

Foto: Royal HaskoningDHV



Centrifugeer-installatie voor slibontwatering op een rioolwaterzuivering

AUTEURS



Parastoo Mirzaee en Eddie Koornneef
(Royal HaskoningDHV)



André Visser
(Royal HaskoningDHV)

NIEUWE LAB-METHODE OM SLIBONTWATERING OP RWZI'S TE VOORSPELLEN

Ontwateren en verwerken van zuiveringslib is een grote kostenpost voor de waterschappen. Onderzoek om dit te verbeteren is echter lastig doordat de gangbare ontwateringsmethodes in het lab sterk afwijken van de praktijk op rwzi's. Royal HaskoningDHV ontwikkelde een eenvoudige lab-methode met twee sterke punten: de werking en de resultaten zijn vergelijkbaar met ontwateringsinstallaties op rwzi's, waardoor de methode een voorspellende waarde heeft voor de praktijk.

In Nederland produceren de waterschappen jaarlijks 1,3 miljoen ton ontwaterd zuiveringslib. Het ontwateren en verbranden van zuiveringslib is kostbaar en kan wel 20 à 30% van de operationele kosten op jaarbasis beslaan. De transportkosten van ontwaterd slib bedragen 5 tot 10 euro per ton slib en de kosten van eindverwerking / verbranding kunnen oplopen tot 75 à 100 euro per ton slib. Testen met praktijkinstallaties om de slibontwatering te verbeteren is niet eenvoudig, omdat de apparatuur nodig is voor het verwerken van het slib en snel schakelen met instellingen niet mogelijk is. Laboratoriumonderzoek aan ontwater-



Afbeelding 1.
Het principe van
het scheiden van
slib en water. Het
afgescheiden water
is helder, en het slib
ziet er droog uit

ring was echter vaak discutabel vanwege de discrepantie met de praktijk op rwzi's. Met deze nieuwe methode is laboratorium onderzoek weer mogelijk.

Laboratorium en praktijk

Er zijn verschillende methoden om op laboratoriumschaal de ontwaterbaarheid en het effect van voorbehandeling van slib op de ontwaterbaarheid te evalueren. Voorbeelden zijn de CST-test ('capillary suction time') en de SRF-test ('specific resistance to filtration'); de bindingsenergie-test bepaalt de energie die nodig is om het water te verwijderen. Echter, met deze methoden is het niet mogelijk om het droge stofgehalte (%DS) van de slibkoek van praktijkinstallaties te voorspellen. Al deze tests werken stuk voor stuk totaal anders dan praktijkinstallaties. Zo werken de vaak gebruikte CST- en SRF-tests op basis van respectievelijk zwaartekracht en lichte onderdruk, terwijl in de *full-scale* installaties een mechanische kracht het water uit de slibstructuur verwijdert. Een ander nadeel is dat deze tests de filtreerbaarheid van het slib alleen kunnen rapporteren in termen van tijd: hoe hoger de filtratietijd, hoe slechter de ontwaterbaarheid van het slib. Echter: in de praktijk is er geen relatie tussen tijd en drogestofgehalte van de slibkoek.

Discrepanties

De resultaten van onderzoeken door verschillende laboratoria zijn vaak niet goed vergelijkbaar. Zo

bepaalden Zhang et al. (2019) de bindingsenergie van slib, ofwel de benodigde energie om water te verwijderen, om het effect van anaerobe vergisting op de ontwaterbaarheid te onderzoeken. De onderzoekers concludeerden dat de ontwaterbaarheid verbeterde door anaerobe gisting, op basis van de gemeten lagere bindingsenergiewaarden. Liu et al. (2021) kwamen op basis van CST-waarden echter tot een tegenoverstelde conclusie: door anaerobe vergisting stegen de CST-waarden van slib van 70 s tot 1400 s, ofwel de ontwaterbaarheid werd slechter. De resultaten van deze onderzoeken zijn duidelijk tegenstrijdig en hebben dan ook geen voorspellende waarde voor de praktijk op rwzi's.

