

Nut en noodzaak van een waterslaganalyse

Leon Mecksenaar (Royal HaskoningDHV), Eric Eijpelaer, Jac Gommeren (Brabant Water)

Waterslag is een drukgolf die onbedoeld en kortstondig optreedt in een leidingsysteem, bijvoorbeeld doordat een pomp uitvalt of door een snel sluitende afsluiter. Door te hoog oplopende druk in de leiding kunnen lekkages of leidingbreuken ontstaan. Ook kan tijdelijk sprake zijn van onderdruk, met kans op besmetting van het schone water door het aanzuigen van grondwater of ander water van buiten de leiding.

Kennis over hoe met waterslag om te gaan, lijkt uit de sector te verdwijnen. Met dit artikel bepleiten we meer aandacht voor dit verschijnsel en illustreren we nut en noodzaak van goede analyses.

Vanwege de nadelige gevolgen van waterslag is het van belang om waterslagrisico's tot een minimum terug te brengen. Dat kan door een check van het leidingsysteem en het uitvoeren van een zogenaamde waterslaganalyse. Dat is de basis om ontwerpen en voorzieningen te kiezen die optredende drukken tot acceptabele proporties terugbrengen. Brabant Water heeft hiermee gedurende ruim 25 jaar veel ervaring opgedaan in systemen voor reinwater (distributienetten) en voor ruwwater (in de winvelden). Bij het kiezen van oplossingen aan een bestaande installatie zijn praktische aspecten van belang, zoals de beschikbare ruimte en integratie in het besturingssysteem. In een goed ontwerp van een nieuwe installatie zijn de benodigde waterslagvoorzieningen integraal opgenomen.

Cruciaal bij een waterslaganalyse is samenwerking tussen enerzijds medewerkers met specifieke kennis van het actuele leidingnet en anderzijds ervaren hydraulici. Beide disciplines zijn nodig voor het treffen van maatregelen die robuust zijn, praktisch inpasbaar en economisch voordelig.

Waterslag: oorzaak en gevolg

Plotselinge veranderingen in de stroomsnelheid in een leiding veroorzaken drukgolven. Als de druk in de leiding onder de (water)dampspanning daalt, ontstaan cavitatiebellen. Neemt de druk daarna weer toe, dan klappen deze bellen spontaan dicht, waardoor zogenaamde 'drukspijkers' kunnen ontstaan, met drukken die kunnen oplopen tot ruim boven de actuele sterkteklasse van de gebruikte buizen. Dit kan pijpbreuk en/of schade aan pompen tot gevolg hebben. Een waterslagvoorziening kan dit voorkomen. Zo'n voorziening kan een waterslagketel zijn, maar ook bijvoorbeeld een slimme pompregeling, een vlieg wiel op een pomp, een demper op de leiding of een omloopleiding.

Waterslagstudie

Een waterslagstudie of waterslaganalyse brengt de drukgolven, veroorzaakt door een plotselinge verandering in de stroomsnelheid, in beeld. Dat is de basis om de ontwerpen en

voorzieningen te kunnen kiezen die de optredende drukken tot acceptabele proporties terug te brengen.

In de praktijk is een geplande, toekomstige wijziging aan het systeem vaak aanleiding voor het uitvoeren van een waterslaganalyse. Een systeem kan echter ook in de loop der jaren geleidelijk veranderen, bijvoorbeeld doordat het waterverbruik verandert, of de omvang van het voorzieningsgebied. Ook het vervangen van oude leidingen door leidingen van een ander materiaal (bijvoorbeeld oud AC door nieuwe PVC of HDPE) is een wezenlijke systeemverandering. Dit alles heeft invloed op de dynamiek van het systeem en op de mate van demping van de drukgolven. In al deze gevallen is een waterslaganalyse van groot belang.

Brabant Water houdt als leidraad aan om eens in de 15 jaar een 'system review' te doen om dit soort 'sluipende' risico's te ondervangen. Een waterslaganalyse kan nieuwe risico's aan het licht brengen. Daarentegen kan ook blijken dat systemen te ruim zijn gedimensioneerd, met dus kansen voor besparingen op onderhoud en beheer.

