincha J.A., 2005. Kinetic study of the immobilization of galvanic sludge in clay-based matrix. *Journal of Hazardous Materials* 121, 69-78.
26. Lin C.-F., Wu C.-H., Ho H.M., 2006. Recovery of municipal waste incineration bottom ash and water treatment sludge to water permeable pavement materials. *Waste Management* 26, 970-978.
27. Sabbas T., Polletini A., Pomi R., Astrup T., Hjelmar O., Mostbauer P., Cappai G., Magel G., Salhofer S., Speiser C., Heuss-Assbichler S., Klein R., Lechner P., 2003. Management of municipal solid waste incineration residues. *Waste Management* 23, 61-88.
28. Detzner H.D., Schramm W., Döring U., Bode W., 1998. New technology of mechanical treatment of dredged material from Hamburg Harbor. *Water Science and Technology* 37 (6-7), 337-343.
29. Detzner H.D. en Knies R., 2005. Treatment and beneficial use of dredged sediments from Port of Hamburg. *Proceedings of World Dredging Congress XVII, Sept. 27th – Oct 4th, Hamburg, Germany.*
30. Hakstege P., 2006. Description of the Available Technology for Treatment and Disposal of Dredged Material. In G. Bortone and L. Palumbo (Eds.), *Treatment of Dredged Material and Sustainability as Integrative Parts of Sediment Management*, In print 2006, Elsevier Publishers.
31. Karius V. en Hamer K., 2001. pH and grain-size variation in leaching tests with bricks made of harbour sediments compared to commercial bricks. *The Science of the Total Environment* 278, 73-85.
32. Lager T., Hamer K., Schulz H.D., 2005. Mobility of heavy metals in harbour sediments: an environmental aspect for the reuse of contaminated dredged sediments. *Environmental Geology* 48 (1), 92-100.
33. Huybrechts D., Dijkmans R., 2001. Beste beschikbare technieken voor de verwerking van RWZI-slib en gelijkaardig industrieel afvalwaterzuiveringsslib. *Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek, Mol.*
34. Ann Van Den Bosch, Argex. Persoonlijke mededeling.
35. DEC, 2006. Technieken – Afval wordt grondstof – Bakstenen uit baggerspecie. 16 augustus 2006, www.decvn.com
36. Bart Neveans, DEC. Persoonlijke mededeling.