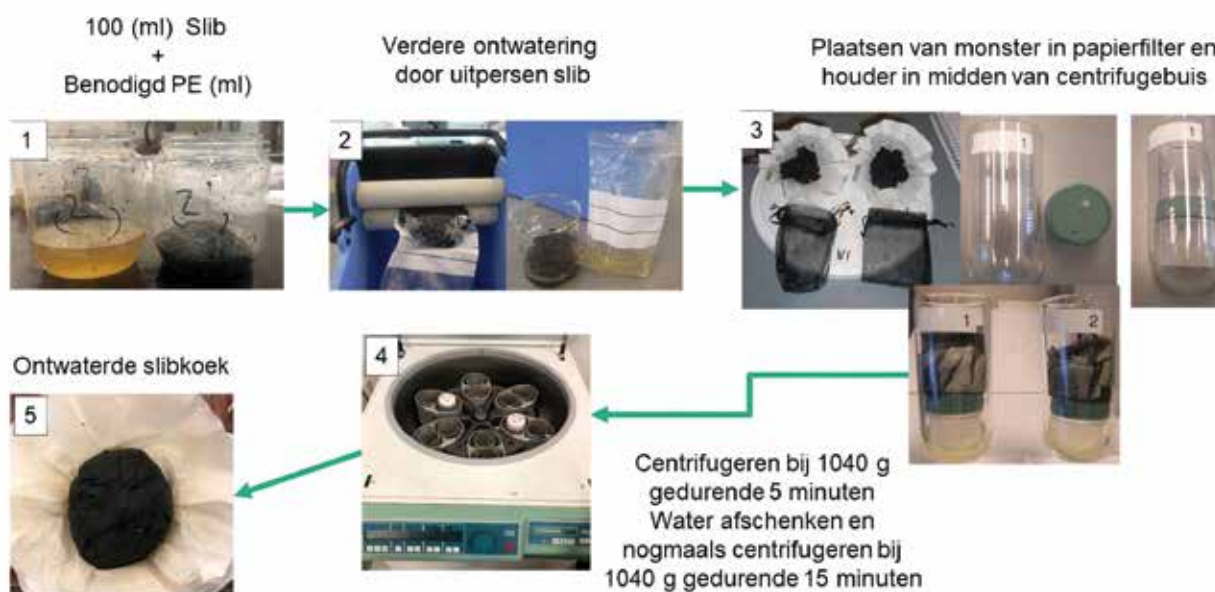
In het verleden werd het testen van de ontwaterbaarheid in laboratoria vaak gedaan met een minifilterpers, bijvoorbeeld een Mareco-minifilterpers. De laatste jaren bleek deze methode echter minder betrouwbaar door wijziging in slibsamenstelling als gevolg van bio-P slib en/of het toepassen van thermische drukhydrolyse. Door de fijnere deeltjes van het slib en daarmee de snellere verstopping van het filterdoek voldeed de minifilterpers niet meer. Het resultaat bleef ver achter bij dat wat in de praktijk werd gehaald. Bovendien geldt ook hier het werkingsprincipe (en daarmee de resultaten) van een minifilterpers niet vergelijkbaar zijn met die van *full-scale* installaties (afschieden in centrifugaalveld versus doek- en koekfiltratie in filterpers).

Materiaal en methoden

In dit onderzoek hebben we een poging gedaan om een 'reëlere' ontwateringsmethode voor in het laboratorium te ontwikkelen. Zo'n methode voldoet idealiter aan twee criteria: de werking is vergelijkbaar met de ontwateringsapparatuur op de rwzi's, en het is mogelijk om het droge stofgehalte (%DS) van de slibkoek te voorspellen.

