

De verstoppingsongevoeligheid van afvalwaterpompen kan niet worden bepaald door de kogeldoorlaat

De doorlaatgrootte of kogeldoorlaat van een afvalwaterpomp wordt frequent gebruikt om het risico op verstoppingen te specificeren ondanks dat onderzoeksresultaten hebben aangetoond dat deze afmeting niet relevant is.

De belangrijkste eis waar een afvalwaterpomp aan moet voldoen is het verpompen van afvalwater zonder verstoppingen. Deze technische studie beschrijft welke belangrijke rol het design van het hydraulisch deel van een pomp speelt om aan deze eis te voldoen. Dit document stelt ook vast dat de afmeting van de kogeldoorlaat een misleidende parameter is om verstoppingsongevoeligheid te specificeren.

De historie

De traditionele definitie van kogeldoorlaat verwijst naar de vrije passage van materie door een pompwaaier. De kogeldoorlaat of doorlaatgrootte wordt bepaald door de grootste diameter van een hard, solide, bolvormig object dat via de pomp kan passeren. Dit concept gaat terug tot 1915 en werd ontwikkeld in een periode waarin energiekosten niet significant belangrijk waren. Pompfabrikanten geloofden intuïtief dat pompverstoppingen konden worden voorkomen door simpelweg een afmeting voor de interne pompdorlaat te hanteren, gelijk aan of groter dan de materie die via een wc of toilet uit die tijd kon passeren.

Pompfabrikanten hadden de overtuiging dat objecten even gemakkelijk door een pomp zouden moeten kunnen passeren dan door het leidingwerk. Dit ontwerp noemt men groot- of maximaal doorlaat design. De verwachting was dat grote kogeldoorlaten de betrouwbaarheid zou verhogen en de ongeplande storingen zou verminderen. Dit hydraulische ontwerp wordt in deze publicatie traditioneel ontwerp genoemd.

De laatste decennia van onderzoek en ontwikkeling en de ervaringen van honderdduizenden pompinstallaties, hebben bewezen dat de simplistische logica van doorlaatgrootte of kogeldoorlaat incorrect en misleidend is, maar desondanks nog in specificaties en bestekken of

lastenboeken voorkomt.

Hoe realiseerden pompfabrikanten een grote kogeldoorlaat?

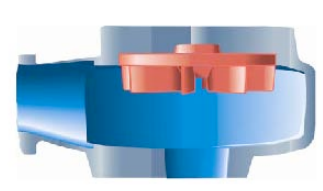
De kleinste opening in een pomp is de waaierdoorlaat.

Er zijn in hoofdzaak twee opties mogelijk om waaiers te ontwerpen met een maximale kogeldoorlaat:

1. Eenkanaalswaaier (open of gesloten, voornamelijk toegepast in kleine pompen)
2. Vortex waaiers (ook bekend als teruggetrokken waaier of torque-flow waaier)



Figuur 1: Voorbeeld van een eenkanaalswaaier



Figuur 2: Voorbeeld van een vortexwaaier

Deze ontwerpen hebben de volgende nadelen:

Eenkanaalswaaier:

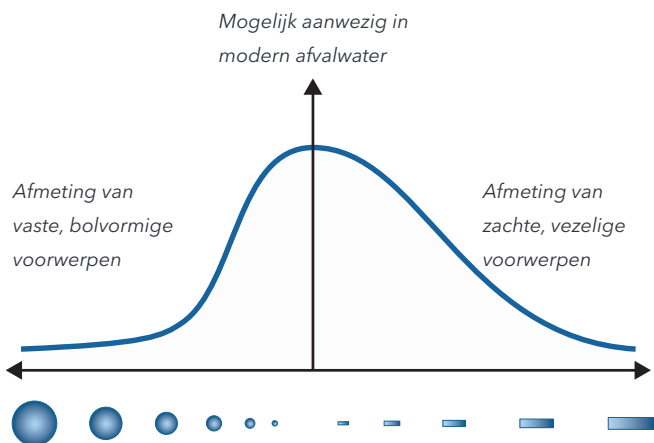
- Relatief lage efficiëntie (met meer waaierbladen kan een hogere efficiëntie worden bereikt)
- Significante roterende radiale krachten (dit veroorzaakt een hoge belasting op de as en lagers en een toename van trillingen en geluid)
- Moeite met balanceren (in gebruik is de waaier met water gevuld)
- Het trimmen van de waaier leidt tot verdere onbalans

Vortex waaier:

