

Gasbellen in persleiding brengen capaciteit in gevaar

Om gasbellen in afvalwaterpersleidingen af te voeren is een hogere stroomsnelheid van het water nodig dan de oude formule van Kent geeft. Recent onderzoek levert echter weer een te conservatieve ontwerpregel, blijkt uit veldmetingen.

IR. I.W.M. POTHOF / PROF.DR.IR. F.H.L.R. CLEMENS

Lucht- en gasbellen in afvalwaterpersleidingen kunnen de capaciteit van de persleiding tot een fractie van de ontwerpcapaciteit reduceren. De lage stroomsnelheden tijdens perioden van droogweeraanvoer (DWA) zorgen ervoor dat lucht- en gasbellen zich kunnen ophopen aan het begin van dalende leidingdelen van zinkers en horizontaal gestuurde boringen. Als de rioolpomp weer op volle capaciteit moet draaien tijdens regenweeraanvoer (RWA), wordt de gasbel het dalende been ingedrukt en neemt de weerstand spectaculair toe. De capaciteitsreductie kan leiden tot onnodige overstorten, meer onderhoudsmaatregelen of voortijdige investeringen in capaciteitsuitbreidingen. Gasbellen ontstaan zowel door luchtinslag in de pompkelder vanuit het open riool, als door biochemische processen.

Formule van Kent

De gasbellen moeten door het stromende water afgevoerd worden. Het plaatsen van ontlueters, zoals in drinkwaterleidingen of verwarmingssystemen, is om diverse redenen onhaalbaar. Een robuuste, onderhoudsvrije, ontlueter voor afvalwater bestaat niet. De ontlueter moet dus goed toegankelijk zijn voor frequent onderhoud. Dit is vaak niet het geval, omdat het begin van onderdoorgangen veelal op particulier terrein ligt. Bovendien is regelmatig onderhoud duur. Verder leidt een goed functionerende ontlueter tot onacceptabele stankoverlast in stedelijk gebied.

In 't kort

ONDERZOEK

- ▶ Gasbellen in afvalwaterpersleidingen alleen door stromend water af te voeren
- ▶ Toepassing oude formule leidt tot te optimistische ontwerpstroomsnelheden
- ▶ Onderzoek CAPWAT I leidt tot te conservatieve ontwerpregel, wijzen metingen uit
- ▶ Vervolgonderzoek CAPWAT II wil antwoord geven op overblijvende vragen



FOTO: DELTAES
Horizontaal gestuurde boringen vormen een risico voor lucht/gasbellen en capaciteitsverlies.

De indruk kan ontstaan dat gasbellen in afvalwaterpersleidingen een nieuw probleem vormen. Niets is minder waar. Op basis van experimenten uit de jaren vijftig, uitgevoerd door Kent in de Verenigde Staten, is een ontwerpformule afgeleid voor de benodigde stroomsnelheid om bij een bepaalde hellingshoek gasbellen neerwaarts af te voeren (zie het artikel 'Onderzoek legt gedrag gasbellen in leidingen bloot' in *Land+Water* 12/2007). Deze ontwerpformule is bekend geworden als de formule van Kent. Het geldigheidsbereik van deze formule is echter veel smaller dan het toepassingsgebied. De formule is gevalideerd in een leiding met een diameter van 100 millimeter met hellingshoeken van minimaal 15 graden, terwijl de meeste afvalwaterpersleidingen een beduidend grotere diameter hebben. Bovendien zijn de hellingshoeken, vooral van horizontaal gestuurde boringen, kleiner dan 20 graden. Juist de extrapolatie van de formule van Kent naar grotere diameters en kleinere hellingshoeken leidt tot veel te optimistische ontwerpssnelheden.

Benodigde snelheid

Het onderzoeksproject CAPWAT I (CAPaciteitsverliezen in afvalWATERpersleidingen) heeft aangetoond dat de benodigde ontwerpssnelheden tot twee keer zo groot zijn als de formule van Kent bij hoeken tussen 5 en 10 graden. Het opgestelde pompvermogen moet dan acht keer zo groot zijn, omdat het benodigde vermogen toeneemt met de derde macht van de stroomsnelheid. Als de actuele stroomsnelheid kleiner is dan de benodigde ontwerpssnelheid, blijft een deel van

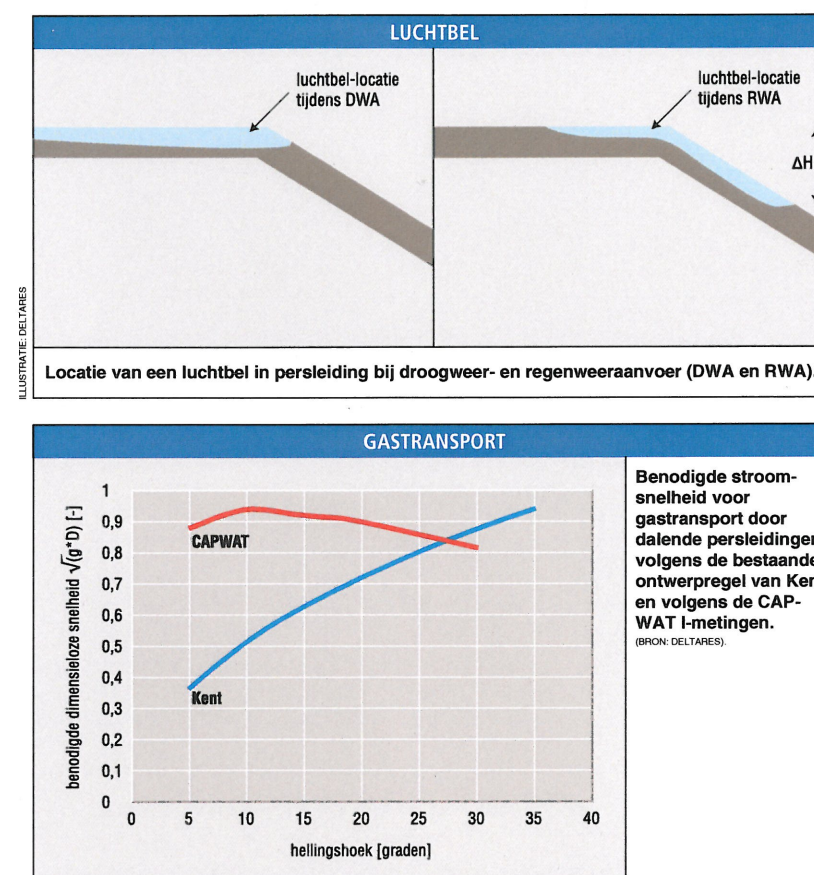
de gasbel in de leiding hangen, waardoor extra energieverlies optreedt. CAPWAT I heeft een schat aan informatie opgeleverd over deze extra energieverliezen door gasbellen, als de stroomsnelheid kleiner is dan de ontwerpssnelheid. Bovendien kan men nu inschatten hoe lang met een bepaalde snelheid gestroomd moet worden om een bestaande gasbel af te voeren. Dergelijke informatie is essentieel voor het operationeel beheer van bestaande persleidingen.