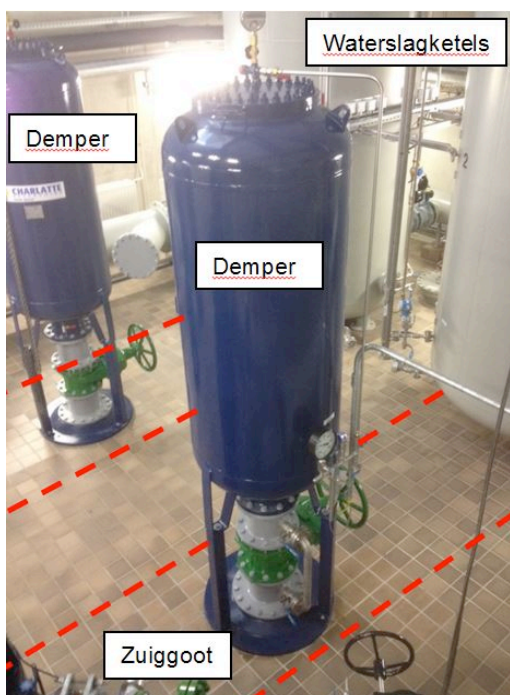
Praktijkvoorbeelden waterslaganalyses

Over-dimensionering

Pompstation Budel had twee grote waterslagketels. Na een controleberekening bleek één waterslagketel voldoende te zijn. Ook tijdens planmatig onderhoud - bij laagverbruik in de winterperiode – wanneer de ketel circa 10 dagen buiten bedrijf is, is geen tweede ketel nodig. De tweede waterslagketel is nu buiten gebruik en beschikbaar voor andere doeleinden (recycling van equipment).

Zuiggootconstructie toegepast op diverse pompstations

In de waterslaganalyse van het reinwatersysteem is ook aandacht voor de druk aan de zuigzijde van de pompen. Een aantal (oudere) pompstations is aan de zuigzijde voorzien van een rechthoekige betonnen zuiggoot. Door uitval van de pompen en de daarop volgende nalevering vanuit de waterslagketels treedt daar, vooral bij hoge debieten, kortstondig een hoge druk op. Dynamische constructieve sterkteberekeningen aan de zuiggoot wezen uit dat de betonnen zuiggoot hiertegen niet bestand was. Mogelijke pompuitval dwingt dus maatregelen om dit op te vangen. Plaatsing van dempers (zie afbeelding 1) is goedkoper dan een waterslagketel en is bovendien een meer compacte oplossing.



Afbeelding 1. Hogedruksectie; op de voorgrond twee nieuwe drukdempers, op de achtergrond twee bestaande waterslagketels

Winveld

Niet iedereen is zich ervan bewust dat ook in ruwwatersystemen onderdrukken kunnen optreden als gevolg van plotselinge uitval van pompen, bijvoorbeeld door een stroomstoring. Deze onderdrukken zijn meestal erg groot met dus een grote kans op cavitatie. Uit de waterslaganalyse is gebleken dat het ongecontroleerd 'dichtlopen van cavitatiebellen' met een beperkte systeemaanpassing is te beheersen. Hierdoor was een grote investering voor een waterslagketel en voor dempers niet nodig.

Vuistregels

Het is niet verstandig enkel te varen op vuistregels voor bepaling van de grootte van een waterslagvoorziening. Ze zijn weliswaar nuttig als eerste indicatie voor de noodzaak van een voorziening, maar zeker niet als ontwerp kader. Vuistregels zijn niet voldoende nauwkeurig en ze houden in tegenstelling tot simulatiemodellen geen rekening met details waardoor een voorziening, bijvoorbeeld een waterslagketel, of te groot is gekozen (en dus te duur) of te klein waardoor de werking onvoldoende is. Ieder systeem is weer anders. Zeker grote ketels hebben afmetingen waarmee bij de bouw terdege rekening moet worden gehouden. Dat gebeurt niet altijd.

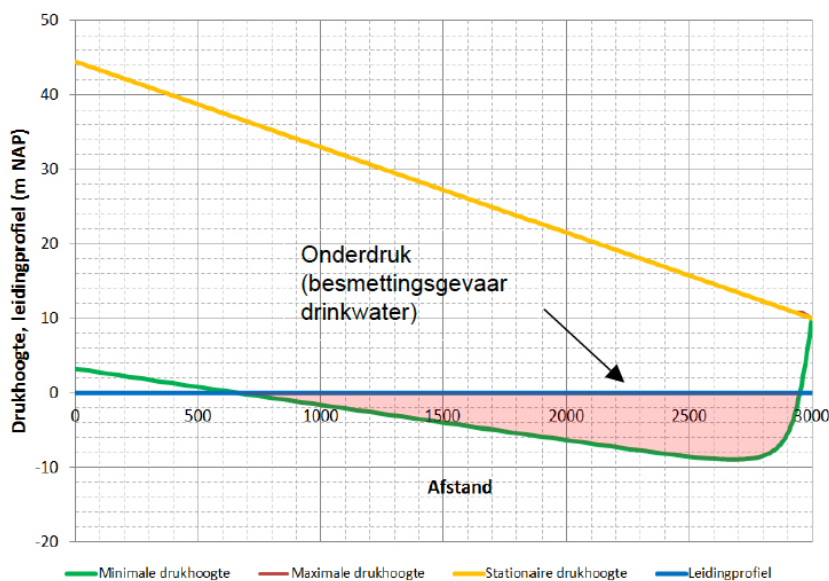
Een vuistregel kan een indicatie geven van de noodzaak van een waterslagketel, maar is voor de bepaling van het volume hiervan onvoldoende nauwkeurig. Onze ervaring is dat een echte waterslaganalyse leidt tot een ander resultaat voor het noodzakelijke volume van de waterslagketel. Samengevat, met een vuistregel bepaal je de noodzaak van een waterslagvoorziening maar niet het volume.