- Zeer lage efficiëntie

Modern afvalwater

Onderzoeken en studies van modern afvalwater hebben aangetoond dat het zelden harde, vaste, bolvormige objecten bevat met een diameter zo groot als de binnendiameter van een leidingsysteem. Objecten die echt stevig en hard zijn, zoals stenen, baksteen of staal bereiken zelden de pomp omdat ze worden opgevangen op een vlak horizontaal oppervlak waar de vloeistof stilstaat of de stromingssnelheid laag is. Verreweg de meest voorkomende vaste stoffen in gemeentelijk afvalwater zijn organisch. Het zijn vaak lange en vezelige vormen. Modern afvalwater bevat ook een hoger gehalte aan synthetische doeken en kunstmatige vezels dan voorheen. De enorme serie nieuwe huishoudelijke materialen als wegwerp schoonmaak- doekjes, dweilen en vaatdoeken zijn hiervan de hoofdoorzaak. Deze producten dienen via de afvalbak te worden vernietigd of gecomposteerd maar veel consumenten spoelen deze producten via het toilet weg, dus wordt er veel synthetisch materiaal aan het afvalwater toegevoegd. Figuur 3 is een voorstelling van de werkelijkheid en



Figuur 3

toont de mogelijk aangetroffen verschillende soorten vaste stoffen in afvalwater. De linkerkant toont harde bolvormige voorwerpen (stenen, grind, zand en slib etc.) en de rechterkant toont objecten in verschillende maten en vormen, van rond tot zeer groot en langgerekt. Uit de verdelingskromme blijkt dat er een zeer lage waarschijnlijkheid is voor het vinden van grote, harde objecten in vergelijking met het aantreffen van kleine, harde deeltjes en diverse kleine en grote zachte en vezelige organische objecten.

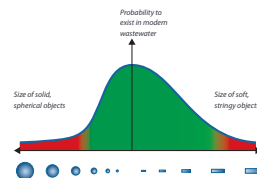
Hoe traditionele hydraulische ontwerpen worden beïnvloed

Langere objecten hebben de neiging om verstrikt te raken in de traditionele waaierontwerpen, zelfs bij een grote

kogeldoorlaat. Zoals in het figuur hieronder wordt aangetoond wordt het probleem veroorzaakt door de voorrand van de waaierbladen. Alle waaierontwerpen hebben één of meer van deze voorranden.



Figuur 4: Ophopingen in een eenkanaalwaaier



Figuur 5: Ophopingen in een eenkanaalwaaier



Figuur 6: Ophopingen in een vortexwaaier



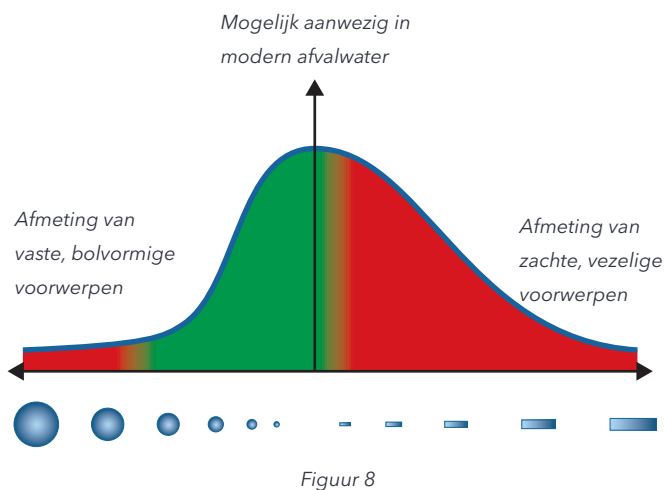
Figuur 7: Ophopingen in een vortexwaaier

Voortdurend worden zachte, sterke en langwerpige voorwerpen met het afvalwater de pomp ingevoerd; sommige voorwerpen komen daarbij een voorrand van een van de waaierbladen tegen. De vezels hebben dan de neiging om zich rond de voorrand te wikkelen en zich om beide zijden van het waaierblad te vouwen. Op rechte en matig gebogen voorranden zal het vuil zich niet vastzetten, in plaats daarvan zal het vuil zich ophopen. Deze ophopingen worden grotere klontjes of bundels van vast organisch materiaal. Als deze objecten toenemen in een bestaand waaierontwerp, dan kan de volgende situatie zich voordoen:

1. Het debiet van de pomp neemt af naarmate de vaste objecten de vrije passage van de vloeistof beginnen te vernauwen. Doorgaans leidt deze situatie tot verlaging van de efficiëntie. Dit verschijnsel wordt een "zachte" of "gedeeltelijke" verstopping genoemd omdat de pomp wel blijft functioneren. Voordat het afvalwater is afgevoerd moet er langer gepompt worden met een gedeeltelijk verspote pomwaaier dan met een schone pomwaaier.
2. Het energieverbruik neemt toe als de opeengehoopte vaste delen in de pompput contact maken met het pomphuis en over de putbodem slepen. Dit leidt tot lagere efficiëntie en verhoogt het risico op een storing