Voordat zo'n veel strengere ontwerpregel breed is toe te passen, is het noodzakelijk deze in de praktijk te toetsen. Aan het einde van CAPWAT I zijn daarom veldmetingen in afvalwaterpersleidingen uitgevoerd. Deze metingen toonden aan dat de benodigde snelheid in de persleiding aanmerkelijk lager ligt dan de ontwerpregel van CAPWAT I voorspelt. Metingen in het lab, waarbij de oppervlaktenspanning van het water is verlaagd (met een niet-schuimend wasmiddel), wezen hetzelfde uit.

CAPWAT II

Enerzijds is er dus de te optimistische ontwerpregel van Kent, anderzijds de conservatieve ontwerpregel van CAPWAT I, gebaseerd op metingen met schoon water. Het verschil tussen beide ontwerpssnelheden is zo groot dat de participanten een vervolgonderzoek nuttig en noodzakelijk vonden: CAPWAT II was hiermee een feit en is formeel gestart in april 2007. Ook CAPWAT II wordt ondersteund door een groot aantal waterschappen, ingenieursbureaus, Stowa en het ministerie van Economische Zaken.

Er zijn vier belangrijke onderzoeksvragen bij



CAPWAT II. In hoeverre wordt het verschil tussen de lab- en veldmetingen verklaard door een lagere oppervlaktenspanning van het afvalwater en/of de aanwezigheid van gesuspendeerde deeltjes in het afvalwater? Welk bestand of nieuw model is geschikt om de invloed van oppervlaktenspanning en/of sediment en/of eventuele andere processen op het transport van luchtbelletjes te kwantificeren? Hoe is de aanwezigheid van gasbellen met een praktische, eenvoudige test te detecteren? En hoe is de luchtinname door rioolgemaal te reduceren?

Om de eerste vraag te beantwoorden wordt een testopstelling bij een zuivering gebouwd, waar op een gecontroleerde manier met echt afvalwater gestroomd kan worden. Het ontwerp van de testopstelling is al voortvarend opgepakt door een afstudeerder van de TU Delft (Civiele Techniek).

Tegelijkertijd wordt een mechanistisch rekenmodel ontwikkeld om de effecten van variërende oppervlaktenspanning en gesuspendeerde deeltjes te kwantificeren. Dit rekenmodel wordt gevalideerd tegen de bestaande labmetingen

en de nieuwe veldmetingen. Het in een vroeg stadium detecteren van de locatie en vooral de grootte van een luchtbel is essentieel om het operationeel beheer van bestaande probleemleidingen te verbeteren. Bij lage stroomsnelheden (DWA-perioden) kan een gasbel namelijk ongemerkt aangroeien, omdat de gasbel nog niet het dalende been wordt ingedrukt. Pas bij hogere stroomsnelheden wordt de gasbel het dalende been ingedrukt en zijn extra energieverliezen het gevolg. Door een eenvoudige detectietest uit te voeren kan een beheerder periodiek de grootte van eventuele gasbellen bepalen. Op basis van deze informatie kan de beheerder besluiten om het debiet tijdelijk op te voeren, zodat de gasbel afgevoerd kan worden voordat deze te groot is geworden. Het principe van de detectiemethode is inmiddels ontwikkeld en de mogelijkheden zijn met een simulatiemodel afgetast. De detectiemethode is gebaseerd op de analyse van een dynamisch druksignaal in het frequentiedomein. Als zich in de persleiding een gasbel bevindt, veranderen de piekfrequenties in het frequentiespectrum. Uit de verschuiving van de laagste fre-

quentie is het volume van de gasbel af te leiden. De methode werkt ook in vertakte persstelsels, maar wordt dan minder nauwkeurig. Dit jaar wordt de methode in de praktijk getoetst.

Beperken luchtinname

De vierde onderzoeksvraag is inmiddels beantwoord door een afstudeerder van de TH Rijswijk, die acht verschillende constructies heeft getoetst op hun effectiviteit om luchtinname te beperken. Hieruit blijkt dat de luchtinname door rioolgemaal vrijwel geheel is te voorkomen door eenvoudige constructies toe te passen, die bovendien niet of nauwelijks voor extra sedimentatie zorgen.

Ivo Pothof is specialist Industrial Flow Technology bij Deltaes (WL|Delft Hydraulics). François Clemens is hoofd leerstoel Riolerings, afdeling Watermanagement, Civiele Techniek aan de TU Delft.