We ontwikkelden een centrifugeer-ontwateringsmethode op basis van eerdere onderzoeken van Weij (2018) en To et al. (2016). Er zijn twee apparaten nodig: een handbediende filterpers en een centrifuge. Voorafgaand aan testen met meerdere slibsoorten uit de praktijk hebben we proefgedraaid met verschillende rotatiesnelheden (g-krachten) en verschillende

Afbeelding 2. Slibontwatering in het laboratorium: de centrifugeer-ontwateringsmethode in vijf stappen



centrifugatietijden. We gebruikten slib van een typische middelgrote Nederlandse waterzuivering met voorbezinking en een actief slib systeem, waar ook slib van andere rwzi's wordt vergist ('rwzi A'). Dit gaf verschillende DS-gehalten van de slibkoek. De keuze viel op de combinatie van rotatiesnelheid en centrifugatietijd waarbij het DS-gehalte vergelijkbaar was met de praktijkresultaten van rwzi A. Deze instellingen hebben we in het verdere onderzoek gebruikt. Vervolgens hebben we de methode getest op slib van 3 andere rwzi's in Nederland: B, C en D. De slibmonsters A en D zijn thermisch voorbehandeld (THP); het slib wordt dan vóór de anaërobe gisting gedurende 30 minuten gekookt bij 145 tot 165°C. Het slibmonster van rwzi B is het normale surpluslib van een actief-slibinstallatie. Het slibmonster van rwzi C is een mengsel van secundair en primair slib zonder enige voorbehandeling (70% secundair en 30% primair slib op basis van DS-concentratie).

Afbeelding 2 toont de verschillende fases van de procedure. De eerste stap is het toevoegen van een polymeeroplossing (0,3% actief PE, w/v %) aan een beekerglas met 100 gram slib. Dit mengsel wordt diverse malen voorzichtig overgegoten tussen twee beekerglazen totdat slibvlokken verschijnen en helder water zichtbaar is tussen de vlokken. Het slib bezinkt en wordt vervolgens handmatig zo goed mogelijk van het water gescheiden.

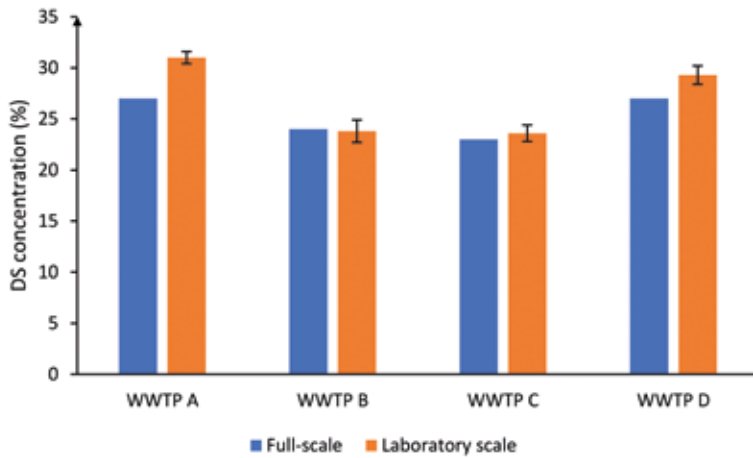
Vervolgens wordt het monster uitgeperst met een bandfilter of een handpers (stap 2). Bij stap 3 wordt

het monster in twee lagen Dispolab filters (glasvezel GF/C) 'ingepakt' en in een gazen zakje gestopt. Dat pakket gaat in een centrifugebuis met een houder om het pakket op enige afstand van de bodem van de buis te houden. Dan volgt centrifugeren, in twee stappen: 5 minuten bij 1.040xg, vervolgens na decanteren nog eens 15 minuten bij 1.040xg. Om het droge stofgehalte van de resulterende slibkoek te bepalen wordt het monster in een oven bij 105 °C gedroogd conform de geldende NEN norm.

Resultaten en discussie

De resultaten van de lab-ontwatering en de full-scale ontwatering komen goed overeen (zie afbeelding 3). De maximale afwijking in de resultaten is 3% voor rwzi A. Voor rwzi B was de afwijking 0,4%, voor rwzi C 0,6% en voor rwzi D 1,8%. Wel is het zo de testmonsters steekproeven zijn. De foutbalkjes in de grafiek laten zien dat de variatie tussen de duplo's bij alle monsters van de verschillende locaties klein was. Dit geeft aan dat de gehanteerde lab-methode erg betrouwbaar is.