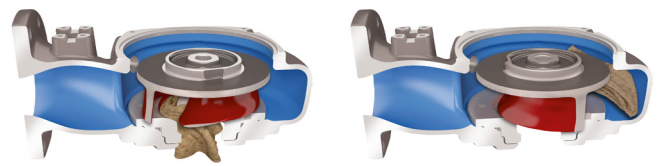
door een overbelaste motor. De vaste delen fungeren als een rem, daardoor neemt het energieverbruik toe. Op het moment dat het opgenomen vermogen hoger wordt dan het maximale toelaatbare energieverbruik, zal de pomp uitschakelen door een "harde" verstopping.

Bij een afnemende pompefficiëntie nemen de operationele kosten voor de eindgebruiker toe, omdat de pomp een langere periode in bedrijf moet blijven om de toevoer te verwerken. Een overbelaste motor of uitval van de pomp zorgt ook voor toename van de bedrijfskosten omdat een servicemonteur ter plaatse de pomp moet schoonmaken en herstarten. Pompen in een intermitterende opstelling krijgen een natuurlijke back flushing bij iedere afschakeling. Dit maakt de voorranden van de waaier schoon en spoelt de opeenhopingen van de vaste delen via de zuigopening van de pomp terug in de pompput. Dit spoelregime komt voor in pompsystemen met en zonder terugslagkleppen. Figuur 8 toont de verschillende soorten vaste delen die



via een traditionele waaier met een grote kogeldoorlaat kunnen passeren. Het groene gebied geeft een indicatie van de objecten met een hoge kans om door de pomp te passeren. Het rode gebied geeft een verhoogde kans op verstoppingen aan.

Sommige ontwerpers van hydraulische systemen beweren dat vortexwaaiers zelfreinigend zijn omdat na een back flush, de waaier vrij van vaste delen is. In de praktijk is dat niet zo. Zelfs wanneer back flushing de waaier bevrijdt van de vezelige voorwerpen, dan komen deze weer terug tijdens het normale functioneren. Dit leidt tot een beduidende afname van efficiëntie en hogere energierekeningen.

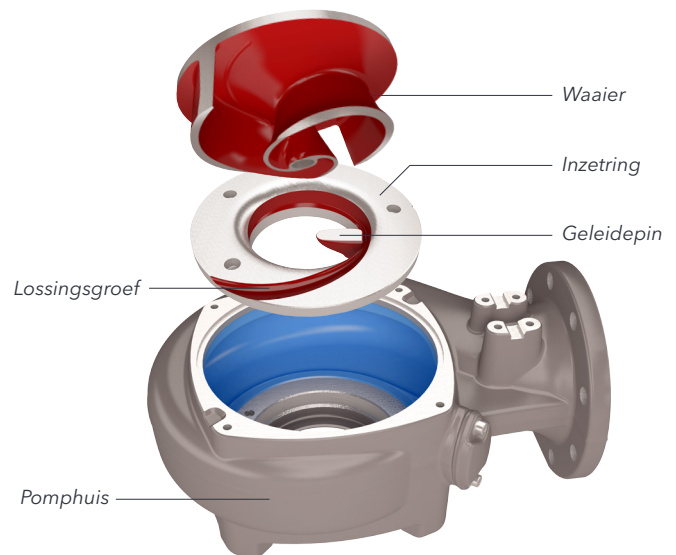


Figuur 9: Modern zelf-reinigend hydraulisch ontwerp

Moderne pomphydraulische ontwerpen

Vandaag de dag zijn er betere en meer geavanceerde hydraulische ontwerpen beschikbaar om het risico op pompverstoppingen te beperken en om pomp efficiëntie gedurende lange bedrijfstijd te handhaven. Een state-of-the art zelfreinigend ontwerp, met essentieel teruggeslagen voorranden en een lossingsgroef heeft bewezen het antwoord te zijn op de meeste verstoppingsproblemen.

Flygt ontwikkelde in de late jaren 90 een standaard verstoppingstest. Deze is gebruikt om veel bestaande hydraulische ontwerpen maar ook nieuwe en innovatieve ideeën te testen. Deze tests, over een periode van meer dan 15 jaar uitgevoerd, hebben geresulteerd in de ontwikkeling van geavanceerde afvalwaterpompen die de prestaties van alle traditionele pompontwerpen enorm overtreffen.

