

Trillingsanalyse levert het sluitende bewijs

ONDERHOUD

Wim van der Have

Vernieuwd gemaal maalt ondermaats

De laagste inschrijver op het project gemaal 'Defensie' krijgt het project maar niet opgeleverd. Dat komt omdat het gerenoveerde gemaal niet presteert zoals is afgesproken in het aanbestedingsbestek. De beide pompen caviteren, trillen en versterven. Dit blijkt uit trillingsmetingen die het waterschap Hollands Noorderkwartier heeft laten uitvoeren door MTD uit Emmeloord. De metingen bevestigen het gevoel wat de technici van het waterschap steeds al hebben: het gemaal pompt niet zoals het hoort. Maar daar schijnt de aannemer maling aan te hebben.

Het vooroorlogse bunkergemaal 'Defensie' ligt achter de kust bij Bergen in de provincie Noord-Holland. Het moest toentertijd het militaire vliegveld Bergen helpen ontwateren. Vanaf dit terrein beschoot later Hitlers wehrmacht de stad Londen met hun beruchte V1's. Op 28 mei 1944 is het vliegveld zwaar gebombardeerd door de Engelsen. Na de landing op Normandië hebben de Duitsers de restanten vernietigd van wat er nog aan de Kolonel Sneepweg overeind stond. Op het gemaal na. Het terrein is na de oorlog gedemilitariseerd en zo kwam het gemaal bij het

dienst meer gedaan en de meeste installatiedelen zijn dan ook losgekoppeld of verwijderd. Het gemaal gaat in de nieuwe gebiedsopzet van waterberging en biologische diversiteit, nu functioneren als Poldergemaal. Na de aanbesteding mocht de goedkoopste aannemer de nieuwe pompen installeren.

Van Vortex en cavitatie

Het 'Defensiegemaal' kreeg op advies van een pompenleverancier twee verticaal opgestelde centrifugaalpompen van 22,5 m³ per minuut. Ze staan bovenop een lege kelder en voor de

toevoer van het slootwater lopen pijpen door de veertig centimeter dikke, bestaande kelderwand. Alles op specificatie van de pompenleverancier. Maar bij het proefdraaien gebeuren er dingen die volgens de berekening niet kunnen. Het water in de pijpen stroomt tweemaal sneller dan maximaal is toegestaan en daardoor komt er lucht mee en

bereiken. Indien niet, dan lijdt de pomp daaronder. Maar er is meer. Door de veel te hoge snelheid in de zuigbuizen verloopt de voeding naar de pomp gebrekkig. 'De pomp sterft' in pompjargon. Een schroefblad slaat dan loos na het voorgaande blad. Het gevolg is dat de unit te hard gaat trillen en de pomp gaat caviteren als hij het gevraagde debiet nadert. Cavitatie ontstaat door zo hard aan water te trekken, dat de H van de ρ gaat scheiden. Er ontstaan dampbellen die imploderen als de zuigkracht wegvalt. Dat gebeurt na elke schoep. In de regel knappen er dan ook stukjes materiaal uit de schoepen. De pompenleverancier zegt desgevraagd dat caviteren of versterven in dit geval niet aan de orde is volgens zijn berekeningen. Maar intussen leveren de twee pompen niet de

capaciteit die volgens het bestek zou moeten. Een onafhankelijk bureau wordt gevraagd de situatie te onderzoeken en vindt wat de technici van het waterschap al weten: luchtinlaat in de toevoerstroombaan. Ook de stroming in de zuig raast met 3,3 meter per seconde door de te nauwe toevoerpijpen, terwijl 1,5 m/s het maximum is. Dit veroorzaakt onbalans in de pompschroeven met het trillen tot gevolg.

Boven water

Met behulp van trillingsmetingen is een pomp te controleren op zijn goede werking. Maximaal draaien de pompen in het defensiegemaal zeshonderd toeren per minuut. Per seconde is dit tien Hertz. Op beide pompen zitten schroeven met elk drie schoepen. Dan is de schoepfrequentie tien maal drie, dus dertig Hertz.