Ook het effect van de THP-voorbehandeling op de ontwaterbaarheid van slib bleek goed aantoonbaar. De droge stofgehalten van de slibkoek van rwzi A en C (met THP-voorbehandeling) waren hoger dan voor rwzi B en C, en vergelijkbaar met gegevens van de full-scale installaties. Daarom kan deze methode nuttig zijn om het effect van voorbehandelingen op de ontwaterbaarheid van slib te evalueren en te voor-



Grafiek RoyalhaskoningDHV

Afbeelding 3. Vergelijking van de resultaten van slibontwatering in de praktijk en van de centrifugeer-ontwateringsmethode in het laboratorium. Op de y-as het droge stofgehalte van de slibkoek na ontwatering

spellen. Dit kan helpen bij het nemen van beslissingen over het opschalen van voorbehandelingen ter verbetering van de ontwaterbaarheid. Andere voordelen van deze methode zijn de relatieve eenvoud en de hoge betrouwbaarheid, en dat de methode toepasbaar is in de meeste laboratoria in binnen- en buitenland met een grote labcentrifuge.

Conclusie

Doel van dit onderzoek was de ontwikkeling van een reproduceerbare ontwateringsmethode voor het laboratorium met voorspellende waarde voor de praktijk. De resultaten van de lab-methode moesten goed vergelijkbaar zijn met de *full-scale* ontwateringsresultaten.

De ontwikkelde centrifugeer-ontwateringsmethode gaf een kleine afwijking in droge stofgehalte (DS-concentratie) van de slibkoek te opzichte van ontwatering door praktijkinstallaties, met andere woorden de resultaten waren vergelijkbaar. Bovendien bleek het effect van THP-voorbehandeling op de ontwaterbaarheid van slib aantoonbaar, met ook hier vergelijkbare waarden voor lab-methode en *full-scale* installaties. De nieuwe methode is uitgetoetst met slibmonsters van verschillende rwzi's in Nederland. De verschillen tussen lab-resultaten en praktijkresultaten waren zo gering dat de reproduceerbaarheid en daarmee de betrouwbaarheid van de procedure hoog is. De methode is eenvoudig en toepasbaar in de meeste laboratoria, zowel in de industrie als in onderzoeksinstituten.

Parastoo Mirzaee, Eddie Koornneef en André Visser
(Royal HaskoningDHV)

Bronnen

Liu Q, Li Y, Yang F, Liu X, Wang D, Xu Q, Zhang Y, Yang Q. 2021. Understanding the mechanism of how anaerobic fermentation deteriorates sludge dewaterability. *Chemical Engineering Journal*. 404:127026.

To VHP, Nguyen TV, Vigneswaran S, Duc Nghiem L, Murthy S, Bustamante H, Higgins M. 2016. Modified centrifugal technique for determining polymer demand and achievable dry solids content in the dewatering of anaerobically digested sludge. *Desalination and Water Treatment*. 57(53):25509-25519.

Weij P. 2018. Ontwateren met labcentrifuge, DELFLUENT Services B.V.

Zhang W, Dong B, Dai X. 2019b. Mechanism analysis to improve sludge dewaterability during anaerobic digestion based on moisture distribution. *Chemosphere*. 227:247-255

SAMENVATTING

Onderzoek aan slibontwatering in het laboratorium is vaak lastig doordat de gangbare ontwateringsmethodes in het lab sterk afwijken van de manier waarop de installaties op rwzi's slib ontwateren. Royal HaskoningDHV ontwikkelde een eenvoudige lab-methode die qua werking vergelijkbaar is met ontwateringsinstallaties in de praktijk en voorspellende waarde heeft ontwatering op rwzi's met en zonder warmte-voorbehandeling.

Nieuwe
lab-methode
slibontwatering