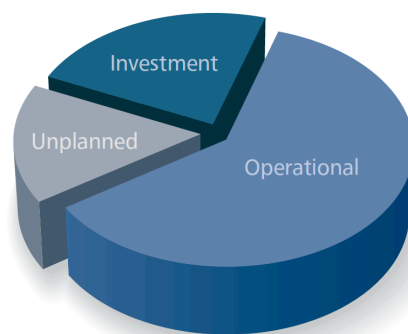


Figuur 10

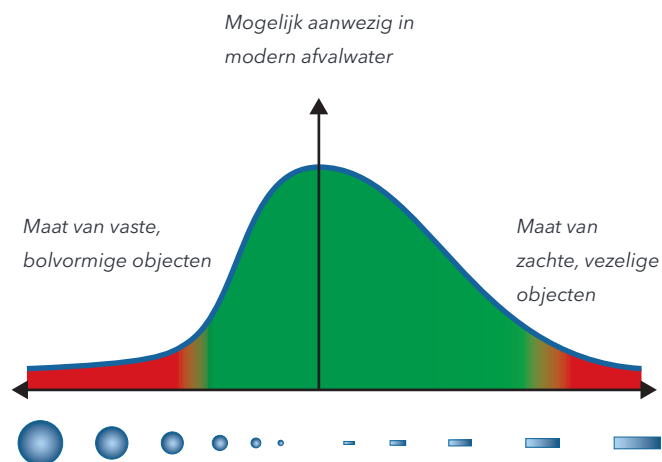
De kennis die het bedrijf heeft opgedaan is gebaseerd op en afkomstig van de performance data van het grote aantal geïnstalleerde pompsystemen. Deze data is gebruikt om een zelfreinigende waaier te ontwerpen, geschikt voor alle werkpunten en voor lagere toerentallen. De functie van het transporteren van de vloeistof is gescheiden van de functie die vaste delen transporteert.

Dit zelfreinigende hydraulische systeem bouwt geen vuilophopingen van de aanwezige verontreinigingen in modern afvalwater op.

Vaste delen die in aanraking komen met de voorranden van de waaier worden constant naar de buitenkant en uit de pompafvoer gedrukt om via de lossingsgroef in de insertring de pomp te verlaten.



Figuur 12



Figuur 11: Betrouwbaarheid van een modern, zelfreinigend hydraulisch ontwerp

- **Investeringskosten:** Kosten die verband houden met de engineering, het ontwerp, de constructie, de aankoop van apparatuur, installatie en inbedrijfsstelling
- **Operationele kosten:** Kosten voor de benodigde energie om het pompstation te laten functioneren, onderhoud en noodzakelijke werkuren
- **Ongeplande kosten:** Kosten die verband houden met problemen en stilstand, zoals pompuitval, pompverstoppingen, overstromingen van de pompput, noodoproepen, rioolwater back up systemen, overstorten, of onbehandeld effluent.

Figuur 11 toont aan wat een modern, zelfreinigend hydraulisch ontwerp met teruggeslagen voorranden en een lossingsgroef kan bereiken. Het groene gebied geeft een indicatie van de voorwerpen met een hoge kans om via de pomp te passeren. Het rode gebied geeft een hogere kans op verstoppingen aan. Het groene gebied is in dit geval veel groter dan in figuur 8, waarin de testervaringen met een traditionele grote kogeldoorlaat pompen worden getoond.

Een pomp met een zelfreinigende hydrauliek zal geen vaste voorwerpen, die thans in modern afvalwater voorkomen, ophopen. Deze pompen leveren blijvende efficiëntie en minder risico op verstoppingen. Dat resulteert in afnemende operationele kosten, service en onderhoud.

Verstoppingen hebben een aantoonbare invloed op de levenscycluskosten van een pomp

Een goede pompoplossing resulteert in minimalisering van de TOC (Total cost of ownership). De totale kosten kunnen worden verdeeld in drie verschillende onderdelen:

Omdat operationele en ongeplande kosten een enorm gedeelte van de totale Cost of Ownership vertegenwoordigen, is het voor een eindgebruiker de beste oplossing een goed ontworpen pompstation toe te passen met moderne verstoppingsvrije pompen die betrouwbaar en efficiënt zijn.

Conclusie

De kogeldoorlaat van een pomp is geen goede parameter om het verstoppingsvrij functioneren van een afvalwaterpomp te specificeren. Zeker niet voor de huidige moderne afvalwatersystemen. De eindgebruiker van een afvalwaterpomp heeft een pomp nodig die betrouwbaar en efficiënt is tijdens zowel korte als lange bedrijfscycli.

Het inzetten van moderne, continue zelfreinigende pompsystemen zal de operationele besparingen, door de verstoppingsvrije werking en de mogelijkheid afvalwater blijven efficiënt te verpompen, drastisch doen toenemen.