Waterslagsoftware

Voor waterslaganalyses gebruiken we het hydraulische softwarepakket Wanda van Deltares. Dit pakket is door de jaren heen veelvuldig verbeterd en uitgebreid met nieuwe rekenmodules voor bijvoorbeeld pompoptimalisaties, complexe pompregelingen, deels gevulde leidingen, enzovoorts.

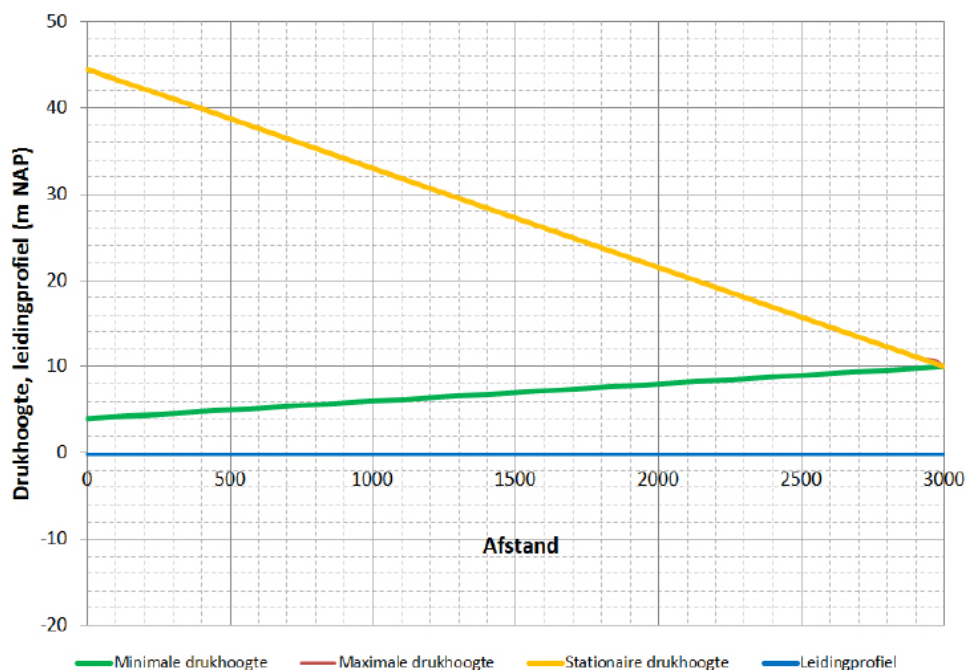
Er zijn diverse andere modelleringspakketten. Anders dan Wanda zijn deze van oorsprong ontwikkeld voor 24-uurs berekeningen aan netwerken en later uitgebreid met een functionaliteit. Royal HaskoningDHV heeft verschillende van deze pakketten getest, waarbij bleek dat ze zeer beperkt toepasbaar zijn voor waterslaganalyses.

Een voorbeeld. Wanda verdeelt een 3 km lange leiding in kleine rekenstukjes en berekent de minimale en maximale druk langs de hele leiding. Afbeelding 2 geeft de minimale en maximale drukken weer bij plotselinge pompuitval. Hieruit blijkt dat, in dit voorbeeld, er een onderdruk optreedt in het leidingdeel tussen 700 en 2.950 meter vanaf het pompstation (bij afstand=0).



Afbeelding 2. Minimale en maximale druk veroorzaakt door plotselinge pompuitval (berekend met Wanda)

Veel andere netwerkpakketten berekenen slechts de druk aan het begin en het einde van de leiding. Figuur 3 geeft de berekende drukken weer bij weer dezelfde pompuitval. Onderdruk lijkt niet op te treden, terwijl dit in werkelijkheid wel het geval is. Kortom, de modelleur is zich er mogelijk niet van bewust dat het systeem wel degelijk waterslagrisico's kent.



Afbeelding 3. Minimale en maximale druk veroorzaakt door plotselinge pompuitval (ander pakket)

Bedrijfsvoering

Waterslagstudies hebben als doel het beperken van risico's en schades, maar ook het goed laten functioneren van een complex systeem. Grote drinkwater transport- en distributiesystemen bestaan immers meestal uit meerdere pompstations en regelkleppen die zorgdragen voor de watervoorziening in een groot gebied. Een dynamische (niet stationaire) waterslagberekening, in combinatie met een waterslaganalyse, leidt tot optimalisatie van het regelsysteem, met als resultaat een veilig systeem en een betrouwbare en economische bedrijfsvoering.