Een schoepfrequentie heeft altijd verdubbelingen (lees: harmonischen). Deze harmonischen ontstaan op twee- en driemaal de schoepfrequentie. Bij een goede werking van een pomp nemen de harmonischen qua energie-inhoud af. De amplitude van zestig Hertz blijkt echter hoger dan de schoepfrequentie zelf. Op het eerste gezicht kan die fout van alles zijn: een kromme schoep, vuil in de schroef, een gebroken leischoep of speling in de as. Door speling gaat een schroef excentrisch draaien in het pomphuis. Een pomprobleem wordt helemaal onbeheersbaar als amplitudes van een schroef of schoep gaan dansen. En dat gebeurt in gemaal 'Defensie'. Om de verschillende, mogelijke fouten van elkaar te onderscheiden, bieden andere type spectra uitkomst, zoals het zogenaamde tijdsignaal.

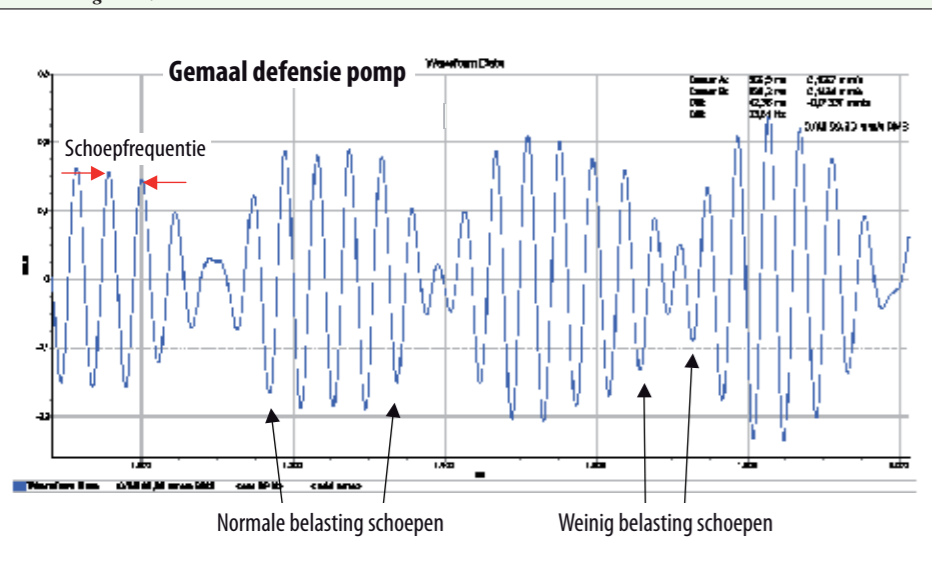
de energie-inhoud in elkaar zakt. In twee omwentelingen van de pomp passeren zes schoepen de mond van het perskanaal. Daarna volgt een omwenteling van de pomp-as waar de drie schoepen veel minder water verplaatsen. 'Versterven' heet dat in pompentaal. In plaats van een gelijkmatige verdeling van het slootwater over alle schoepen, is er steeds een loze slag. De pompenleverancier kan zich niet vinden in de metingen van het bureau en beoordeelt de trillingmetingen in het gemaal als niet juist en onvolledig. Maar ook een 'second opinion' kan geen gaten schieten in de bevindingen. Uiteindelijk draait alles om de eindafrekening van het project gemaal 'Defensie' en pas dan zijn de problemen van de pompenleverancier voorbij. ■

Tijdsignalen

Tijdens de trillingmetingen aan de beide pompen zijn tijdsignalen toegepast (zie figuur 1). Een tijdsignaal is een trilling in een bepaald tijdsbestek. In de figuur duurt die 1,2 seconden. Deze trilling is ook met de hand te voelen aan de pomp. Bij een goedwerkende schroef zal er geen verschil zijn in amplitude-uitwijking van alle sinussen van de schoepfrequentie. Dit komt omdat dan elke schoep van de pomp een gelijke hoeveelheid water verplaatst. Wat bij de figuur opvalt, is dat na zes amplitudes, dus twee omwentelingen van de pomp-as,



Figuur 1.



waterschap terecht. Het bunkergemaal is gebouwd in een dijklichaam. De hele pompinstallatie is inmiddels sterk verouderd en voldoet niet meer aan de huidige norm, wet- en regelgeving. Sinds 1995 heeft de pompinstallatie geen

ontstaan er bij de inlaat zogenaamde Vortex-kolken. Deze kolken variëren in diameter en zijn te zien aan de oppervlakte van het water naar de zuigmond. Het is maar de vraag of ze oplossen voordat ze de schoepen van de pomp